

57  
182

Т. ПАРКЕР.

ЛЕКЦИИ ПО ЭЛЕМЕНТАРНОЙ  
БИОЛОГИИ.

202065



№ партийных  
билетов.

~~211 167~~

202065



1955

1955

5-60

1-78

Feb 1955



1910

188

112



СЕРІЯ УЧЕБНИКОВЪ ПО БІОЛОГІИ.

Т. Паркеръ

ЛЕКЦІИ

по

ЭЛЕМЕНТАРНОЙ БІОЛОГІИ

СЪ 129 РИСУНКАМИ.

ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО, СЪ ИЗМѢНЕНІЯМИ И ДОПОЛНЕНІЯМИ

В. Н. Львова и Н. К. Кольцова.

ИЗДАНІЕ ЧЕТВЕРТОЕ

МОСКВА

Изданіе М. и С. Сабашниковыхъ.

1918

П. ЕКА  
Инв. 57 28

П-182

1914 Г.

АРХИВ

1920  
ОБЩЕ  
919

КНИГОХРАНИЛИЩЕ  
ОБЛ. БИБ. КОТЕНКИ  
г. СВЕРДЛОВСК

Инв. 1936 г. 202065

ЭК



Печатано способомъ фотолитографіи.  
Петроградъ, „РЕГИНА“

- 1) Невскій просп., № 52.
- 2) Англійскій пр., № 56.

Телеф. № 5-97-07.  
Телеф. № 6-64-72.



## ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ПЕРВОМУ РУССКОМУ ИЗДАНІЮ.

„Лекціи по элементарной биологiи“ Паркера имѣютъ цѣлью познакомить начинающаго съ главнѣйшими фактами и съ основными вопросами биологiи. Въ тридцати лекціяхъ, на цѣломъ рядѣ весьма удачно подобранныхъ конкретныхъ примѣровъ авторъ знакомитъ читателей съ основными формами, какъ животной, такъ и растительной жизни, и притомъ съ ихъ морфологіей, фізіологіей и развитіемъ. Начавши съ простѣйшихъ, одноклѣточныхъ формъ, авторъ постепенно переходитъ къ болѣе сложнымъ организмамъ и на дальнѣйшихъ примѣрахъ проводитъ передъ читателемъ постепенное усложненіе организаціи, сопровождаемое фізіологической дифференцировкой. Такимъ образомъ дается ясная картина постепеннаго усложненія организаціи, начиная съ простѣйшихъ формъ и кончая наиболѣе сложными представителями животнаго и растительнаго міра.

Авторъ говоритъ, что при составленіи своихъ лекцій онъ руководствовался тремя принципами: во-первыхъ, тѣмъ, что главная цѣль преподаванія биологiи, какъ части общаго научнаго образованія, — познакомить не столько съ фактами, сколько съ идеями науки; во-вторыхъ, что эти идеи всего лучше могутъ быть усвоены, особенно начинающими, если ихъ изучать въ связи съ конкретными типами животныхъ и растений, и въ третьихъ, что избранные типы должны безъ излишнихъ осложнений представлять извѣстную степень организаціи, для иллюстраціи которой они выбраны, и что для исключительныхъ случаевъ въ элементарномъ курсѣ не должно быть мѣста.



Эти принципы проведены во всемъ курсѣ, и благодаря этому книга сохраняетъ вездѣ наглядный и популярный характеръ.

Особое достоинство книги представляетъ ея строго индуктивный методъ, благодаря которому читатель самъ дѣлаетъ заключенія и выводы изъ сообщаемыхъ фактовъ и такимъ путемъ знакомится съ методомъ рѣшенія биологическихъ вопросовъ.

Недавно книга Паркера переведена на нѣмецкій языкъ и нѣмецкая критика, приветствуя ее, какъ выдающееся явленіе въ популярно-научной биологической литературѣ, особенно рекомендовала ее преподавателямъ средней школы, какъ пособіе при преподаваніи зоологіи и ботаники.

У насъ, въ русской учебной литературѣ, давно уже чувствуется потребность въ такомъ популярномъ руководствѣ и потому появленіе „Лекцій“ Паркера на русскомъ языкѣ будетъ далеко не бесполезно.

Остается сказать нѣсколько словъ относительно русскаго перевода. Переводъ сдѣланъ со 2-го англійскаго изданія; при этомъ пришлось сдѣлать нѣкоторыя поправки и дополненія чисто-фактическаго характера. Кромѣ того въ русскомъ изданіи нѣкоторые рисунки перерисованы, другіе замѣнены новыми въ томъ числѣ сдѣланы 4 цвѣтныхъ рисунка. А именно, исполнены заново слѣдующіе рисунки: рис. 4, 5, 9, 10, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 51, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 71, 72, 74, 75, 77, 84, 94 и 100. Всѣ новые рисунки исполнены Н. Н. Львовой.

Сдѣланы также нѣкоторыя измѣненія въ терминологіи сравнительно съ англійскимъ изданіемъ. Паркеръ часто вводитъ новую, совершенно оригинальную терминологію. Такъ напр., выраженія „оварій“ и „овермарій“, употребительныя для животныхъ, онъ переноситъ и на растенія, стремясь этимъ достигнуть единства терминологіи. Въ однихъ случаяхъ новая терминологія удержана и въ русскомъ переводѣ. Въ другихъ случаяхъ переводчикъ предпочиталъ придерживаться обычной терминологіи. Точно также англійскіе термины: „мегаспера“, „мегазооидъ“ и пр. замѣнены общепринятыми у насъ: „микроспера“, „макрозоидъ“ и пр.

Въ концѣ книги алфавитный указатель соединенъ съ глос-



саріємъ, въ которомъ читатели найдутъ не только объясненіе, но и словопроизводство встрѣчающихся иностранныхъ терминовъ.

*В. Львовъ.*

Москва, сентябрь 1897 г.

## ПРЕДИСЛОВІЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНІЮ.

Успѣхъ перваго изданія показалъ, что „Лекціи по элементарной біологіи“ Паркера заполнили существенный пробѣлъ въ русской популярно-научной литературѣ. Книга вызвала сочувственные отзывы критики и получила одобреніе со многихъ компетентныхъ сторонъ. Отдѣлъ для содѣйствія самообразованію въ Комитетѣ Педагогическаго Музея военно-учебныхъ заведеній въ своихъ программахъ рекомендовалъ „Лекціи“ Паркера, какъ введеніе при изученіи зоологіи и ботаники. Московская Комиссія по организаціи домашняго чтенія также рекомендуетъ учебникъ Паркера, какъ основное руководство при изученіи біологіи. Ученый Комитетъ Министерства Народнаго Просвѣщенія постановилъ рекомендовать книгу Паркера для фундаментальныхъ библіотекъ всѣхъ среднихъ учебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія, для ученическихъ старшаго возраста, библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ и для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій.

Второе русское изданіе является въ переработанномъ и значительно дополненномъ видѣ. При пересмотрѣ изданія переводчикъ старался по мѣрѣ возможности упростить терминологию, которая въ первомъ изданіи (какъ сообщали многіе читатели) нѣсколько затрудняла начинающихъ. Что касается дополненій, то они сдѣланы съ нѣкоторыми измѣненіями по послѣднему англійскому изданію и относятся главнымъ образомъ къ высшимъ животнымъ и растеніямъ. Въ первомъ изданіи лекцій заканчивались собственно Polygordius'омъ какъ примѣромъ трехслойныхъ животныхъ, и папоротниками, какъ примѣромъ сосудистыхъ растений, и описаніе высшихъ группъ того и другого царства было прибавлено въ видѣ очень краткихъ очерковъ. Несомнѣнно, книга значительно выиграла отъ того,



что эти группы были обработаны точно также, как остальные. Такимъ образомъ, лекція XXVII перваго изданія разрослась въ лекціи XXVI—XXIX, а лекція XXX—въ лекціи XXXII—XXXIV. Къ новымъ главамъ прибавлено около сорока новыхъ рисунковъ, такъ что число рисунковъ съ 88 возросло до 129.

Наконецъ, для того чтобы книга еще болѣе могла служить цѣлямъ самообразованія, переводчикъ составилъ и приложилъ въ концѣ книги систематическіе вопросы для каждой главы, которые помогутъ читателямъ контролировать, насколько ясно и отчетливо усвоено ими прочитанное.

*В. Львовъ.*

Москва, октябрь 1900 г.

### ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ.

Настоящее изданіе выходитъ въ свѣтъ послѣ смерти автора Т. Паркера и переводчика В. Н. Львова.

Со времени выхода въ свѣтъ втораго изданія прошло девять лѣтъ и за эти годы біологическія изслѣдованія дали не мало новыхъ фактовъ и новыхъ взглядовъ. Въ особенности рѣзкому измѣненію подверглись наши представленія о простѣйшихъ организмахъ, въ частности о размноженіи ихъ. Объ этихъ новыхъ пріобрѣтеніяхъ науки нельзя умалчивать даже въ самой элементарной популярной книгѣ. И лекціи Паркера, переработанныя В. Н. Львовымъ, не могли бы появиться въ свѣтъ, теперь въ томъ же самомъ видѣ, какъ въ 1901 году. Поэтому издатель обратился ко мнѣ съ предложеніемъ пересмотрѣть и дополнить эту книгу, и я взялся за эту работу, такъ какъ считаю лекціи Паркера весьма цѣннымъ пособіемъ, по которому въ теченіе 12 лѣтъ тысячи русскихъ читателей знакомились съ научной біологіей; взялся съ тѣмъ болѣею охотой, что мнѣ пріятно участіемъ въ этомъ изданіи выразить свое глубокое уваженіе къ памяти своего учителя В. Н. Львова, такъ много сдѣлавшаго въ дѣлѣ популяризаціи естествознанія въ Россіи.

Такъ какъ научныя пріобрѣтенія послѣднихъ лѣтъ относятся, главнымъ образомъ, къ изученію простѣйшихъ, то на нихъ я и обратилъ свое вниманіе. Когда появилась въ свѣтъ книга



Паркера, наши свѣдѣнія о размноженіи одноклѣточныхъ организмовъ были весьма отрывочны. Теперь почти повсюду мы находимъ процессъ оплодотворенія, при наличности котораго жизнь простѣйшаго складывается въ длинный сложно расчлененный циклъ. Представленіе объ амёбѣ, напр., будетъ неправильно, упрощено, если не дать описанія полового процесса; поэтому я вставилъ въ концѣ первой лекціи описаніе полного жизненнаго цикла *Trichosphaerium sieboldi*, а также картину митотическаго дѣленія амёбы. Вслѣдствіе того же соображенія, я замѣнилъ объектъ второй главы, взявши вмѣсто *Naematococcus* хламидомонаду, притомъ же болѣе часто встрѣчающуюся у насъ и болѣе типичную представительницу формъ съ растительнымъ питаніемъ. Далѣе, въ лекціи V-й, я счелъ болѣе полезнымъ вмѣсто описанія *Prætomucha* и *Mycetozoa* изложить полный жизненный циклъ плазмодія маляріи, изученіе котораго является однимъ изъ самыхъ блестящихъ открытій біологін. Наконецъ, пришлось существенно обновить лекцію VIII о бактеріяхъ.

Имѣя въ виду элементарный характеръ книги, я счелъ необходимымъ уклониться отъ внесенія въ нее такихъ фактовъ и взглядовъ, которые остаются еще спорными или недостаточно выясненными. Поэтому, я не упоминалъ здѣсь ни объ аутогаміи, ни о хромидіяхъ и т. п.

Сдѣланныя мною вставки и измѣненія касаются исключительно слѣдующихъ лекцій: I—V; VII—XI; XIII и XVI. Восемь прежнихъ рисунковъ, какъ устарѣвшихъ, пришлось выкинуть; взамѣнъ этого вставлено 8 новыхъ рисунковъ: рис. 2, 3, 4, 7, 14, 17, 18, 19. Изъ послѣднихъ рис. 2-й взятъ изъ книги Вильсона, рис. 3 — изъ Ланга, рис. 19 — изъ Фишера, а остальные пять рисунковъ—оригинальные.

*Ник. Кольцовъ.*

Москва, декабрь 1909.







## ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
ЛЕКЦІЯ I.	
Амеба . . . . .	1
ЛЕКЦІЯ II.	
Chlamidomonas . . . . .	25
ЛЕКЦІЯ III.	
Heteromita . . . . .	38
ЛЕКЦІЯ IV.	
Euglena . . . . .	45
ЛЕКЦІЯ V.	
Плазмодій малярій . . . . .	49
ЛЕКЦІЯ VI.	
Сравненіе разсмотрѣнныхъ организмовъ съ составными частями высшихъ животныхъ и растений . . . . .	57
ЛЕКЦІЯ VII.	
Дрожжи (Saccharomyces) . . . . .	70
ЛЕКЦІЯ VIII.	
Бактеріи . . . . .	80



ЛЕКЦІЯ IX.

Биогенезисъ и абиогенезисъ . . . . .	90
--------------------------------------	----

ЛЕКЦІЯ X.

Paramaecium, Stylonychia и Oxytricha . . . . .	97
--	----

ЛЕКЦІЯ XI.

Opalina . . . . .	111
-------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XII.

Vorticella и Zoothamnium . . . . .	115
------------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XIII.

Виды и ихъ происхожденіе. Принципы классификаціи . .	123
--	-----

ЛЕКЦІЯ XIV.

Фораминиферы, Радиоларіи и Діатомеи . . . . .	133
---	-----

ЛЕКЦІЯ XV.

Плѣсень (Mucor) . . . . .	141
---------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XVI.

Vaucheria и Caulerpa . . . . .	151
--------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XVII.

Отличительные признаки животныхъ и растеній . . . . .	157
---	-----

ЛЕКЦІЯ XVIII.

Penicillium и Agaricus . . . . .	164
----------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XIX.

Spirogyra . . . . .	173
---------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XX.

Monostroma, Ulva и Nitella . . . . .	179
--------------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXI.

Гидра . . . . .	194
-----------------	-----



ЛЕКЦІЯ XXII.

Гидроидные полипы: Bougainvillea, Diphyes и Porpita . . .	208
---	-----

ЛЕКЦІЯ XXIII.

Сперматогенезъ и овогенезъ. Соарѣваніе и оплодотвореніе яйца. Отношеніе между одноклѣточными и дву- слойными животными . . . . .	225
--	-----

ЛЕКЦІЯ XXIV.

Polygordius . . . . .	237
-----------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXV.

Polygordius (продолженіе) . . . . .	256
-------------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXVI.

Главные отдѣлы животнаго царства . . . . .	268
Морская звѣзда . . . . .	270

ЛЕКЦІЯ XXVII.

Ракъ . . . . .	280
----------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXVIII.

Прѣсноводная ракушка . . . . .	303
--------------------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXIX.

Акула . . . . .	317
-----------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXX.

Мхи . . . . .	344
---------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXXI.

Папоротники . . . . .	354
-----------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXXII.

Главные отдѣлы растительнаго царства . . . . .	370
Хвощъ (Equisetum) . . . . .	372
Salvinia . . . . .	376
Selaginella . . . . .	380



ЛЕКЦІЯ XXXIII.

Голосѣмнныя . . . . .	383
-----------------------	-----

ЛЕКЦІЯ XXXIV.

Покрытосѣмнныя . . . . .	395
--------------------------	-----

Вопросы . . . . .	409
Алфавитный указатель и глоссарій . . . . .	425



## ЛЕКЦІЯ I.

### А м ё б а.

Приступая къ систематическому изученію біологін, всего лучше будетъ начать съ подробнаго и всесторонняго изученія маленькаго микроскопическаго животнаго, которое часто встрѣчается въ стоячей водѣ на растеніяхъ и другихъ подводныхъ предметахъ и которое у натуралистовъ извѣстно подъ названіемъ а м ё б ы.

Амёбы вообще незамѣтны для невооруженнаго глаза, такъ какъ онѣ рѣдко достигаютъ въ діаметръ болѣе  $\frac{1}{4}$  мм.; поэтому изучать ихъ необходимо при помощи микроскопа. Видѣть и распознать ихъ можно со слабой системой микроскопа при увеличеніи въ 25—50 разъ; но для болѣе точныхъ наблюденій надъ этимъ маленькимъ животнымъ требуется болѣе сильная система, дающая увеличеніе по крайней мѣрѣ въ 300 разъ.

При такомъ увеличеніи амёба является въ видѣ небольшого, почти безцвѣтнаго слизистаго комочка различной и измѣнчивой формы. Внутренняя часть комочка зернистая, и эта внутренняя зернистая масса снаружи окружена слоемъ совершенно прозрачнаго и безцвѣтнаго вещества (рис. 1, А).

Дѣйствительно, этотъ наружный слой до такой степени прозраченъ, что начинающій легко можетъ совершенно не замѣтить его и придти къ ошибочному заключенію, что все тѣло амёбы состоитъ исключительно изъ зернистаго вещества. На-



блюдая одно и то же животное во время его передвиженія или большое количество экземпляровъ въ различныхъ положеніяхъ, можно видѣть, что всюду оба эти вещества имѣютъ одинаковое взаимное положеніе. Отсюда можно сдѣлать заключеніе, что амёба состоитъ изъ зернистаго сердцевиннаго вещества, которое окружено свѣтлымъ, прозрачнымъ корковымъ слоемъ.

Замѣчательная особенность амёбы состоитъ въ томъ, что она постоянно мѣняетъ свою форму. Эти измѣненія иногда совершаются настолько медленно, что ихъ такъ же трудно уловить, какъ на часахъ движеніе часовой стрѣлки, но если наблюдать черезъ извѣстные промежутки времени, то они становятся ясно замѣтны, такъ что, спустя напр. полчаса, животное уже не имѣетъ того вида, который имѣло раньше.

Когда животное находится въ движеніи, то легко подмѣтить, какимъ образомъ совершаются измѣненія формы. На извѣстномъ мѣстѣ корковый слой ея выпячивается въ видѣ небольшого выступа; этотъ выступъ постепенно увеличивается и состоитъ уже не изъ одного корковаго слоя, а въ него втекаютъ зернышки изъ сердцевиннаго слоя, такъ что этотъ временный выступъ или, какъ его называютъ, псевдоподія (ложная ножка) имѣетъ теперь такое же строеніе, какъ и остальное тѣло амёбы. Слѣдуетъ замѣтить при этомъ, что во время этого процесса объемъ животнаго не измѣняется, и появленіе псевдоподій на одномъ мѣстѣ тѣла вызываетъ убыль соотвѣтствующаго объема на другомъ мѣстѣ.

Этотъ своеобразный способъ измѣненія формы можно наглядно представить, если взять неправильный комокъ глины и мять его между пальцами. Если сжимать его въ одномъ направленіи, то онъ выпячивается въ другомъ направленіи, и если производить давленіе такимъ образомъ, чтобы вызвать появленіе небольшихъ выступовъ комка, то сходство съ формой двигающейся амёбы будетъ довольно значительно. Только нужно при этомъ помнить, что измѣненія формы и передвиженіе амёбы вызываются не внѣшнимъ давленіемъ, а исходятъ отъ самого животнаго.

Однихъ уже этихъ движеній совершенно достаточно, чтобы доказать, что амёба есть организмъ, т.е. живое существо, а не масса мертвой матеріи.



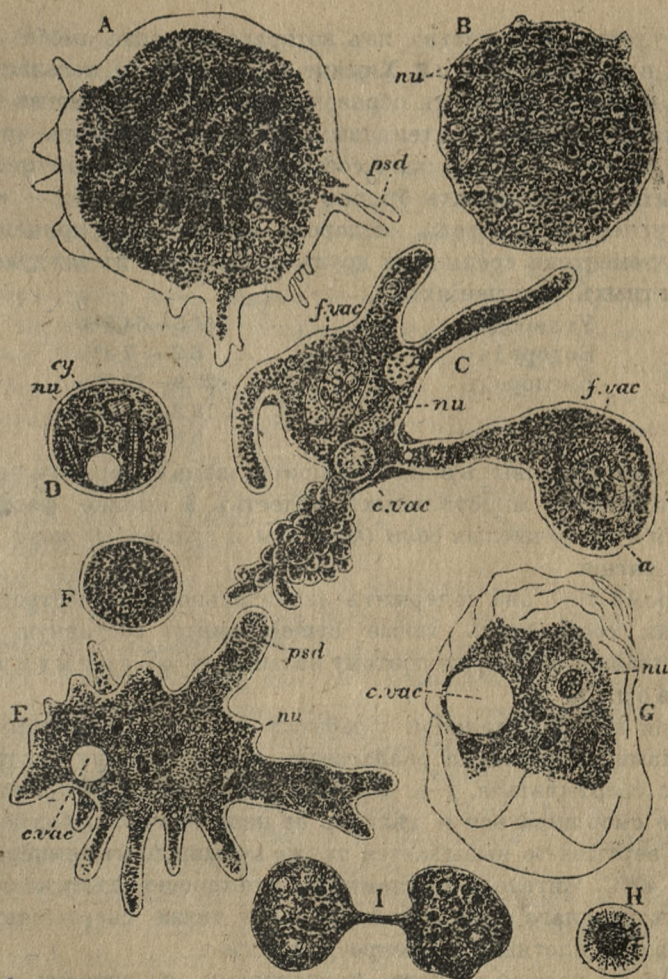


Рис. 1.

- А *Амёба quartia* живая особь; psd псевдоподии. Увелич. в 300 раз.  
 В она же, убитая и окрашенная карминомъ; nu ядра.  
 С *Амёба proteus*, живая особь; c. vac. — сократительная вакуоля, f. vac. — пищевая вакуоля.  
 Д инцистированная амёба; cy — циста; внутри видны три поглощенных диатомей.  
 Е *Амёба proteus*, живая особь. Увелич. в 30 раз.  
 F окрашенное ядро ее: в основном веществе видны сильно окрашенные зерна хроматина. Увелич. в 1010 раз.  
 G *Амёба verrucosa*, живая особь. Увелич. в 330 раз.  
 H окрашенное ядро ее со скоплением хроматина в центре.  
 I делящая амёба.



Студенистое вещество, изъ котораго состоитъ амёба, называютъ *протоплазмой*. Химическіе анализы<sup>1)</sup> показали, что она содержитъ главнымъ образомъ извѣстныя вещества, называемыя *бѣлковыми* (протеиновыми) *тѣлами*, вещества чрезвычайно сложнаго химическаго состава, какъ извѣстный примѣръ которыхъ можно назвать бѣлокъ куринаго яйца. Это — соединеніе углерода, водорода, кислорода, азота и сѣры, причемъ эти пять элементовъ соединены другъ съ другомъ въ слѣдующихъ процентныхъ отношеніяхъ:

Углеродъ . . . . .	51,5—54,5%
Водородъ . . . . .	6,9—7,3%
Кислородъ . . . . .	20,9—23,5%
Азотъ . . . . .	15,2—17,0%
Сѣра . . . . .	0,3—2,0%

Кромѣ бѣловыхъ веществъ протоплазма содержитъ небольшое количество минеральныхъ веществъ, а именно фосфорнокислыя и сѣрно-кислыя соли (фосфаты и сульфаты) калия кальція и магнія.

Кромѣ того она содержитъ значительное количество воды, которая составляетъ также существенную составную часть протоплазмы и которую поэтому называютъ *организаціонной водою*.

При продолжительной обработкѣ слабыми кислотами или щелочами протоплазма разлагается. Крѣпкій спиртъ заставляетъ ее свертываться, т.е. отнимая у нея воду, онъ заставляетъ ее сморщиваться и дѣлаетъ ее непрозрачной и болѣе плотной. Свертываніе вызывается также повышеніемъ температуры выше 40°С. Читатель припомнитъ, что хорошо всѣмъ знакомый бѣлокъ куринаго яйца при нагреваніи также свертывается и становится плотнымъ и непрозрачнымъ.

Другое важное свойство протоплазмы мы узнаемъ при помощи такъ называемаго *діализатора*. Этотъ аппаратъ въ сущности состоитъ изъ неглубокаго сосуда, дно котораго сдѣлано

---

<sup>1)</sup> Хотя точныхъ анализовъ протоплазмы амёбы не существуетъ, но дѣйствіе на нее различныхъ микроскопическихъ реактивовъ заставляетъ думать, что она во всѣхъ существенныхъ отношеніяхъ сходна съ протоплазмой другихъ организмовъ, составъ которой извѣстенъ.



изъ животнаго пузыря, растительнаго пергаментна или какой-либо другой органической (животной или растительной) перепонки. Если влить въ діализаторъ растворъ сахара или соли и затѣмъ поставить его въ большой сосудъ съ дистиллированной водою, то, спустя нѣкоторое время, оказывается, что нѣкоторая часть сахара или соли изъ діализатора проникла черезъ перепонку въ наружный сосудъ. Если же въ діализаторъ влить растворъ бѣлка, то послѣдній сквозъ перепонку не проходитъ. Діализаторъ даетъ намъ такимъ образомъ возможность различать два класса веществъ: 1) кристаллоиды — названные такъ потому, что большинство изъ нихъ, подобно соли и сахару, могутъ встрѣчаться въ видѣ кристалловъ — которые въ растворенномъ состояніи диффундируютъ черезъ животныя перепонки, и 2) коллоиды или клееподобныя вещества, которыя не диффундируютъ. Протоплазма, подобно бѣлковымъ веществамъ, изъ которыхъ она главнымъ образомъ состоитъ, есть коллоидъ, т.-е. не способна диффундировать.

Другая характерная особенность бѣловыхъ веществъ есть ихъ непостоянство. Кусокъ соли или сахара, дерева или извести можетъ сохраняться безъ измѣненія сколько угодно времени; но предоставленное само себѣ бѣлковое тѣло скоро начинаетъ разлагаться; оно получаетъ противный запахъ и распадается на все болѣе и болѣе простыя соединенія, важнѣйшія изъ которыхъ суть вода ( $H_2O$ ), углекислота ( $CO_2$ ), амміакъ ( $NH_3$ ) и сѣрнистый водородъ ( $H_2S$ )<sup>1)</sup>. Въ этомъ отношеніи, т.-е. по непостоянству и по легкости разложенія протоплазма сходна съ составляющими ее бѣловыми веществами; мертвые организмы раньше или позднѣе подлежатъ разложенію, если не принять особыхъ мѣръ для ихъ сохраненія (консервированія).

Нѣкоторыя изъ этихъ особенностей протоплазмы трудно констатировать у амѣбы вслѣдствіе крайне незначительной ея величины и вслѣдствіе трудности отдѣлить ее отъ другихъ мелкихъ организмовъ, постоянно встрѣчающихся вмѣстѣ съ

---

<sup>1)</sup> Относительно подробностей явленій гніенія см. VIII лекцію, въ которой мы увидимъ, что высказанное положеніе о непостоянствѣ мертвыхъ бѣловыхъ тѣлъ требуетъ нѣкотораго ограниченія; на самомъ дѣлѣ они разлагаются только въ присутствіи живыхъ бактерій.



нею въ водѣ; но нѣкоторыя реакціи можно легко прослѣдить подъ микроскопомъ.

Одна изъ наиболѣе замѣчательныхъ среди этихъ микрохимическихъ реакцій основывается на томъ, что протоплазма жадно поглощаетъ извѣстныя красящія вещества. Если къ водѣ, въ которой находится амѣба, прибавимъ нѣсколько капель такой жидкости, отъ дѣйствія которой наше маленькое животное умираетъ, а затѣмъ прибавимъ одну или нѣсколько капель какой-нибудь краски, напр. нейтральнаго или слабо щелочнаго раствора кармина, или гематоксилина, или какой-нибудь анилиновой краски, или слабого раствора іода, то амѣба окрашивается извѣстнымъ образомъ.

Окраска эта неравнобѣрна. Сердцевинный слой, въ которомъ находятся зерна, является темнѣе, чѣмъ корковый, и обыкновенно въ немъ находятъ кругловатое пятно, болѣе сильно окрашенное, чѣмъ остальные части. Это образованіе, называемое ядромъ, иногда можно видѣть у живой амѣбы (рис. 1, С, Е и G, пи), но часто его присутствіе можетъ быть доказано лишь посредствомъ окраски (рис. 1, В).

Если мы будемъ разсматривать ядро при очень сильномъ увеличеніи, то мы увидимъ, что и оно окрашено неравнобѣрно. У нѣкоторыхъ амѣбъ это — круглое тѣлце, заключенное въ очень тонкую оболочку и состоящее изъ двухъ веществъ, изъ которыхъ одно сильно окрашивается извѣстными красящими веществами и потому носить названіе хроматина, тогда какъ другое, основное вещество ядра или ахроматинъ имѣетъ болѣе свѣтлую окраску или совсѣмъ не окрашивается. Относительное взаимное расположеніе хроматиноваго и ахроматиноваго вещества у различныхъ амѣбъ бываетъ различно: у однихъ зерна хроматина лежатъ въ ахроматиновомъ основномъ веществѣ (F), у другихъ хроматинъ расположенъ на поверхности или периферіи ядра, у нѣкоторыхъ онъ скучивается въ центрѣ. Въ послѣднемъ случаѣ въ ядрѣ замѣчается сильно окрашенное тѣлце, называемое хроматиновымъ ядрышкомъ.

Сейчасъ мы сказали, что амѣбы имѣютъ ядро то того, то другого вида; но не слѣдуетъ отсюда заключать, что одно и то же животное представляетъ различія въ этомъ отношеніи.



Это значить только то, что въ стоячихъ водахъ встрѣчаются нѣсколько видовъ амѣбъ, которые, наряду съ другими признаками, отличаются другъ отъ друга характеромъ своихъ ядеръ, подобно тому какъ различные виды рода *Felis*—кошка, левъ, тигръ, рысь и т. д.—помимо другихъ признаковъ, отличаются другъ отъ друга цвѣтомъ и рисункомъ своей шкуры. По методу двойной номенклатуры, введенной въ биологию Линнеемъ, одно и то же родовое названіе прилагается ко всѣмъ такимъ близкимъ между собою видамъ, но каждый видъ характеризуется еще другимъ специально ему принадлежащимъ видовымъ названіемъ. Такъ напр. къ роду „амѣба“ принадлежатъ виды: *Amoeba proteus* (рис. 1, С и Е) съ длинными лопастными псевдоподіями и съ ядромъ въ которомъ хроматиновыя аеріа расположены равномерно; *A. quarta* (А и В) съ короткими псевдоподіями и множествомъ ядеръ; *A. verrucosa* (Г) со сморщенной, складчатой поверхностью, неясными псевдоподіями и съ ядромъ, въ которомъ замѣчается центральное скопленіе хроматина (ядрышко), и многіе другіе виды <sup>1)</sup>.

Помимо ядра въ живой амѣбѣ часто можно видѣть еще другое образованіе. Это свѣтлое круглое пространство въ корковомъ слое (рис. 1, С, Е и Г, *case*), которое періодически, быстро сокращаясь, исчезаетъ и затѣмъ медленно появляется снова, такъ что эти періодическія движенія напоминаютъ пульсацию маленькаго безцвѣтнаго сердца. Это образованіе называется сократительной вакуолью и представляетъ полость, содержащую водянистую жидкость.

Сказанное до сихъ поръ можно резюмировать слѣдующимъ образомъ. Амѣба есть комочекъ протоплазмы, высылающій временные отростки или псевдоподіи, состоящій изъ коркового

---

<sup>1)</sup> Слѣдуетъ замѣтить, что различать виды рода „амѣба“ гораздо труднѣе, чѣмъ виды рода „кошка“. Съ одной стороны, внѣшніе признаки амѣбъ весьма непостоянны; такъ напр., форма псевдоподій, измѣняется въ зависимости отъ внѣшнихъ условий, и *Amoeba proteus* на холоду оказывается по виду похожей на *A. verrucosa*. Съ другой стороны, амѣбы, схожія по внѣшности, оказываются на самомъ дѣлѣ рѣзко различными и размножаются совершенно разными путями.



и сердцевиннаго вещества и содержащій ядро и сократительную вакуолю: ядро одѣто особой оболочкой и состоитъ изъ двухъ веществъ, хроматина и ахроматина; сократительная вакуоля есть лишь полость въ протоплазмѣ, содержащая водянистую жидкость. Всѣ эти факты относятся къ области морфологiи, т.-е. той части биологiи, которая изучаетъ форму и строеніе живыхъ существъ. Теперь мы должны еще изучить физиологiю нашего маленькаго животнаго, т.-е. рассмотреть отправленія или функціи, которыя оно въ состояніи совершать.

Прежде всего, какъ мы уже видѣли, оно двигается, и движеніе состоитъ въ медленномъ вытягиваніи и обратномъ вытягиваніи псевдоподій. Это выражаютъ обыкновенно, говоря, что амёба сокращается или обладаетъ сократительностью. Но при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что сокращеніе въ биологiи означаетъ не то же самое, что въ физикѣ. Когда говорятъ, что накаленный до красна кусокъ желѣза при охлажденіи сокращается или сжимается, то подъ этимъ подразумѣваютъ, что здѣсь происходитъ дѣйствительное уменьшеніе объема, причемъ кусокъ становится меньше во всѣхъ направленіяхъ. Но когда говорятъ, что амёба сокращается, то подъ этимъ подразумѣваютъ, что она, укорачиваясь въ одномъ направленіи, въ то же время удлинняется въ другомъ, такъ что при этомъ не происходитъ замѣтнаго измѣненія объема; каждый разъ, когда на какомъ-нибудь мѣстѣ вытягивается псевдоподія, соотвѣтствующее количество протоплазмы убываетъ въ какой-нибудь другой части тѣла.

Мы можемъ поэтому сказать, что сократительность есть функція протоплазмы амёбы, другими словами, это одно изъ отправленій, которыя въ состояніи совершать протоплазма.

Сокращеніе можетъ вызываться двоякимъ путемъ. Въ большинствѣ случаевъ движенія амёбы совершаются безъ замѣтнаго внѣшняго побужденія; это то, что у высшихъ животныхъ называютъ произвольными движеніями, т.-е. движенія, которыя диктуются волей и не стоятъ необходимо въ зависимости отъ внѣшняго раздраженія. Такія движенія называютъ автоматическими. Съ другой стороны движенія амёбы могутъ вызываться внѣшними раздраженіями, напр. внезапнымъ толчкомъ



или тѣмъ, что она приходитъ въ соприкосновеніе съ какимъ-нибудь предметомъ, годнымъ для питанія; такія движенія являются, какъ слѣдствіе раздраженія протоплазмы. Отсюда ясно, что протоплазма и автоматична, и способна раздражаться, другими словами, ея сокращенія могутъ происходить подъ вліяніемъ какъ внутреннихъ, такъ и внѣшнихъ раздраженій.

При извѣстныхъ обстоятельствахъ амёба временно утрачиваетъ способность движенія, вытягиваетъ свои псевдоподіи и становится простымъ круглымъ комочкомъ, на поверхности котораго образуется толстая, скорлуповидная оболочка, такъ называемая циста или клѣточная стѣнка (рис. 1, D).

Составъ ея въ точности неизвѣстенъ; мы можемъ сказать только, что она состоитъ не изъ протоплазмы, а по всей вѣроятности изъ азотистаго вещества, по своему составу похожаго на роговое вещество или, еще скорѣе, на хитинъ, образующій наружный панцирь насѣкомыхъ, ракообразныхъ и др. Пробывши нѣкоторое время въ такомъ инцистированномъ состояніи, амёба разрываетъ свою цисту, выходитъ наружу и снова начинать вести активную жизнь.

Очень часто во время своихъ странствованій амёба приходитъ въ соприкосновеніе съ какимъ-нибудь еще болѣе мелкимъ организмомъ, напр. съ діатомеей (см. лекцію XIV) или съ маленькой инфузоріей (см. лекціи X—XII). Когда это происходитъ, можно видѣть, какъ амёба обволакиваетъ свою добычу, пока послѣдняя погружается въ ея протоплазму, подобно тому какъ кусокъ мрамора можно вдавить въ комокъ глины (рис. 1, C. a). Такимъ образомъ діатомея (или соотвѣтствующій другой организмъ), оказывается заключенной въ полости, которую можно назвать пищевой вакуолей, и которая содержитъ также небольшое количество воды, захваченной вмѣстѣ съ добычей. Захваченная діатомея поглощается амёбой въ качествѣ пищи; стало быть дальнѣйшая дѣятельность, проявляемая нашимъ животнымъ, есть поглощеніе пищи, начало процесса питанія. Слѣдуетъ замѣтить, что принятіе пищи совершается здѣсь путемъ простаго поглощенія, т.е. организмъ, служащій пищею, цѣликомъ вбирается въ живую протоплазму. Замѣчено при этомъ, что обыкновенно амёба принимаетъ пищу на зад-



немъ концѣ тѣла, т.-е. на томъ концѣ, который при движеніи обращенъ назадъ.

Поглотивши такимъ образомъ добычу, амёба продолжаетъ свой путь, какъ ни въ чемъ не бывало; но при тщательномъ наблюденіи можно замѣтить, что поглощенный организмъ претерпѣваетъ извѣстныя измѣненія. Его протоплазма медленно разлагается; если онъ содержитъ хлорофиллъ (зеленое красящее вещество растеній), то послѣдній постепенно бурѣетъ, и въ концѣ концовъ не остается ничего, кромѣ клѣточной оболочки или раковины, которою облечены нѣкоторые мелкіе организмы, какъ напр. діатомей. Наконецъ амёба оставляетъ эту пустую клѣточную оболочку, медленно сползая съ нея, и такимъ образомъ освобождается отъ того, изъ чего она не можетъ извлечь никакой дальнѣйшей пользы. Итакъ, амёба въ состояніи поглощать, въ качествѣ пищи, живые организмы, разлагать или переваривать ихъ протоплазму и снова выбрасывать находящіеся въ нихъ нерастворимыя вещества. Замѣчательно, что при всемъ томъ не существуетъ ни особаго отверстія для поглощенія пищи (ротового отверстія), ни особой пищеварительной полости (желудка), ни особаго отверстія для выбрасыванія остатковъ пищеваренія (анального отверстія); пища поглощается просто вслѣдствіе того, что она обволакивается псевдоподіями, переваривается, находясь въ протоплазмѣ, и выбрасывается такимъ образомъ, что амёба просто соскальзываетъ съ нея.

Сейчасъ только было упомянуто, что протоплазма организма, служащаго пищей, разлагается или переваривается: рассмотримъ точнѣе, что это означаетъ.

Желудокъ вышнихъ животныхъ—напримѣръ нашъ собственный—вырабатываетъ въ своихъ стѣнкахъ особую жидкость, которую называютъ желудочнымъ сокомъ. Когда эта жидкость приходитъ въ соприкосновеніе съ бѣлкомъ или вообще какимъ-нибудь протениновымъ веществомъ, то происходитъ замѣчательное измѣненіе послѣдняго. Бѣлковое тѣло разлагается и въ то же время становится способнымъ диффундировать, т.-е., подобно раствору соли или сахара, проходить черезъ органическія перепонки (ср. стр 5). Способные диффундировать бѣлки, образующіеся такимъ образомъ при дѣйствіи желудочнаго сока на обыкновенныя бѣлковыя вещества, называютъ пеп-



тонами; это превращение совершается под влиянием одной составной части желудочного сока, называемой пепсиномъ.

Едва ли можно сомнѣваться, что протоплазма амёбы способна перевести протоплазму своей добычи въ растворимую и способную диффундировать форму, быть можетъ подъ влияниемъ вещества, сходнаго съ пепсиномъ, и что эти растворенныя вещества диффундируютъ черезъ тѣло амёбы, пока последнее совершенно не пропитывается ими. Мы можемъ такимъ образомъ сравнить амёбу съ губкой, способной вбирать въ себя воду, причемъ сама губка представляла бы живую протоплазму, а вода—проникающій ее растворъ бѣлковъ. Доказано опытами, что бѣлковыя тѣла представляютъ единственный видъ пищи, которою можетъ пользоваться амёба; такъ какъ она не въ состояннн переваривать ни крахмалъ, ни жиръ—двѣ весьма важныя составныя части пищи вышихъ животныхъ. Однако вмѣстѣ съ пищей должны поглощаться также минеральныя вещества въ видѣ слабыхъ водныхъ растворовъ, ибо вода, въ которой живетъ амёба, никогда не бываетъ абсолютно чиста.

Когда амёба, такъ сказать, проникнута питательнымъ растворомъ, совершается очень важный процессъ. Составные элементы этого раствора, расположенные до сихъ поръ въ формахъ пептоновъ, минеральныхъ солей и воды, группируются иначе и при томъ такимъ образомъ, что образуютъ новыя частицы живой протоплазмы, которыя располагаются между раньше существовавшими частицами. Словомъ, пища а с с и м и л и р у е т с я или превращается въ настоящее живое вещество амёбы.

Нетрудно догадаться, каковъ будетъ результатъ этого образования новой протоплазмы: если не будетъ никакихъ препятствій, амёба должна р а с т и, причемъ этотъ ростъ совершается приблизительно такимъ же образомъ, какъ увеличивалась бы куча камней, если бы въ нее постепенно впихивать все новые и новые камни. Этотъ видъ роста, когда новыя частицы располагаются между старыми, называется ростомъ посредствомъ и н т у с с у с ц е п ц и и; онъ очень характеренъ для роста протоплазмы. Его необходимо отмѣтить особымъ названіемъ, такъ какъ есть еще другой способъ роста, характерный для минераловъ, но встрѣчающійся иногда и въ организованныхъ тѣлахъ. Кристаллы квасцовъ, помѣщенный въ насыщенномъ растворѣ



того же вещества, также растет, но его рост происходит путем наложенія новыхъ слоевъ на поверхности первоначальнаго кристалла, почти такъ же, какъ можетъ увеличиться восковая свѣча, если ее нѣсколько разъ погружать въ расплавленный воскъ. Это можно доказать, окрасивши кристаллъ, прежде чѣмъ помѣщать его въ растворъ, гематоксилиномъ или какою-нибудь другою краской. И тогда можно видѣть, что постепенно нарастающій безцвѣтный слой откладывается вокругъ окрашеннаго кристалла. Если бы ростъ происходилъ посредствомъ интусусцепции, то по мѣрѣ роста кристалла замѣчалось бы постепенное блѣднѣніе краски. Этотъ видъ роста, когда постепенно накладываются новые слои, называется ростомъ посредствомъ аппозиціи.

По всей вѣроятности, упомянутая выше циста амѣбы растетъ путемъ аппозиціи. По аналогіи съ другими организмами можно думать, что поверхность превратившейся въ круглый комочекъ протоплазмы амѣбы подвергается химическому измѣненію, которое ведетъ къ образованію тонкаго поверхностнаго слоя не протоплазматическаго вещества. Этотъ процессъ повторяется, причемъ отлагаются все новые и новые слои, пока клѣточная стѣнка не достигнетъ своей нормальной толщины. Слѣдовательно циста представляетъ вещество, выдѣляемое или, пожалуй, отдѣляемое протоплазмой: мы здѣсь впервые имѣемъ дѣло съ процессомъ отдѣленія секрета и съ продуктомъ отдѣленія.

Изъ того факта, что амѣба рѣдко достигаетъ въ діаметрѣ болѣе  $\frac{1}{4}$  мм., можно заключить, что что-нибудь должно мѣшать постоянному росту ея, который является, какъ результатъ питанія и ассимиляціи. Мы все знаемъ, что происходитъ съ нами: когда мы совершаемъ извѣстную работу, напр. пройдемъ нѣсколько верстъ или поднимемъ извѣстное количество тяжестей, мы претерпѣваемъ нѣкоторую потерю вещества, которая даетъ себя знать уменьшеніемъ вѣса, а также чувствомъ голода. Когда наше тѣло совершаетъ извѣстное количество работы, оно испытываетъ соотвѣтственную потерю вещества, точно такъ же, какъ всякій разъ, когда вспыхиваетъ огонь, потребляется извѣстное количество горючаго матерьяла.

То же самое, но въ значительно меньшемъ масштабѣ, про-



исходить и съ амёбой. Каждый разъ когда она вытягиваетъ и втягиваетъ свои псевдоподіи, каждый разъ когда она сокращаетъ свою вакуолю, она совершаетъ опредѣленную работу, передвигаетъ извѣстное количество протоплазмы на извѣстное пространство. А каждое движеніе, какъ бы незначительно оно ни было, сопровождается соотвѣтствующей потерей вещества, причемъ извѣстное количество протоплазмы окисляется, другими словами, испытываетъ процессъ горѣнія при низкой температурѣ.

Когда мы говоримъ, что какое-нибудь горючее тѣло сгораетъ, то мы разумѣемъ подъ этимъ, что оно соединяется съ кислородомъ, образуя извѣстные продукты горѣнія, происходящіе вълѣдствіе химическаго соединенія кислорода со сгорающимъ веществомъ. Если напр. сгораетъ углеродъ, то продуктомъ его горѣнія является углекислота ( $C + O_2 = CO_2$ ), когда сгораетъ водородъ, то образуется вода ( $H_2 + O = H_2O$ ). Продукты медленнаго горѣнія, которому постоянно подлежитъ наше тѣло, и суть эти два вещества: углекислота, которая выдѣляется главнымъ образомъ въ выдыхаемомъ воздухѣ, и вода, которая выдѣляется главнымъ образомъ съ потомъ и съ мочей—въ послѣдней имѣетъ съ двумя встрѣчающимися преимущественно въ мочѣ азотистыми соединеніями, мочевиной ( $CH_4N_2O$ ) и мочевою кислотой ( $C_5H_4N_4O_3$ ). У нѣкоторыхъ животныхъ мочевины и мочева кислота замѣняются другими соединеніями, напр. гуаниномъ ( $C_5H_5N_5O$ ) но можно считать доказаннымъ, что у всѣхъ живыхъ существъ продукты горѣнія суть углекислота, вода и азотистое вещество, имѣющее болѣе простой составъ, чѣмъ бѣлковыя тѣла, и близкое къ одному изъ трехъ только что упомянутыхъ веществъ.

Съ этимъ распаденіемъ бѣлковыхъ тѣлъ неизмѣнно связана жизненная дѣятельность всѣхъ организмовъ. Подобно тому какъ полезная механическая работа можетъ быть произведена паденіемъ тяжести съ извѣстной высоты до уровня почвы, такъ и работа, совершаемая организмомъ, есть результатъ распаденія его сложныхъ бѣлковыхъ соединеній до уровня болѣе простыхъ веществъ. Въ обоихъ случаяхъ потенциальная или покоящаяся энергія превращается въ кинетическую или дѣятельную энергію.

Въ рассматриваемомъ нами случаѣ намъ приходится, ко-



нечно, основываться болѣе на аналогіи, а не на прямыхъ наблюденіяхъ и экспериментахъ. Но мы можемъ быть вполне увѣрены, что и продукты горѣнія, выделяемые амёбой, содержатъ углекислоту, воду и нѣкоторые болѣе простые, сравнительно съ бѣлковыми тѣлами, азотистыя соединенія.

Эти продукты выдѣленія удаляются отчасти всей поверхностью тѣла, отчасти, кажется, вслѣдствіе дѣятельности сократительной вакуоли. Повидимому, поглощенная съ пищей вода вмѣстѣ съ водой, образованной при окисленіи протоплазмы, направляется къ вакуоли и при сокращеніи послѣдней выталкивается наружу. Слѣдовательно, мы имѣемъ здѣсь новую функцію, обнаруживаемую амёбой, выдѣленіе экскрета или удаленіе продуктовъ разрушенія.

Чтобы избѣжать недоразумѣнія, мы должны предупредить читателя, что слово „экскретъ“ часто употребляется въ двоякомъ смыслѣ; такъ говорятъ часто о твердыхъ и жидкихъ экскретахъ. У амёбъ твердые экскреты, или правильнѣе, экскременты (faeces) состоятъ изъ такихъ вещей, какъ клѣточные стѣнки, крахмальные зерна и другія непереваримыя для нея части организмовъ, служащихъ ей пищей; но выбрасываніе такихъ непереваримыхъ, а слѣдовательно, совершенно неизмѣненныхъ частей, такъ же мало можно назвать выдѣленіемъ экскрета, какъ выплевываніе вишневой косточки, ибо въ томъ, и въ другомъ случаѣ это просто такія части пищи, которыя никогда не ассимилируются и не превращаются въ составную часть организма. Напротивъ, настоящій экскретъ представляетъ всегда продуктъ обмѣна веществъ, продуктъ разложенія протоплазмы.

Высказанное раньше положеніе, что протоплазма амёбы постоянно подвергается окисленію, предполагаетъ постоянный притокъ кислорода. Вода, въ которой она живетъ, постоянно содержитъ этотъ газъ; съ другой стороны, какъ мы видѣли, протоплазма постоянно образуетъ углекислоту. А когда два газа отдѣлены другъ отъ друга пористой стѣнкой, между ними происходитъ обмѣнъ, причемъ каждый изъ нихъ диффундируетъ въ пространство, занятое другимъ. Этотъ процессъ диффузіи газовъ происходитъ постоянно между углекислотой, образующейся внутри амёбы, и кислородомъ окружающей воды, при-



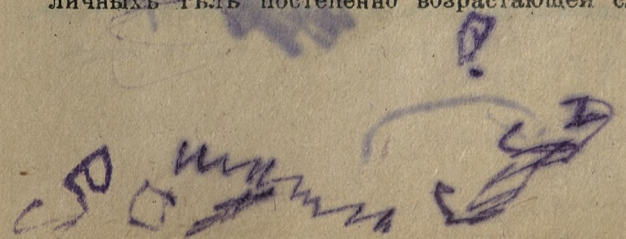
чемъ протоплазма играетъ роль пористой стѣнки. Такимъ путемъ выделяется углекислота и въ то же время происходитъ притокъ кислорода для дальнѣйшаго окисленія.

Поглощеніе кислорода можно разсматривать, какъ своего рода процессъ питанія, въ которомъ пища не твердая и не жидкая, а газообразная, подобно тому какъ мы можемъ говорить о „питаніи“ огня углемъ и воздухомъ. А отдача углекислоты, какъ мы видѣли, есть процессъ выдѣленія. Но вообще принято этотъ процессъ обмѣна газовъ называть дыханіемъ, и въ этомъ мы видимъ дальнѣйшую функцію, присущую протоплазмѣ амѣбы.

Окисленіе протоплазмы въ тѣлѣ организма, такъ же какъ и гореніе дерева или угля, сопровождается развитіемъ тепла. Несомнѣнно, что образованіе тепла происходитъ и у амѣбы, хотя непосредственно это и не было доказано для нея. Однако образуемое такимъ образомъ тепло постоянно теряется, передаваясь окружающей водѣ, такъ что, если бы мы могли измѣрить температуру амѣбы, то вѣроятно оказалось бы, что она, подобно температурѣ лягушки, отличается очень мало или даже совсѣмъ не отличается отъ температуры окружающей среды.

Итакъ, мы видимъ, что внутри амѣбы постоянно совершается цѣлый рядъ химическихъ процессовъ. Эти процессы можно раздѣлить на двѣ группы: 1) тѣ, которые начинаются перевариваніемъ пищи и оканчиваются образованіемъ живой протоплазмы, и 2) тѣ, которые имѣютъ дѣло съ разрушеніемъ протоплазмы и оканчиваются выдѣленіемъ продуктовъ разрушенія.

Совокупность этихъ процессовъ и называютъ общимъ именемъ метаболизма. Прежде всего пища переваривается, диффундируетъ черезъ протоплазму и наконецъ превращается въ новую живую протоплазму: это — процессы конструктивнаго (построительнаго) метаболизма. Затѣмъ протоплазма постепенно распадается и превращается въ продукты выдѣленія: это — процессъ деструктивнаго (разрушительнаго) метаболизма. Несомнѣнно, и тотъ, и другой — суть чрезвычайно сложные процессы. Вѣроятно, что послѣ того, какъ пища растворилась, происходитъ послѣдовательное образованіе различныхъ тѣлъ постепенно возрастающей сложности, которое





оканчивается образованіемъ протоплазмы; что протоплазма, разъ образовавшись, распадается на цѣлый рядъ веществъ, все менѣе и менѣе сложныхъ, и что конецъ этого ряда образуютъ сравнительно простые продукты выдѣленія. Вѣроятно, и зерна въ сердцевинномъ слѣѣ можно разсматривать, какъ различныя промежуточные вещества, заключенныя въ собственной протоплазмѣ.

Такимъ образомъ живая протоплазма есть самое непостоянное вещество; оно не остается одной и той же въ продолженіе двухъ слѣдующихъ другъ за другомъ секундъ; она разлагается, чтобы сейчасъ же созидаться снова, и созидается, чтобы снова подвергнуться разрушенію; ея существованіе зависить, подобно водопаду или фонтану, отъ постоянного притока и оттока матеріи.

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что, если приходъ амѣбы т.е. совокупный вѣсь поглощенныхъ веществъ (пища+кислородъ++ вода) будетъ больше, чѣмъ расходъ, т.е. общій вѣсь выдѣленныхъ веществъ (экскременты+собственно выдѣленія+углекислота), то животное будетъ расти; если приходъ меньше расхода, то оно будетъ уменьшаться; если приходъ равенъ расходу, то вѣсъ животного останется неизмѣннымъ, и оно будетъ находиться въ состояніи фізіологическаго равновѣсія.

Итакъ, мы видимъ, что основное условіе существованія отдѣльной амѣбы заключается въ томъ, что она способна изъ поглощаемой пищи образовать новую протоплазму. Но этого еще недостаточно. Амѣбы, какъ и другія живыя существа, подвержены всякаго рода случайностямъ; онѣ могутъ быть съѣдены другими организмами, или водное вмѣстилище, въ которомъ онѣ живутъ, можетъ высохнуть; тѣмъ или другимъ путемъ, но онѣ постоянно подвергаются гибели. Отсюда ясно, что для того, чтобы племя амѣбъ не вымерло, должно существовать какое-нибудь приспособленіе, въ слѣдствіе котораго составляющія это племя особи были въ состояніи производить новыя особи. Другими словами, амѣбы въ придачу къ другимъ функциямъ, должны обладать также способностью въспраизведенія или размноженія.

Амѣба размножается обычно слѣдующимъ образомъ. Ядро дѣлится надвое, затѣмъ все тѣло удлинняется, причемъ ядра



расходятся къ противоположнымъ концамъ; въ серединѣ вытянутого тѣла появляется борозда (рис. 1, I); эта борозда врѣзывается все глубже и глубже и, наконецъ, раздѣляетъ все тѣло на двѣ отдѣльныхъ амѣбы, которыя съ этихъ поръ начинаютъ вести независимое существованіе.

Процессъ дѣленія ядра амѣбы во многихъ случаяхъ, какъ

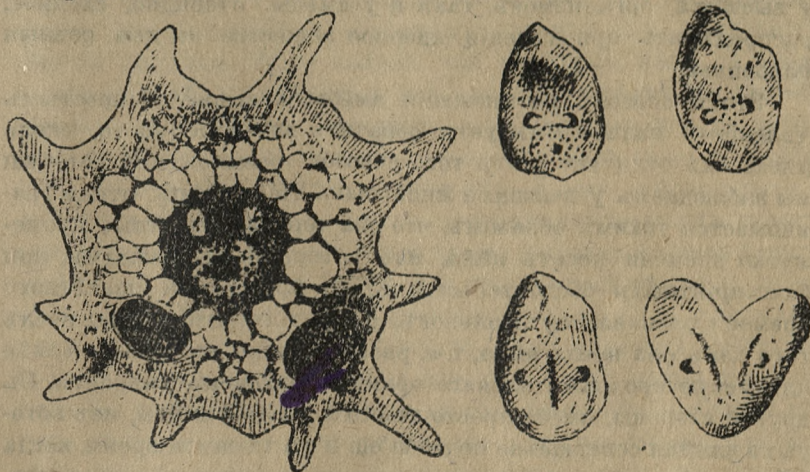


Рис. 2.

Парамѣба и каріокинетическое дѣленіе ея споръ.

Съ лѣвой стороны рисунка—взрослая форма съ псевдоподіями, съ ячеистымъ строеніемъ коркового и сердцевиннаго слоя протоплазмы, снизу — двѣ діатомеи въ пищевыхъ вакуоляхъ, въ центрѣ ядро съ ядрышкомъ и хроматиновыми зернами, а надъ нимъ веретенообразное тѣло—центросома.

Съ правой стороны рисунка 4 стадіи каріокинетическаго дѣленія жгутиковой споры; въ ядрѣ ядрышко исчезаетъ, а хроматиновые зерна сначала располагаются въ одну плоскость (на рис.—линію), а потомъ раздѣляются на двѣ такихъ же дочернихъ группы; центросомы дѣлятся надвое, и изъ вещества, связывающаго обѣ половины, возникаетъ веретено, по экватору котораго и располагаются хроматиновые зерна. — Жгуты споръ при дѣленіи отпадаютъ.

показываютъ новѣйшія изслѣдованія, оказывается очень сложнымъ (рис. 2). Хроматинъ распадается передъ дѣленіемъ на мелкія зерна, равной величины и формы; эти зерна располагаются въ одной плоскости, а затѣмъ распределяются на двѣ дочернія группы, изъ которыхъ уже и образуются ядра двухъ дочернихъ амѣбъ. Ахроматиновое вещество слагается при этомъ

Паркеръ. Лекціи по элемент. биологіи.





въ правильныя веретенообразныя фигуры, при чемъ въ полюсахъ веретена оказываются особыя тѣльца центросомы, у спокойной недѣлящейся амёбы помѣщающіяся рядомъ съ ядромъ. Этотъ сложный процессъ дѣленія ядра изученъ подробнѣе въ клѣткахъ высшихъ организмовъ и назыв. каріокинезомъ: онъ описанъ въ лекціи VI (рис. 10). Назначеніе каріокинеза какъ у высшихъ организмовъ, такъ и у амёбы, очевидно, сходное: распределить при дѣленіи ядерное вещество на двѣ равныя половины.

Этотъ способъ размноженія амёбы называютъ простымъ дѣленіемъ надвое. Слѣдуетъ обратить вниманіе на то, сколько онъ отличается отъ того способа размноженія, который мы наблюдаемъ у высшихъ животныхъ. Напримѣръ, птица размножается такимъ образомъ, что она черезъ извѣстные промежутки времени несетъ яйца, изъ которыхъ въ каждомъ, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, по прошествіи извѣстнаго времени, развивается цыпленокъ; кромѣ того, птица-мать, послѣ того какъ она несла яйца, т.-е. размножилась въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени, наконецъ умираетъ. Съ другой стороны, амёба просто дѣлится на двѣ амёбы, изъ которыхъ каждая совершенно подобна ей, и въ то самое время, когда она дѣлится, она прекращаетъ свое индивидуальное существованіе. Въмѣсто послѣдовательнаго произведенія потомковъ родительскимъ организмомъ, который въ концѣ концовъ умираетъ, мы имѣемъ здѣсь единовременное произведеніе потомковъ путемъ дѣленія родительскаго организма, который не умираетъ, но просто переходитъ въ свое потомство. Наврядъ ли можно найти еще лучшій примѣръ въ подтвержденіе взгляда, что размноженіе есть прерываемый ростъ.

Кромѣ дѣленія надвое для многихъ амёбъ извѣстенъ еще другой способъ размноженія: образованіе споръ. Последнее наблюдается обыкновенно у амёбъ, выдѣлившихъ вокругъ себя цисту. Ядро такой инцистированной амёбы распадается надвое (часто путемъ каріокинеза), затѣмъ каждое изъ дочернихъ ядеръ снова надвое и т. д., до тѣхъ поръ, пока въ общей протоплазматической массѣ не окажется болѣе или менѣе значительнаго числа ядеръ. Когда процессъ дѣленія ядеръ останавливается, протоплазматическое тѣло амёбы распадается



на соответствующее число участковъ, каждый изъ которыхъ содержитъ по одному ядру. Эти одноядерныя тѣльца и называются спорами. Когда циста лопається, споры выпадаютъ наружу. У однихъ амёбъ, какъ у *Amoeba proteus*, споры при выходѣ изъ цисты вполне похожи на взрослую амёбу и отличаются отъ нея только малыми размѣрами. Въ другихъ случаяхъ между спорой и взрослымъ организмомъ замѣчается рѣзкая разница. Такое явленіе мы находимъ, напр., у *Paramecium eilhardi*, по вѣншнему виду вполне похожей на *Amoeba proteus*. Здѣсь споры, выходящія изъ цисты, не могутъ измѣнить своей формы и выпускать псевдоподіи, какъ взрослая амёба. Онѣ имѣютъ опредѣленную вѣншнюю форму (яйцевидную) и движутся при помощи особыхъ протоплазматическихъ отростковъ — жгутиковъ, какъ движется хламидомонада, которой будетъ посвящена слѣдующая лекція. Эти жгутиковые споры въ теченіе нѣкотораго времени свободно плаваютъ въ водѣ и передвигаются при этомъ гораздо быстрее, чѣмъ взрослая амёба, заходятъ въ такіе уголки, куда взрослая амёба имѣла бы мало шансовъ заплзти при помощи своихъ псевдоподій. Споры могутъ дѣлиться надвое, причемъ ядро дѣлится путемъ каріокинеза (рис. 2); въ результатъ дѣленія получаютъ двѣ одинаковыя жгутиковые споры. При превращеніи во взрослую амёбу жгутиковые споры теряютъ свои жгуты, падаютъ на дно и выпускаютъ псевдоподіи, при помощи которыхъ онѣ теперь двигаются и захватываютъ пищу, постепенно увеличиваясь въ размѣрахъ.

Размноженіе спорами сходно съ размноженіемъ простымъ дѣленіемъ въ томъ отношеніи, что и здѣсь каждая спора представляетъ изъ себя только одну изъ частей родительскаго тѣла, которое дѣликомъ переходитъ въ свое потомство, не оставляя ни одной части своей въ видѣ трупа. Отсюда можно вывести, что амёба, если только она не подвергается насильственной смерти, на самомъ дѣлѣ безсмертна. Это заключеніе нуждается, однако въ нѣкоторыхъ ограниченіяхъ. По аналогіи съ инфузоріями можно думать, что такіе организмы, какъ амёбы, не безгранично могутъ размножаться простымъ дѣленіемъ, но что отъ времени до времени двѣ особи приходятъ въ соприкосновеніе и совершенно сливаются другъ съ другомъ. Такое слія-

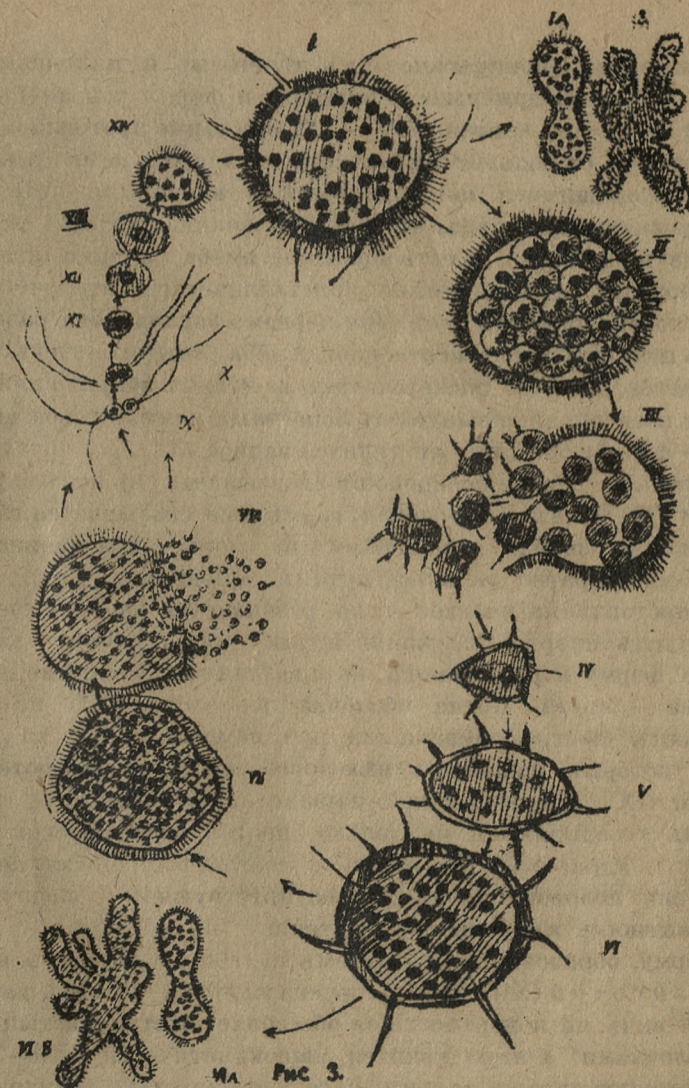


ніе или конъюгація наблюдалось, правда, далеко не у всѣхъ амёбъ. Оно происходитъ сравнительно рѣдко при томъ или иномъ видоизмѣненіи внѣшнихъ условій, а потому, чтобы открыть конъюгацію у даннаго вида амёбы, надо снѣдить въ продолженіе многихъ недѣль и мѣсяцевъ за его жизнью въ какой нибудь лужѣ или въ аквариумѣ. Настолько точно и подробно удалось до сихъ поръ изучить жизнь только очень немногихъ видовъ амёбъ— всего подробнѣе одной морской формы, которой дано названіе *Trichosphaerium Sieboldi*, т.е. Зибольдовъ (въ честь ученаго)—волосатый шарикъ (рис. 3). Эта амёба кажется волосатой потому, что ея поверхностный слой усаженъ дѣйствительно какъ бы волосами—кристалликами углекислой магнезій, которые, псевдиму, защищаютъ тѣло амёбы отъ механическихъ поврежденій.

Длинные пальцевидныя псевдоподіи отходятъ въ небольшомъ числѣ, то втягиваясь, то вытягиваясь въ видѣ лучей на шаровидномъ тѣлѣ (I). Впрочемъ, часто наша амёба вытягиваетъ свои пальцевидныя псевдоподіи и начинаетъ ползати, выпуская широкія лопасти, причѣмъ шаровидная форма утрачивается (I A). Въ такомъ состояніи амёба обыкновенно дѣлится надвое. Подобно *Amoeba quanta*, она обладаетъ большимъ количествомъ ядеръ, которыя распределяются между двумя половинами дѣлящейся амёбы. Иногда амёба дѣлится на двѣ рѣзко неровныя части: отъ нея отдѣляется лишь небольшой комочекъ протоплазмы съ однимъ только ядромъ; такой способъ размноженія называется почкованіемъ, а отдѣлившаяся маленькая амёба—почкой (I B). Иногда все тѣло амёбы сразу распадается на большое количество почекъ (I B). Убыль ядеръ при дѣленіи и почкованіи только временная, такъ какъ ядра непрерывно размножаются дѣленіемъ. Размноженіе описанными способами не мѣшаетъ амёбѣ одновременно усиленно питаться и расти.

Новотъ, обыкновенно въ одну изъ ночей, наступаетъ періодъ покоя: амёба втягиваетъ всѣ свои псевдоподіи, свертывается въ неподвижный шарикъ; питаніе и ростъ прекращаются, и протоплазма распадается на отдѣльныя комочки вокругъ каждаго изъ ядеръ (II). Образующій оболочку поверхностный слой съ палочками лопается и наружу выходятъ маленькія амёбообразныя одноядерныя споры (III). Эти споры растутъ, ихъ ядра





та. Рис 3.

### Полный жизненный цикл *Trichosphaerium Sieboldi*.

I. Форма с иголками в поверхностном слое, с пальцевидными псевдоподиями и многочисленными ядрами. I А. Деление надвое. I В. Почкование. II. Спорообразование. III. Выход амёбообразных спор. IV — V. Развитие спор путем кариокинетического размножения ядер.

VI. Форма без иголок в поверхностном слое, развивающаяся из амёбообразных спор. VI А. Деление надвое. VI В. Почкование. VII—VIII. Образование и выход жгутиковых спор. IX—XI. Конъюгация. XII—XIV Развитие формы с иголками.



размножаются каріокинетическимъ дѣленіемъ и, мало-по-малу, каждая изъ нихъ принимаетъ размѣры и форму той амёбы, съ которой мы начали описаніе (IV. — VI). Это также протоплазматическій шарикъ съ большимъ количествомъ ядеръ и немногими лучисто расходящимися пальцевидными псевдоподіями (VI). Однако, бросается въ глаза, что какъ ни велико сходство между этими двумя амёбами, но есть и разница: амёба, развившаяся изъ амёбообразной споры, не имѣетъ кристаллическихъ иголокъ въ своемъ поверхностномъ слоѣ. При первомъ взглядѣ эта разница можетъ показаться несущественной. Амёба безъ иголокъ такъ же питается, растетъ, движется, такъ же можетъ вбирать пальцевидныя псевдоподіи и выпускать лопастные, измѣняя свою шаровидную форму; она такъ же дѣлится надвое (VI A) и почкуется (VI B), такъ же, вбирая псевдоподіи, свертывается въ покоющуюся форму (VII). Но въ покоющейся формѣ уже сказывается глубокое различіе: передъ распаденіемъ на споры ядра начинаютъ быстро многократно дѣлиться путемъ каріокинеза. Вслѣдствіе этого протоплазматическое тѣло разбивается на большое число мелкихъ споръ. Послѣднія имѣютъ опредѣленную яйцевидную форму и развиваютъ по два длинныхъ нитевидныхъ отростка — жгута. Когда оболочка лопаются (VIII), изъ нея выбѣгаютъ быстро движущіяся при помощи этихъ жгутовъ споры, которыя, поплававъ нѣкоторое время, разбиваются на парочки (IX). Споры каждой пары сливаются между собою, причемъ соединяются не только протоплазматическія тѣла (X), но и ядра (XI). Въ этомъ и состоитъ процессъ конъюгации или половой процессъ, соответствующій оплодотворенію у высшихъ животныхъ и растений.

Форму, образовавшуюся путемъ слитія двухъ споръ, называютъ зиготой (XII). Зигота лишена жгутовъ — имѣетъ шарообразный видъ; на поверхности ея обособляется студенистый слой съ иголочками, а ядро дѣлится каріокинетически (XIII—XIV). Мало-по-малу, путемъ дальнѣйшаго роста зиготы и размноженія ядеръ получается та форма *Trichosphaerium*, съ которой мы начали описаніе (I). Присутствіе или отсутствіе кристаллическихъ иголокъ въ поверхностномъ слоѣ оказывается внѣшнимъ, по своей функции, можетъ быть, весьма несущественнымъ признакомъ, который, однако, совпадаетъ съ глубокимъ основнымъ



различіемъ: амёба съ кристаллическими иголочками развивается изъ конъюгирующихъ жгутиковыхъ споръ, а форма безъ иголочекъ—изъ неспособныхъ къ конъюгаціи амёбообразныхъ споръ.

Мы прослѣдили полный жизненный циклъ одной амёбы; есть основаніе думать, что способы размноженія другихъ амёбъ не менѣе сложны и разнообразны, но въ большинствѣ случаевъ намъ извѣстны лишь отдѣльныя стадіи полнаго цикла.

Въ заключеніе мы приведемъ нѣкоторые данныя относительно жизненныхъ условій амёбъ, т.-е. тѣхъ условій, при которыхъ онѣ живутъ или умираютъ, иначе говоря, которыя дѣйствуютъ на нихъ благопріятно или неблагопріятно.

Начать съ того, что онѣ могутъ жить лишь въ предѣлахъ извѣстной температуры. Средняя температура, при которой онѣ живутъ въ умѣренно теплую погоду, приблизительно  $15^{\circ}\text{C}$ . При медленномъ нагреваніи выше этой температуры, ихъ движенія сначала становятся болѣе быстры, затѣмъ дѣлаются все болѣе и болѣе вялыми и, наконецъ, при  $30-35^{\circ}$  совершенно прекращаются, хотя при пониженіи температуры могутъ начаться снова. Если нагреваніе доходитъ до  $40^{\circ}\text{C}$ , то протоплазма свертывается, и животное умираетъ; тогда говорятъ, что оно подвергается тепловому оцпенѣнію, т.-е. смерти, вызванной чрезмернымъ тепломъ. Подобнымъ же образомъ при охлажденіи ниже обыкновенной температуры, движенія становятся все медленнѣе и медленнѣе и при точкѣ замерзанія ( $0^{\circ}\text{C}$ ) совершенно приостанавливаются. Но замерзаніе, въ отличіе отъ чрезмернаго нагреванія, не убиваетъ протоплазмы, а только временно дѣлаетъ ее недѣятельной; при оттаиваніи движенія начинаются снова. Такимъ образомъ мы можемъ различать *optimum* температуры, при которомъ жизненныя функціи совершаются съ наибольшею живостью, *maximum* и *minimum* температуры, выше и ниже которыхъ онѣ приостанавливаются, и ультрамаксимальную температуру, при которой слѣдуетъ смерть. Какова ультранимальная температура для амёбъ, неизвѣстно.

Другой важный пунктъ, на который слѣдуетъ обратить вниманіе, это—количество воды, находящейся въ протоплазмѣ въ качествѣ организационной воды (ср. стр. 4). Если передъ нами



прѣсноводная амёба, то вода, въ которой живётъ она, хотя и прѣсная, но содержитъ въ растворѣ извѣстный процентъ солей и на протоплазму оказываетъ вліяніе всякое измѣненіе въ густотѣ окружающей среды, если напр. замѣнить ее дистиллированной водой и такимъ образомъ уменьшить ея густоту, или, наоборотъ, прибавляя соли, увеличить ее. Прибавленіе обыкновенной поваренной соли (хлористаго натрія) до 20% дѣлаетъ то, что амёба втягиваетъ свои псевдоподіи и съеживается до извѣстнаго предѣла; тогда говорятъ, что она находится въ состояніи сухого оцѣпенѣнія. При такихъ обстоятельствахъ, прибавляя извѣстное количество воды, достаточное для того, чтобы возвратитъ жидкости ея прежнюю густоту, можно снова привести животное въ нормальное состояніе.

При этомъ, однако, слѣдуетъ замѣтитъ, что вредное вліяніе избытка соли сказывается только тогда, когда соль прибавляется вдругъ. При постепенномъ прибавленіи поваренной соли можно приготовить амёбу къ тому, что она будетъ жить въ 40% растворѣ, т.е. въ растворѣ вдвое болѣе крѣпкомъ, чѣмъ тотъ, который при внезапномъ прибавленіи вызываетъ уже оцѣпенѣніе. Точно также, если передъ нами морская амёба, какъ *Trichosphaerium*, то она можетъ погибнуть при внезапномъ прибавленіи морской воды прѣсною, а ровно и при замѣнѣ морской воды болѣе концентрированнымъ растворомъ поваренной соли.

Изъ того, что выше было сказано о дыханіи, слѣдуетъ, что свободный кислородъ необходимъ для существованія амёбъ. Съ другой стороны, свѣтъ, повидимому, не составляетъ такого необходимаго условія, такъ какъ живыя амёбообразныя движенія могутъ совершаться и въ темнотѣ.



## ЛЕКЦІЯ II.

### *Chlamidomonas.*

Дождевая вода, скопляющаяся въ лужахъ, въ кровельныхъ желобахъ и въ другихъ мѣстахъ, часто имѣетъ зеленую окраску. Эта окраска происходитъ вслѣдствіе присутствія различныхъ организмовъ — растений или животныхъ, изъ которыхъ одинъ изъ самыхъ обыкновенныхъ есть *Chlamidomonas brauni*.

Подобно амѣбѣ, хламидомонада настолько мала, что для ея наблюденія необходимо сильное увеличеніе. При увеличеніи въ 300 или 400 разъ она имѣетъ форму яйцевиднаго тѣла (рис. 4, А) ярко-зеленаго цвѣта.

Подобно амѣбѣ, она находится въ постоянномъ движеніи, но характеръ движенія въ обоихъ случаяхъ неодинаковъ. Наблюдая подъ микроскопомъ, можно видѣть, что находящаяся въ движеніи хламидомонада плаваетъ въ полѣ зрѣнія по всѣмъ направленіямъ съ кажущеюся быстротой. Мы говоримъ „съ кажущеюся быстротой“, потому что масштабъ движенія увеличивается настолько же, какъ и самъ организмъ, и то, что подъ микроскопомъ кажется быстрымъ бѣгомъ, на самомъ дѣлѣ, если раздѣлить на 300 или 400, оказывается медленнымъ ползаньемъ. Найдено, что такіе организмы, какъ хламидомонады, проходятъ разстояніе въ одинъ футъ въ промежутокъ времени отъ 1/4 часа до 1 часа или, выражая это иначе, что они проходятъ въ 1 секунду разстояніе, въ 2 1/2 раза большее ихъ собственнаго діаметра. При плаваніи заостренный конецъ яйце-



виднаго тѣла постоянно обращенъ впередъ, и одновременно съ поступательнымъ движеніемъ происходитъ постоянное вращеніе тѣла около его длинной оси.

Тщательное наблюденіе показываетъ, что очертанія плавающей хламидомонады не измѣняются, такъ что здѣсь, очевидно, не происходитъ образования псевдоподій, и причина движенія на первыхъ порахъ остается нѣсколько загадочною. Однако, спустя нѣкоторое время, наше маленькое существо приходитъ въ покой, и тогда можно видѣть двѣ отходящія отъ заостреннаго конца чрезвычайно тонкія, безцвѣтныя нити (рис. 4 1. *f*); это жгуты. Когда хламидомонада приходитъ въ покой, можно видѣть, какъ эти жгуты медленно колеблются назадъ и впередъ, когда же это медленное движеніе переходитъ въ быстрое, то все тѣло приходитъ въ движеніе, причемъ жгуты дѣйствуютъ въ водѣ, какъ пара чрезвычайно тонкихъ и гибкихъ плавниковъ или веселъ. Итакъ, движенія хламидомонады не амѣбообразны, т.-е. они не вызываются вытягиваніемъ и втягиваніемъ псевдоподій; они относятся къ разряду такъ называемыхъ рѣсничныхъ движеній, которыя происходятъ вслѣдствіе быстрого колебанія рѣсницъ или жгутовъ. Мы уже видѣли такой способъ движенія у жгутиковыхъ споръ нѣкоторыхъ амѣбъ.

Жгуты становятся видны еще яснѣе, если къ водѣ прибавить одну или нѣсколько капель раствора іода; послѣдній убиваетъ и окрашиваетъ организмъ, причемъ жгуты принимаютъ желтую окраску. Изъ этой, а также изъ другихъ реакцій, очевидно, что хламидомонада, подобно амѣбѣ, состоитъ изъ протоплазмы, и что жгуты суть нитевидные протоплазматическіе отростки.

Выше было упомянуто, что при плаваніи заостренный конецъ обращенъ впередъ; поэтому мы можемъ различать его, какъ передній конецъ, а противоположный тупой конецъ, какъ задній. Такимъ образомъ хламидомонада, сравнительно съ амѣбой, показываетъ нѣкоторую дифференцировку, а именно здѣсь можно различать передній и задній конецъ, и кромѣ того часть протоплазмы дифференцируется въ жгуты.

Своей зеленой окраской хламидомонада обязана присутствію особаго пигмента, такъ называемаго хлорофилла — веще-



ства, отъ котораго зависитъ зеленая окраска листьевъ растений. Что это нечто совершенно отличное отъ протоплазмы, въ этомъ можно убѣдиться при обработкѣ алкоголемъ, который

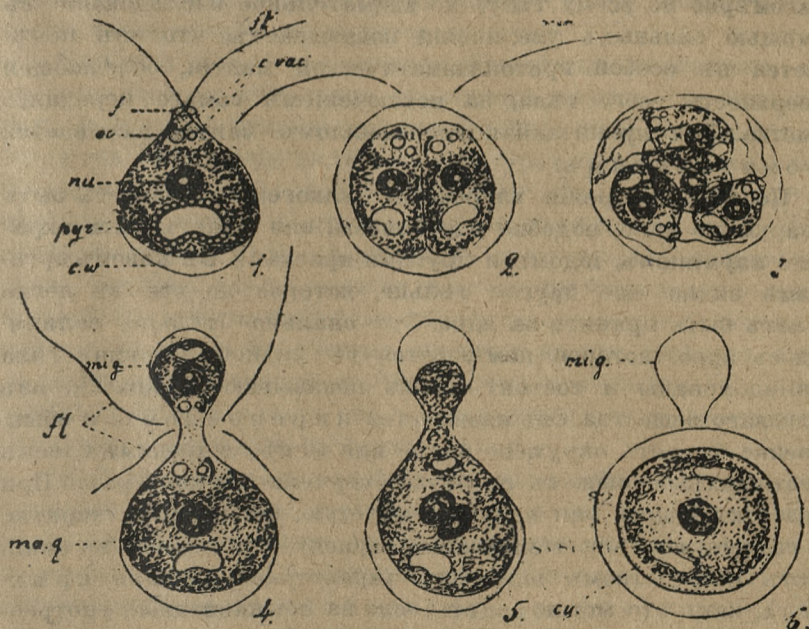


Рис. 4.

*Chlamidomonas brauni.*

1. Подвижная форма: видна оболочка (с. w.), жгуты (fl), ядро (nu) съ ядрышкомъ. пиреноидъ (pyr), сократимыя вакуоли (с. vac) и глазокъ (oc); передняя часть тѣла, отъ которой черезъ отверстіе (f) въ оболочкѣ отходятъ жгуты—свѣтлая, прозрачная, а задняя, большая часть—темная, такъ какъ одѣта зеленымъ хроматофоромъ. 2—3. Дѣленіе на двѣ и на четыре части въ покоящемся состояніи; жгуты отвалились.

4 — 5. Конъюгация макрогометы (ma. g.) и микрогаметы (mi. g). 6. Зигота въ цистѣ (cy); видна пустая оболочка микрогаметы (mi. g).

протоплазму просто убиваетъ и заставляетъ свертываться, а хлорофиллъ совершенно растворяетъ, образуя зеленый растворъ. Этотъ растворъ, зеленый при проходящемъ свѣтѣ, является краснымъ при сильно отраженномъ свѣтѣ, следовательно флуоресцируетъ: если его изслѣдовать при помощи спектро-



скопа, то оказывается, что онъ поглощаетъ весь синій и фиолетовый конецъ спектра, а также часть красного.

На первый взглядъ кажется, что хлорофиллъ распределенъ равномерно по всему тѣлу, но внимательное изслѣдованіе съ помощью сильныхъ увеличеній показываетъ, что онъ помѣщается въ особой протоплазматической мантии, облекающей поверхность всего тѣла, за исключеніемъ самаго передняго участка. Эта пропитанная хлорофилломъ мантия называется **хроматофоромъ**.

Послѣ растворенія хлорофилла алкоголемъ, можетъ быть обнаружено ядро; подобно ядру амёбы, оно можетъ быть окрашено карминомъ, іодомъ и другими красками. Въ живомъ организмѣ видно еще другое тѣльце, которое по ошибкѣ легко можетъ быть принято за ядро. Это овальное тѣльце, величиной съ ядро, которое помѣщается въ задней половинѣ тѣла хламидомонады и состоитъ, какъ показываютъ окраски, изъ бѣлаго вещества. Оно называется **пиреноидомъ**, и обыкновенно бываетъ окружено болѣе или менѣе широкимъ слоемъ блестящихъ зернышекъ съ рѣзко очерченными контурами. При обработкѣ іодомъ они получаютъ густую, по видимому, черную, на самомъ же дѣлѣ темносинюю окраску. Эта окраска въ синій цвѣтъ посредствомъ іода есть характерная реакція крахмала, какъ это можно видѣть, если на обыкновенный употребляемый при стиркѣ бѣлый крахмалъ налить нѣсколько капель раствора іода. Крахмалъ представляетъ изъ себя химическое соединеніе изъ группы углеводовъ, т.-е. тѣлъ, которыя содержатъ углеродъ, водородъ и кислородъ; ихъ формула— $C_6H_{10}O_5$ .

На переднемъ концѣ тѣла хламидомонады при основаніи жгутовъ помѣщаются двѣ сократимыхъ вакуоли, которыя здѣсь, какъ у амёбы, обезпечиваютъ притокъ воды черезъ протоплазму. Вакуоли работаютъ попеременно: когда одна изъ нихъ сократится, другая раздувается.

По сосѣдству съ сократительной вакуолью находится маленькое ярко красное пятно—пигментное пятно. Оно состоитъ изъ особаго красящаго вещества, представляющаго собою, по видимому, видоизмѣненіе хроматина, и называемаго **гематохромомъ**. Часто это пятно называютъ **глазкомъ**, не только по внѣшнему сходству съ глазомъ, но также потому, что, благо-



даря этому глазку, хламидомонада может действительно воспринимать свѣтъ и реагировать на него; изъ темноты хламидомонада бѣжитъ къ свѣту, но въ равной степени она убѣгаетъ и отъ очень яркаго солнечнаго освѣщенія.

Есть еще другое характерное образованіе, о которомъ мы до сихъ поръ не упоминали. На первый взглядъ оно является какъ бы нѣжной вуалью вокругъ зеленаго тѣла, но при внимательномъ наблюденіи видно, что это чрезвычайно тонкая шаровидная оболочка (l. c. w), состоящая изъ прозрачнаго безцвѣтнаго вещества и отдѣленная наполненнымъ водою пространствомъ отъ тѣла, съ которымъ она все-таки соединяется очень тонкими, идущими въ видѣ лучей протоплазматическими нитями. Въ ней имѣется отверстіе (f), сквозь которое проходятъ жгуты. Очевидно, мы можемъ смотрѣть на эту оболочку, какъ на цисту или клѣточную стѣнку, которая отличается отъ цисты амѣбы тѣмъ, что здѣсь она не находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ протоплазмой.

Но болѣе важное различіе между ними заключается въ ихъ химическомъ составѣ. Циста амѣбы, какъ мы знаемъ изъ предыдущей лекціи, состоитъ, по всей вѣроятности, изъ азотистаго вещества; напротивъ, оболочка хламидомонады состоитъ изъ углевода, называемаго клѣтчаткой или целлюлозой, которая по своему составу близко стоитъ къ крахмалу, сахару и камеди (растительному клею) и имѣетъ формулу  $C_6H_{10}O_5$ . Многія растительныя вещества, напр., хлопчатая бумага или вата, состоятъ изъ клѣтчатки, а дерево есть только модификація этого соединенія. Целлюлеза окрашивается іодомъ въ желтый цвѣтъ; но іодъ съ сѣрною кислотою окрашиваютъ ее въ синій цвѣтъ; и такая же окраска производится растворомъ іода и іодистаго калия въ хлористомъ цинкѣ (такъ наз. растворъ Шулъце). Эти реакціи легко примѣнить къ хламидомонадѣ, по крайней мѣрѣ въ нѣкоторые періоды ея жизни: протоплазма окрашивается въ желто-бурый цвѣтъ, а вокругъ нея видно какъ бы синее облако, происходящее отъ окрашенной оболочки.

Что касается способа питанія, то въ этомъ отношеніи между хламидомонадой и амѣбой очень значительное, можно сказать даже основное, различіе. Какъ мы уже видѣли, хламидомонада не имѣетъ псевдоподій и вслѣдствіе этого не можетъ погло-



шать твердую пищу, на подобіе амёбы. При томъ же она окружена непрерывной клеточной стѣнкой, которая исключаетъ всякую возможность принятія твердой пищи. И никогда не приходится наблюдать, чтобы хламидомонада питалась или "ѣла" въ обыкновенномъ значеніи слова. Тѣмъ не менѣе она должна питаться тѣмъ или другимъ путемъ, иначе она не могла бы существовать, не будучи въ состояніи возмѣщать потери, происходящія вслѣдствіе распада протоплазмы.

Хламидомонада, какъ упомянуто выше, живетъ въ дождевой водѣ, скопляющейся въ лужахъ и пр. Эта вода никогда не бываетъ совершенно чистой, но постоянно содержитъ въ растворѣ извѣстныя минеральныя соли, особенно же азотно-кислыя соли. соли аммонія и часто хлористый натрій или обыкновенную поваренную соль. Эти соли, будучи кристаллоидами, диффундируютъ въ организационную воду хламидомонады, такъ что мы можемъ разсматривать ея протоплазму, какъ постоянно пропитанную растворомъ солей, важнѣйшіе составные элементы которыхъ суть кислородъ, водородъ, азотъ, калий, натрій, кальцій, сѣра и фосфоръ. Но слѣдуетъ замѣтить, что диффузія этихъ солей не происходитъ здѣсь такъ же просто, какъ черезъ пергаментъ или другую мертвую перепонку. Живая протоплазма имѣетъ способность опредѣлять размѣры, въ которыхъ поглощается каждая составная часть раствора.

Когда вода, содержащая большое количество хламидомонадъ, подвергается дѣйствію солнечнаго свѣта, въ ней появляются маленькіе пузырьки; если собрать и тщательно изслѣдовать эти пузырьки, то оказывается, что они состоятъ преимущественно изъ кислорода. Точный химическій анализъ показываетъ, что этотъ кислородъ образуется путемъ разложенія углекислоты, заключающейся въ дождевой и вообще во всякой водѣ, подвергающейся дѣйствію воздуха, такъ какъ этотъ газъ, постоянно находящійся въ небольшомъ количествѣ въ атмосферѣ, въ значительной степени растворимъ въ водѣ.

Когда углекислота разлагается такимъ образомъ, и при этомъ выделяется свободный кислородъ, то ясно, что долженъ оставаться углеродъ. Послѣдній на самомъ дѣлѣ удерживается организмомъ, но не въ формѣ углерода. По всей вѣроятности, между поглощенной углекислотой и организационной водой про-



исходитъ взаимное или двойное разложене, въ результатѣ котораго происходитъ освобожденіе кислорода въ газообразной формѣ и одновременное образованіе очень простаго углевода, т.-е. соединенія углерода, водорода и кислорода съ сравнительно небольшимъ числомъ атомовъ въ молекулѣ.

Слѣдующій шагъ, кажется, состоитъ въ томъ, что образовавшійся углеводъ соединяется съ поглощенными изъ окружающей воды солями аммонія или азотнокислыми солями, въ результатѣ чего образуется сравнительно простое азотистое соединеніе, вѣроятно принадлежащее къ классу амидовъ, среди которыхъ одинъ изъ наиболѣе извѣстныхъ, аспарагинъ, имѣетъ формулу  $C_4H_8N_2O_3$ . Затѣмъ происходятъ дальнѣйшія комбинаціи, образуются все болѣе и болѣе сложныя вещества: изъ поглощенныхъ сульфатовъ вступаетъ въ соединеніе сѣра, и образуются бѣлковыя тѣла. Изъ нихъ въ концѣ концовъ происходитъ новая живая протоплазма.

Изъ предыдущаго описанія, которое даетъ лишь очень краткій очеркъ до сихъ поръ еще не совсемъ выясненнаго процесса, ясно, что конечный результатъ процесса питанія, какъ и у амёбы, есть образованіе протоплазмы, и что этотъ результатъ достигается образованіемъ различныхъ веществъ постепенно возрастающей сложности. Но слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что ступени въ этомъ процессѣ конструктивнаго метаболизма въ обоихъ случаяхъ весьма различны. У амёбы исходный пунктъ составляетъ живая протоплазма добычи, которая убивается и разлагается на растворимыя бѣлковыя вещества, которыя въ свою очередь вступаютъ въ новыя комбинаціи и образуютъ новыя молекулы живой протоплазмы амёбы. Такимъ образомъ пища амёбы сначала имѣетъ такой же сложный химическій составъ, какъ и сама амёба, и только въѣдствіе перевариванія разлагается на болѣе простыя соединенія, которыя затѣмъ снова соединяются въ болѣе сложныя. Напротивъ, у хламидомонады исходную точку составляютъ весьма простыя соединенія, какъ углекислота, вода, азотнокислыя и сѣрнокислыя соли и пр. Здѣсь нѣтъ ничего такого, что могло бы быть названо перевариваніемъ, т.-е. разложеніемъ и раствореніемъ пищи, но различныя составныя части ея соединяются въ вещества постепенно возрастающей сложности, причемъ ко-



нечный результатъ какъ и въ первомъ случаѣ, есть протоплазма.

Выражая это другими словами, мы можемъ сказать, что амѣба можетъ образовать протоплазму лишь изъ бѣлковыхъ веществъ, уже образованныхъ другими организмами, тогда какъ хламидомонада можетъ образовать ее изъ простыхъ жидкихъ и газообразныхъ неорганическихъ веществъ.

Вообще можно сказать, что эти два различныхъ способа питанія характерны для двухъ большихъ отдѣловъ живыхъ существъ. Животныя требуютъ твердой или жидкой пищи, содержащей уже готовые бѣлковые тѣла, и не могутъ образовать свою протоплазму изъ болѣе простыхъ химическихъ соединений. Зеленныя растенія, т.-е. всѣ деревья, кустарники, травы и пр. принимаютъ лишь жидкую и газообразную пищу и приготовляютъ свою протоплазму изъ углекислоты, воды и минеральныхъ солей. Первый способъ питанія называютъ животнымъ, второй растительнымъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что только тѣ растенія или части растеній, въ которыхъ есть хлорофиллъ, способны къ растительному питанію. Каковъ бы ни былъ путь, какимъ совершается этотъ процессъ, несомнѣнно то, что разложеніе углекислоты, характеризующее эту форму питанія, есть функція хлорофилла или, правильнѣе, хромофоровъ, такъ какъ есть основаніе думать, что въ этомъ процессѣ дѣйтельное начало составляетъ протоплазма, а не зеленое красящее вещество.

Кромѣ того, не слѣдуетъ забывать, что разложеніе углекислоты происходитъ только при дневномъ свѣтѣ, такъ что организмы, питающіеся растительнымъ способомъ, въ своемъ существованіи зависятъ отъ солнца. Въ то время, какъ амѣба получаетъ свою энергію отъ разложенія бѣлковыхъ веществъ своей пищи, пища хламидомонады слишкомъ проста, чтобы служить источникомъ энергіи, и работа конструктивнаго метаболизма можетъ совершаться только съ помощью солнечнаго свѣта. Выражаясь иначе, мы можемъ сказать, что хламидомонада и другіе содержащіе хлорофиллъ организмы получаютъ кинетическую энергію (въ формѣ свѣта или лучистой энергіи) прямо отъ солнца.

Какъ у амѣбы, деструктивный метаболизмъ идетъ рука объ



руку съ конструктивнымъ. Протоплазма окисляется, при чемъ образуются и выделяются вода, углекислота и азотистые продукты распада. Следовательно, и здѣсь должно происходить поглощеніе кислорода, другими словами, дыханіе у хламидомонады, какъ у амёбы, должно быть одной изъ функций протоплазмы. Это доказано у многихъ зеленыхъ, т.-е. содержащихъ хлорофиллъ, растеній. Дыханіе, т.-е. поглощеніе кислорода и выдѣленіе углекислоты происходитъ постоянно, но при дневномъ свѣтѣ оно маскируется противоположнымъ процессомъ — поглощеніемъ углекислоты для цѣлей питанія и выдѣленіемъ, освобождающагося при ея разложеніи кислорода. Въ темнотѣ, когда послѣдній процессъ прерывается, гораздо легче убѣдиться въ существованіи дыханія.

Вслѣдствіе постоянного разложенія углекислоты на солнечномъ свѣтѣ, развивается большее количество кислорода, чѣмъ углекислоты, и если бы произвести анализъ всѣхъ введенныхъ въ организмъ веществъ (углекислота+минеральныя соли+поглощенный при дыханіи кислородъ), то оказалось бы, что они содержатъ меньше кислорода, чѣмъ продукты выдѣленія (кислородъ, происходящій при разложеніи углекислоты+вода+выдѣленная углекислота+азотистые продукты распада), такъ что процессъ питанія у хламидомонады въ общемъ есть процессъ в о с т а н о в л е н і я. Напротивъ, у амёбы введенныя вещества (бицца+поглощенный при дыханіи кислородъ) содержатъ больше кислорода, чѣмъ выдѣленные вещества (экскременты+углекислота+вода+азотистые экскреты), поэтому процессъ питанія въ общемъ будетъ процессъ о к и с л е н і я. Эта противоположность вообще характерна для животныхъ и растеній. Животныя обыкновенно поглощаютъ свободнаго кислорода больше, чѣмъ выделяютъ, тогда какъ зеленныя растенія больше выделяютъ, чѣмъ поглощаютъ его.

Деструктивный метаболизмъ выражается не только въ образованіи выдѣлительныхъ продуктовъ, но также въ выработкѣ веществъ болѣе простыхъ, чѣмъ протоплазма, которая остается въ организмѣ, какъ его составныя части, напр. крахмалъ и клѣтчатка. Клѣточная оболочка образуется, вѣроятно, путемъ превращенія тонкаго поверхностнаго протоплазматическаго слоя въ клѣтчатку, и вслѣдствіе частаго повторенія этого про-



цесса циста получает свою окончательную толщину. Повидимому, и крахмаль пиреноидовъ происходитъ путемъ подобнаго же процесса разложенія или деструктивнаго метаболизма протоплазмы, при чемъ въ обоихъ случаяхъ ростъ происходитъ путемъ оппозиции, а не интусусцепции.

Такимъ образомъ мы видимъ, что деструктивный метаболизмъ ведетъ къ образованію: 1) выдѣлительныхъ продуктовъ и 2) пластическихъ продуктовъ, изъ которыхъ первые, какъ безполезные для организма, выделяются наружу, тогда какъ послѣдніе остаются, какъ важныя составныя части организма.

Возвратимся снова къ движеніямъ хламидомонады и рассмотримъ въ подробности, какъ они совершаются.

Каждый жгутъ можетъ быть разсматриваемъ какъ длинный протоплазматическій отростокъ, соотвѣтствующій псевдоподіи амёбы, но отличающийся отъ псевдоподіи своимъ постоянствомъ. Есть основанія думать, что въ отличіе отъ обыкновенной псевдоподіи жгутъ состоитъ изъ двухъ веществъ: изъ твердой гибкой скелетной нити, проходящей по оси жгута, и изъ жидкой протоплазматической оболочки, которая можетъ сокращаться какъ протоплазма амёбы. При извѣстномъ сокращеніи протоплазматической оболочки жгутъ сгибается тѣмъ или инымъ образомъ, а затѣмъ снова возвращается къ прежней вытянутой формѣ, благодаря эластичности скелетной осевой нити. Форма сокращенія жгута довольно сложная, винтообразная, и, благодаря этимъ сокращеніямъ, жгуты двигаютъ за собой впередъ тѣло хламидомонады на подобіе пароводнаго винта.

Такимъ образомъ рѣсничное движеніе хламидомонады, подобно амёбовидному движенію амёбы, есть явленіе сокращенія. Если мы представимъ себѣ, что амёба втянула всѣ свои псевдоподіи кромѣ двухъ, которыя удлиняются, развиваютъ по оси твердыя, гибкія скелетныя волокна и превращаются въ настоящія нити, и что эти нити, вмѣсто того чтобы сокращаться неправильно и медленно, будутъ сокращаться правильно и быстро, то результатомъ будетъ замѣна псевдоподій жгутами, т.-е. замѣна временныхъ и медленно двигающихся протоплазматическихъ отростковъ постоянными и быстро двигающимися отростками.



Это можно выразить еще иначе. У амёбы все тѣло обладает способностью сокращенія; у хламидомонады эта функція присуща только небольшой части тѣла, именно протоплазматической оболочкѣ жгутовъ, а остальная протоплазма не способна къ движенію. Мы имѣемъ слѣдовательно у хламидомонады дифференцировку строенія, сопровождаемую дифференцировкой функціи или физиологическимъ раздѣленіемъ труда.

Выраженіе „физиологическое раздѣленіе труда“ введено извѣстнымъ французскимъ физиологомъ Генрихомъ Мильнъ-Эдвардсомъ, чтобы выразить тотъ фактъ, что существуетъ извѣстное соотвѣтствіе между высоко и низко организованными животными и растеніями съ одной стороны и высоко и низко организованными человѣческими обществами съ другой. Въ примитивныхъ общинахъ очень мало или даже совсѣмъ нѣтъ раздѣленія труда; каждый для себя и мясникъ, и пекарь, и воинъ, и врачъ и т. д.; здѣсь еще нѣтъ различія между отдельными классами и массой, и каждый индивидуумъ въ значительной степени независимъ отъ всѣхъ остальныхъ. Напротивъ, въ сложныхъ цивилизованныхъ государствахъ общество дифференцировано и дѣлится на государственныхъ дѣятелей, солдатъ, чиновниковъ, людей разныхъ профессій, механиковъ, рабочихъ и т. д., причемъ каждый классъ въ значительной степени зависитъ отъ другихъ. Это сравненіе высоко организованнаго общества съ высоко развитымъ организмомъ очень древне; мы встрѣчаемъ его еще у Эзопа, который выразилъ его въ извѣстной баснѣ о желудкѣ и членахъ человѣческаго тѣла.

Мы видимъ такимъ образомъ у маленькаго, разсматриваемаго нами организма первый шагъ къ раздѣленію труда. Если бы мы отрѣзали псевдоподію амёбы, то животное отъ этого пострадало бы немного и не утратило бы способности къ движенію, такъ какъ у нея любая часть тѣла въ состояніи выпустить такіе отростки. Но если бы мы обрѣзали жгуты у хламидомонады, то ея движенія совершенно прекратились бы.

Размноженіе хламидомонады извѣстно намъ достаточно подробно и мы можемъ нарисовать картину полнаго жизненнаго цикла ея. Въ теченіе дня на свѣту хламидомонада питается и быстро растетъ. Если рано утромъ поперечникъ хламидомонады



намѣрятся 0,014 мм., или  $14 \mu = 14$  микронами (такъ называютъ 0,001 миллиметра, величина, для обозначенія которой употребляется греческая буква  $\mu$ ), то къ вечеру поперечникъ выросшей хламидомонады можетъ достигать уже величины 20  $\mu$ . Съ наступленіемъ сумерокъ хламидомонада сбрасываетъ свои жгуты, переходитъ въ покоящееся состояніе, падаетъ на дно и начинаетъ дѣлиться внутри своей оболочки. Сначала дѣлится ядро, затѣмъ пиреноидъ, глазокъ; появляются двѣ новыхъ сократительныхъ вакуоли и, наконецъ, все протоплазматическое тѣло хламидомонады, окруженное зеленымъ хроматофоромъ, распадается на двѣ части, каждая изъ которыхъ заключаетъ въ себѣ всѣ части взрослого организма за исключеніемъ жгутовъ и оболочки (рис. 4, 2). Однако, ни жгутовъ, ни оболочки и не возникаетъ, такъ какъ каждая изъ половинокъ предварительно тѣмъ же самымъ способомъ дѣлится снова на двое. Къ утру внутри материнской оболочки имѣются уже четыре одинаковыхъ тѣльца, каждое изъ которыхъ содержитъ ядро, хроматофоръ, пиреноидъ, глазокъ и двѣ сократительныхъ вакуоли, а затѣмъ развивается два жгута и покрываются оболочкой (рис. 4, 3). Материнская оболочка разрывается и четыре маленькихъ хламидомонады, имѣющихъ около 14  $\mu$ . въ поперечникъ, выбѣгаютъ на свободу.

Такое дѣленіе на двое повторяется каждую ночь при наличности благоприятныхъ условій питанія и освѣщенія. Условія измѣняются по мѣрѣ того, какъ въ зеленой лужѣ высыхаетъ вода. Засуху хламидомонады переносятъ въ инцистированномъ состояніи, но передъ образованіемъ цисты происходитъ конъюгація. У *Chlamidomonas brauni* этотъ процессъ готовится еще при послѣднемъ дѣленіи, которое у разныхъ особей происходитъ различно. Между тѣмъ какъ одни особи дѣлятся на четыре части (ок. 11  $\mu$ ), другія успѣваютъ раздѣлиться только на двѣ крупныя половины (ок. 26  $\mu$ .) Въ результатъ получаются крупныя и мелкія особи, макрогаметы (женскія особи) и микрогаметы (мужскія особи), которыя соединяются между собой попарно такимъ образомъ, что микрогамета переднимъ концомъ своимъ прикладывается къ переднему концу макрогаметы (4). Жгуты конъюгировавшихъ гаметъ сбрасываются и мало по малу протоплазма микрогаметы начинаетъ вытекать



черезъ отверстіе въ оболочкѣ, назначенное для отхожденія жгутовъ, и переходитъ черезъ соотвѣтствующее отверстіе внутрь оболочки макрогаметы. Вмѣстѣ съ протоплазмой передвигается ядро и другіе органы (5). Когда ядро микрогаметы подходитъ къ ядру макрогаметы, они сливаются между собою, и этотъ процессъ слитія ядеръ является центральнымъ пунктомъ копуляціи. Остальные органы слившихся гаметъ частью соединяются между собой (какъ хроматофоры), частью пронадаютъ, какъ глазки, вакуоли и пр.; вмѣсто двухъ отдѣльныхъ гаметъ передъ нами уже одна особь — зигота (6). Пустая оболочка микрогаметы еще замѣчается нѣкоторое время, потомъ сбрасывается. Зигота выдѣляетъ съ поверхности особенно толстую оболочку, замкнутую со всѣхъ сторонъ и защищающую нѣжное протоплазматическое тѣло зиготы отъ высыханія и механическихъ поврежденій. Благодаря такой оболочкѣ зигота не боится засухи. При высыханіи лужи, въ которой жили хламидомонады, пыль, остающаяся на днѣ ея, оказывается перемѣшанной съ зиготами. Вѣтеръ поднимаетъ пыль и разноситъ зиготы на большое разстояніе. Когда же послѣ засухи пройдутъ дожди и образуются новыя большія лужи, зиготы, оказавшіяся въ нихъ, проростаютъ. Ядро каждой зиготы дѣлится на двѣ, а затѣмъ на четыре части и послѣ распадѣнія оболочки изъ нея выходятъ четыре молодя, вполне сформированныя хламидомонады, которыя начинаютъ питаться и расти.



### ЛЕКЦІЯ III.

## Heteromita

Если животныя или растительныя вещества помѣстить въ воду и оставить стоять при обыкновенной температурѣ, то, спустя нѣкоторое время, начинается хорошо всѣмъ извѣстный процессъ разложенія, причемъ вода становится мутной и издаетъ дурной запахъ. Если каплю такой воды изслѣдовать подъ микроскопомъ, то оказывается, что она полна микроскопическими организмами. Обратимъ свое вниманіе на одинъ изъ этихъ организмовъ, называемый „прыгающей монадой“ или на языкѣ зоологіи *Heteromita rostrata*; ее можно найти въ настоѣ трески, простоявшемъ два или три мѣсяца.

*Heteromita* (рис. 5) значительно меньше, чѣмъ амѣба или хламидомонада; она имѣетъ въ длину приблизительно  $\frac{1}{120}$  мм., т.-е. около 8 микроновъ. Она имѣетъ яйцевидную форму съ заостреніемъ на одномъ концѣ, и въ этомъ отношеніи показываетъ нѣкоторое сходство съ хламидомонадой. Подобно послѣдней, она также имѣетъ два жгута, но только одинъ изъ нихъ ( $f^1$ ) отходитъ отъ заостреннаго клювообразнаго передняго конца и при плаваніи бываетъ обращенъ впередъ; другой жгутъ ( $f^2$ ) отходитъ на небольшомъ разстояніи отъ клюва и въ обыкновенномъ положеніи при плаваніи какъ бы влочится за организмъ. Отсюда ясно, что, кромѣ передняго и задняго конца, мы можемъ различать у *Heteromita* при обыкновенномъ положеніи еще обращенную внизъ брюшную (вентральную) поверхность, которая несетъ второй жгутъ, и противоположную ей, обращенную наверхъ, спинную (дорзальную) поверхность.



Часто, вмѣсто того, чтобы свободно плавать въ жидкости, *Heteromita* какъ-бы стоитъ на якорѣ, прикрѣпившись своимъ вентральнымъ жгутомъ къ какому-нибудь кусочку разлагающагося вещества ( $A^1$ ). Въ этомъ случаѣ она находится въ постоянномъ движеніи, причемъ вѣдствие попеременнаго свертыванія и развертыванія прикрѣпившагося жгута прыгаетъ взадъ и впередъ. Общій характеръ движенія легко понять изъ рисунка, на которомъ  $A^1$  изображаетъ монаду со свернутымъ жгутомъ, а  $A^2$  послѣ прыжка впередъ съ развернутымъ жгутомъ. Отъ этого курьезнаго движенія она и получила названіе „прыгающей монады“

У задняго конца тѣла находится ядро ( $n$ ), а на переднемъ концѣ сократительная вакуоля ( $v$ ). Нѣтъ ни малѣйшаго слѣда оболочки или кѣлочной стѣнки, и протоплазма безцѣтна. Также нѣтъ и крахмала, какъ и вообще у лишенныхъ хлорофилла организмовъ.

При разсмотрѣніи питанія *Heteromita* необходимо прежде всего принять во вниманіе особый характеръ окружающей ее среды. Она живетъ, какъ уже упомянуто, въ разлагающихся настояхъ живыхъ веществъ. Такіе настои содержатъ въ растворѣ бѣлковыя вещества, отчасти распадающіяся вѣдствие процесса разложенія на болѣе простыя соединенія, изъ которыхъ нѣкоторыя способны диффундировать; этотъ процессъ, какъ мы увидимъ далѣе (см. лекцію VIII), обусловливается дѣятельностью чрезвычайно мелкихъ организмовъ, которые извѣстны подъ именемъ „бактерій“ и которые постоянно находятся въ большомъ количествѣ въ гніющихъ веществахъ.

Такъ какъ *Heteromita* не содержитъ хлорофилла, то ея питаніе, конечно, не можетъ быть растительнымъ. Но наблюденіе показываетъ, что оно не можетъ быть названо также типичнымъ животнымъ питаніемъ. Не говоря уже о томъ, что она не имѣетъ ни рта, ни псевдоподій, отдѣльныя особи въ продолженіе цѣлыхъ часовъ наблюдались опытными микроскопистами, и при этомъ ни разу не было замѣчено, чтобы онѣ поглощали бактерій или какія-нибудь другія живыя или мертвыя частицы заключающіяся въ жидкости. Въ такомъ случаѣ остается только одинъ путь, которымъ можетъ совершаться питаніе, а именно путемъ всасыванія бѣлковыхъ или другихъ питательныхъ ве-



ществъ въ растворенномъ состояніи, т.-е. путемъ диффузии этихъ веществъ въ организационную воду монады. При этомъ еще неизвѣстно, дѣлаются ли бѣлковыя вещества способными диффундировать только вслѣдствіе процесса разложенія, т.-е. исключительно вслѣдствіе дѣятельности бактерий, или кромѣ того происходитъ нѣкотораго рода поверхностное перевариваніе, причемъ протоплазма монады, при непосредственномъ соприкосновеніи съ бѣлковыми веществами, превращаетъ ихъ въ пептоны или сходные продукты.

Такимъ образомъ *Heteromita* питается не путемъ принятія внутрь твердой бѣлковой пищи (типичное животное питаніе) и не путемъ разложенія углекислоты и соединенія углерода съ водою и минеральными солями (типичное растительное питаніе), но путемъ всасыванія разлагающихся бѣлковыхъ и другихъ питательныхъ веществъ въ жидкомъ видѣ; это сапрофитный способъ питанія. Нетрудно видѣть, что главное различіе между сапрофитнымъ и типичнымъ животнымъ питаніемъ заключается въ томъ, что въ первомъ процессъ перевариванія, т.-е. процессъ, вслѣдствіе котораго питательныя вещества дѣлаются растворимы и способны диффундировать, совершается внѣ тѣла, такъ что конструктивный метаболизмъ можетъ начаться сейчасъ же.

Замѣчательно, что, въ то время какъ процессъ поглощенія пищи у амѣбы, принимающей пищу черезъ неправильные промежутки времени, такъ сказать, перемежающійся, а у хламидомонады, у которой разложеніе углекислоты происходитъ только при дневномъ свѣтѣ, онъ совершается періодически, у *Heteromita* онъ совершается непрерывно, такъ какъ она живетъ въ растворѣ разлагающихся бѣлковыхъ веществъ, которыя она постоянно всасываетъ. Про нее можно сказать, что она живетъ въ огромномъ котлѣ съ мяснымъ бульономъ, который постоянно всасываетъ, не посредствомъ рта (ибо такого у нея нѣтъ), но всею поверхностью своего тѣла.

Дыханіе и выдѣленіе совершаются, вѣроятно, такимъ же образомъ, какъ у амѣбы. Есть наблюденія, что optimum температуры для сапрофитныхъ монадъ приблизительно  $18^{\circ}$ , а ультра-максимальная температура, при которой наступаетъ тепловая смерть, приблизительно  $60^{\circ}$  C. Но интересно то, что Дал-





Рис. 5.

*Heteromita rostrata* (по Даллингеру).

A<sup>1</sup> Живая особь; n ядро; v сократительная вакуоля; f' передний жгут; f'' вентральный жгут, при помощи которого животное прикрепляется; A' то же животное при прыжке съ вытянутым вентральным жгутом.

B<sup>1</sup> и B<sup>2</sup> Два стадия продольного дѣленія сидячей формы.

C<sup>1</sup> и C<sup>2</sup> Два стадия поперечнаго дѣленія ея же.

D Дѣленіе свободно плавающей формы.

E<sup>1</sup> и E<sup>2</sup> Конъюгація свободно плавающей и прикрепленной формы; E<sup>2</sup> образование зиготы; E<sup>3</sup> выходъ споръ.

F<sup>1</sup> и F<sup>2</sup> Развитие споръ.



Лингеръ, медленно повышая температуру, въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ могъ приучить нѣкоторые изъ этихъ формъ — не *Heteromita*, а близкія къ ней формы — жить при температурѣ, превышающей  $68^{\circ}$  С.

Обыкновенный способъ размноженія есть простое дѣленіе, причемъ этому процессу подвергается не только самое тѣло, но и жгуты. На рис. 4,  $B^1$  изображено начало продольнаго дѣленія: передній жгутъ уже совершенно расшенился по длинѣ, тогда какъ расщепленіе самого тѣла и вентральнаго жгута только что началось. Въ  $B^2$  процессъ этотъ продвинулся дальше.

Чаще однако дѣленіе совершается не продольно, т.е. не въ направленіи продольной оси монады, но поперечно, т.е. перпендикулярно продольной оси. Этотъ процессъ, изображенный на рис.  $C^1$  —  $C^2$ , отличается отъ только что описаннаго тѣмъ, что передній жгутъ родительскаго организма не расщепляется, а просто дѣлается переднимъ жгутомъ одной изъ дочернихъ особей (правой на рис.  $C^1$ ). Передній жгутъ другой дочерней особи (лѣвой на рисункѣ) образуется вновь, какъ выростъ изъ тѣла.

Оба эти вида дѣленія — какъ продольное, такъ и поперечное — встрѣчаются у формъ, прикрѣпленныхъ при помощи вентральнаго жгута. У свободно плавающихъ формъ этотъ процессъ совершается нѣсколько иначе. *Heteromita* приходитъ въ покой, теряетъ свою правильную форму, мало-по-малу принимаетъ форму амѣбы и, наконецъ, форму шара ( $D$ ). Затѣмъ происходитъ дѣленіе: каждый жгутъ родительскаго организма дѣлается переднимъ жгутомъ одной изъ дочернихъ кѣтовокъ, тогда какъ ихъ вентральные жгуты образуются путемъ расщепленія небольшого выроста дѣлящагося тѣла.

Какъ и у амѣбы, дѣленію тѣла постоянно предшествуетъ дѣленіе ядра.

Какъ у амѣбъ и у хламидомонады дѣленіе не единственный способъ размноженія *Heteromita*: отъ времени до времени и здѣсь наблюдается конъюгація, при чемъ свободно плавающая форма приближается къ прикрѣпленной и прикладывается къ ней такимъ образомъ, что задніе концы обѣихъ прикасаются



другъ къ другу ( $E^1$ ). Затѣмъ обѣ особи или гаметы <sup>1)</sup> сливаются между собой такъ же совершенно, какъ сливаются двѣ капли клея, приведенныя въ соприкосновеніе другъ съ другомъ. Затѣмъ происходитъ сліяніе ихъ ядеръ, и такимъ путемъ образуется неправильное тѣло съ однимъ ядромъ и на каждомъ концѣ съ двумя жгутами ( $E^2$ )—зигота. Нѣкоторое время зигота плаваетъ свободно, при этомъ теряются послѣдніе слѣды границъ между двумя монадами, изъ которыхъ она состоитъ: затѣмъ принимаетъ треугольную форму съ двумя парами жгутовъ на двухъ углахъ треугольника. Позднѣе протоплазма этого треугольнаго тѣла теряетъ ядро, зернышки и становится постепенно прозрачною ( $E^3$ ). Затѣмъ зигота приходитъ въ покой, теряетъ все свои жгуты и является теперь въ видѣ прозрачнаго, однороднаго, треугольнаго мѣшка со слегка выпуклыми боками.

Зигота нѣкоторое время остается въ покой, затѣмъ, послѣ волнообразнаго движенія поверхности, лопається на всѣхъ трехъ углахъ ( $E^4$ ), и ея содержимое выходитъ въ формѣ мельчайшихъ зернышекъ, такъ называемыхъ споръ, которыя настолько мелки, что едва видны при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ лучшихъ современныхъ микроскоповъ. Эти споры образуются изъ протоплазмы зиготы, которая распадается на чрезвычайно большое число отдѣльныхъ частицъ—процессъ, извѣстный подъ названіемъ многократнаго дѣленія.

При тщательномъ наблюденіи можно видѣть, что эти почти ультрамикроскопическія частицы мало-по-малу растутъ, дѣлаются явственно видны и получаютъ яйцевидную форму ( $E^5$ ). При дальнѣйшемъ ростѣ образуется сначала вентральный жгутъ, который первое время находится въ совершенномъ покойѣ, а затѣмъ отъ заостреннаго конца отходитъ отростокъ, вырастающій въ передній жгутъ. Такимъ образомъ изъ споры разви-

---

<sup>1)</sup> Можетъ быть, можно смотрѣть на активную, свободно плавающую монаду, которая отыскиваетъ прикрѣпленную форму и прилегаєтъ къ ней, какъ на мужскую гамету, а на пассивную, прикрѣпленную форму, какъ на женскую гамету соотвѣтственно той разницѣ, которую мы уже видѣли у макро- и микрогаметы хламидомонады.



вается Heteromita ( $H^2$ ), которая ничѣмъ, кромѣ величины, не отличается отъ родительскаго организма. При дальнѣйшемъ ростѣ въ ней появляется ядро. По аналогіи съ тѣмъ, что мы видѣли у амёбъ, слѣдуетъ думать, что это не новое образованіе, но что многократному дѣленію протоплазмы зиготы предшествуетъ многократное дѣленіе ядра, такъ что каждая спора съ самаго начала имѣетъ свое собственное ультрамикроскопическое ядро.



#### ЛЕКЦІЯ IV.

### Euglena.

Въ зеленой дождевой водѣ, скопляющейся въ лужахъ, въ кровельныхъ желобахъ и въ другихъ мѣстахъ часто можно найти на ряду съ хламидомонадами большое количество организмовъ, известныхъ подъ названіемъ *Euglena viridis*.

Эвглена, хотя и микроскопическое существо, но все-таки значительно крупнѣе, чѣмъ хламидомонада и тетеромита: ея длина колеблется отъ  $\frac{1}{24}$  до  $\frac{1}{6}$  мм. Тѣло веретенообразное съ расширеніемъ въ серединѣ и суживающееся къ обоимъ концамъ (рис. 6, А); одинъ конецъ тупѣе другого, и отъ него отходитъ длинный жгутикъ, при помощи котораго организмъ плаваетъ съ большою быстротою, причемъ жгутикъ, какъ у хламидомонады, обращенъ впередъ. Кромѣ быстрыхъ плавательныхъ движеній эвглена совершаетъ еще своеобразныя медленныя движенія, медленно сокращаясь и расширяясь, подобно движеніямъ плоскаго червя, причемъ тѣло сначала расширяется на переднемъ концѣ, потомъ въ серединѣ и наконецъ на заднемъ концѣ, изгибается вправо и влево и т. д. Эти движенія (рис. 6, В, С) такъ характерны для рода *Euglena*, что ихъ называютъ эвгленическими.

Этотъ своеобразный способъ движенія показываетъ, что въ некоторыхъ отношеніяхъ эвглена занимаетъ промежуточное мѣсто между амёбой и хламидомонадой. Тѣло амёбы можетъ измѣняться беспорядочно и, подобно каплѣ жидкости, не имѣть какой-либо стойкой формы. У хламидомонады жидкая протоплазма заключена въ твердую оболочку, которая имѣетъ впол-



нѣ опредѣленную форму, а потому внѣшній видъ хламидомонады и не можетъ измѣняться при ея движеніяхъ. У эвглени способность измѣнять форму совмѣщается съ нѣкоторымъ постоянствомъ формы, такъ какъ послѣ всѣхъ передвиженій она возвращается къ прежнему вытянутому виду. Это потому что протоплазматическое сократимое тѣло эвглени сдерживается весьма тонкой поверхностной оболочкой или даже просто твердой скелетной нитью въ видѣ спирали, одѣвающей тѣло эвглени (рис. 6, *D*); при сокращеніи протоплазмы нить можетъ растягиваться, обороты спирали расходятся, и вся эвглена становится почти шарообразной; когда же активное сокращеніе заканчивается, скелетная нить, благодаря своей эластичности возвращается къ прежней формѣ, и эвглена вытягивается.

Зеленый пигментъ хлорофиллѣ помѣщается у *Euglena viridis* въ хроматофорѣ, который имѣетъ видъ звѣзды съ многочисленными отростками, сходящимися къ центру въ серединѣ тѣла почему съ перваго взгляда кажется, что здѣсь много отдѣльных палочкообразныхъ хроматофоровъ. Оба конца тѣла, куда отростки хроматофора не заходятъ, представляются прозрачными, неокрашенными.

Мы видѣли, что у хламидомонады хлорофиллѣ встрѣчается совмѣстно съ крахмаломъ. У эвглени въ серединѣ тѣла находится извѣстное количество парамилловыхъ зеренъ (*D*, *p*). Это углеводъ такого же состава, какъ и крахмалъ ( $C_6 H_{10} O_5$ ), но отличающійся отъ послѣдняго тѣмъ, что не окрашивается йодомъ.

Въ водѣ, въ которой живутъ эвглени, на солнечномъ свѣтѣ замѣчаются пузырьки кислорода: какъ и у хламидомонады, растворенная въ водѣ уголекислота разлагается въ присутствіи хлорофилла, причемъ кислородъ освобождается, а углеродъ соединяется съ элементами воды и служитъ питательнымъ веществомъ.

Нерѣдко описывалось, что, наряду съ такимъ растительнымъ способомъ питанія, эвглена можетъ питаться на подобіе амѣбы, принимая твердую пищу, однако, не на любомъ мѣстѣ тѣла, какъ амѣба, а только на переднемъ концѣ.

При сильномъ увеличеніи передній конецъ эвглени имѣетъ такой видъ, какъ показано на рис. 6, *D*. На этомъ, нѣсколько



притупленном концѣ замѣтно конусовидное или воронковидное углубленіе (oe), ведущее внутрь протоплазматическаго тѣла—точно такое углубленіе, какое можно сдѣлать въ глиняной модели эвглены, всунувши въ нее палецъ или конецъ карандаша. Со дна этой воронки отходитъ жгутъ, производящій своимъ постояннымъ движеніемъ нѣкотораго рода водоворотъ око-

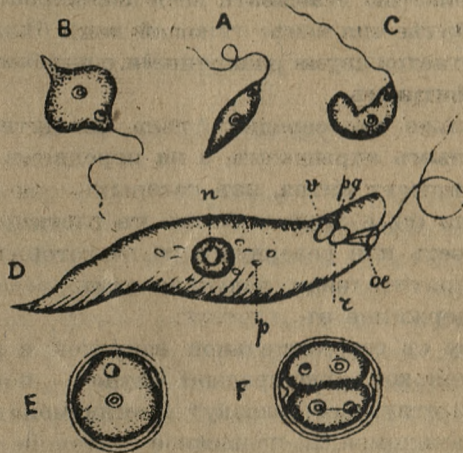


Рис. 6.

*Euglena viridis.*

А, В, С живой организмъ; замѣненія формы, вызываемыя характерными эвглено-образными движеніями.

Д эвглена при болѣе сильномъ увеличеніи: n ядро, р парамилловыя тѣльца, r сократительная вакуоля, r резервуаръ, pg пигментное пятно, oe глотка.

Е покоющаяся форма, окруженная цистой.

Ф дѣленіе въ покоющемся состояніи.

до отверстія воронки. Предполагалось, что вслѣдствіе производимаго такимъ образомъ теченія мелкія питательныя частицы вталкиваются въ воронку, а оттуда внутрь протоплазматическаго тѣла, гдѣ онѣ, безъ сомнѣнія, перевариваются такимъ же образомъ, какъ вещества, поглощаемыя амёбой.

Вслѣдствіе этого описанное углубленіе называлось глоткой, а его наружное отверстіе рта.

У многихъ формъ, построенныхъ въ общемъ сходно съ эвгленой, дѣйствительно наблюдается принятіе твердой пищи че-



резать ротъ и перевариваніе ея внутри тѣла въ такихъ же пищеварительныхъ вакуоляхъ, какъ у амёбы. Но не удалось доказать существованіе подобнаго процесса у самой эвглени.

Тѣмъ не менѣе, эвглена въ противоположность хламидомонадѣ можетъ питаться и расти въ темнотѣ, стало-быть не насчетъ углекислоты и солей. Подобно гетеромитѣ, эвглена обладаетъ способностью всасывать всей поверхностью тѣла растворенные въ болѣе или менѣе гнѣющей водѣ бѣлки; такимъ образомъ, она питается двумя различными способами растительнымъ и сапрофитнымъ.

Приблизительно въ серединѣ тѣла находится ядро (*D*), несъ ясно замѣтнымъ ядрышкомъ, а на переднемъ концѣ можно видѣть два свѣтлыхъ пятна, изъ которыхъ одно есть сократительная вакуоля (*v*), а другое (ближе къ глоткѣ) есть несократительная полость или резервуаръ (*r*), въ который открывается собственно сократительная вакуоля; самъ резервуаръ изливаетъ свое содержимое въ „глотку“.

По сосѣдству съ сократительной вакуолей и резервуаромъ находится маленькое ярко-красное пятно — пигментное пятно, соответствующее „глазку“ хламидомонады.

Какъ и у хламидомонды, подвижное состояніе чередуется съ покоющимъ: организмъ теряетъ свой жгутъ и окружается цистой изъ целлюлёзы (*E*), изъ которой онъ послѣ нѣкотораго періода покоя выходитъ, чтобъ снова начать подвижную жизнь.

Размноженіе совершается путемъ простаго дѣленія покоящейся формы (*F*), причемъ плоскость дѣленія всегда идетъ продольно. Иногда каждый продуктъ дѣленія дѣлится снова; въ концѣ концовъ два или четыре, а иногда даже восемь дочернихъ клѣтокъ выходятъ изъ цисты, въ видѣ подвижныхъ эвгленъ. Дѣленіе ядра эвглени совершается сложнымъ каріокинетическимъ путемъ.

До сихъ поръ мы не знаемъ, имѣется ли у эвглени половой процессъ или нѣтъ. Были указанія на конъюгацію, въ частности на конъюгацію жгутиковыхъ споръ, но до настоящаго времени эти указанія не подтвердились.



## ЛЕКЦІЯ V.

### Плазмодій - малярія.

Четыре организма, рассмотренные в предшествующих лекціях, представляют примѣры различныхъ способовъ питанія: животнаго (амѣба), растительнаго (хламидомонада), сапрофитнаго (гетеромита) и смѣшаннаго (эвглена). Имѣется еще одинъ характерный способъ питанія — паразитическій; для изученія его мы рассмотримъ жизнь того паразита, который вызываетъ у человѣка болотную лихорадку или малярію, и носить названіе плазмодія — *Plasmodium*. Врачи различаютъ нѣсколько родовъ лихорадокъ, каждому изъ которыхъ соответствуетъ особый видъ паразита. При одной формѣ маляріи болѣзненные припадки (ознобъ, жаръ и пр.) повторяются черезъ день; паразитомъ здѣсь является *Plasmodium vivax*. При другой формѣ, вызываемой другимъ видомъ — *Plasmodium malariae*, — пароксизмы повторяются обыкновенно черезъ трое сутокъ. Есть особая, губительная для европейца тропическая лихорадка, которую вызываетъ третій видъ паразита — *Plasmodium immaculatum*. Эти три вида отличаются другъ отъ друга лишь второстепенными особенностями, но общій жизненный циклъ ихъ приблизительно одинаковъ. Въ дальнѣйшемъ мы будемъ придерживаться подробностей строенія и развитія *Plasmodium vivax*.

Итальянское названіе болѣзни — малярія — означаетъ „дурной воздухъ“. Но воздухъ при распространеніи болѣзни никакой роли не играетъ. Гораздо правильнѣе названіе — „болотная“ лихорадка, такъ какъ болѣзнь встрѣчается только въ болотистыхъ



сырыхъ мѣстностяхъ. Дѣло въ томъ, что единственнымъ источникомъ заболѣванія является укусъ комара—не обыкновеннаго нашего комара *Culex*, а особаго, болѣе рѣдкаго рода—*Anopheles*. Комары же развиваются въ стоячей водѣ, въ болотахъ, прудахъ, лужахъ, откуда вылетаютъ по окончаніи развитія; мѣстность, гдѣ совсѣмъ нѣтъ стоячей воды, нѣтъ хотя бы весеннихъ лужъ, — свободна отъ комаровъ, а слѣдовательно и отъ лихорадки.

Когда зараженный малярійнымъ плазмодіемъ *Anopheles* кусаетъ здороваго человѣка, прокалывая своимъ жаломъ кожу, чтобы напиться крови, онъ вводитъ въ ранку вмѣстѣ съ жаломъ нѣкоторое количество смачивающей жало слюны, которая содержитъ споры плазмодія. Эти споры или „спорозонты“ (рис. 7, 1) представляютъ изъ себя вытянутыя протоплазматическія тѣльца, которыя могутъ двигаться въ слюнкѣ комара или въ крови человѣка, слегка извиваясь; внутри протоплазмы помѣщается ядро. Человѣческая кровь, въ которую попали спорозонты, состоитъ изъ кровяной жидкости и изъ взвѣшенныхъ въ ней кровяныхъ тѣлецъ двухъ родовъ: красныхъ и бѣлыхъ. Проплававъ нѣкоторое время въ кровяной жидкости, каждый спорозонтъ подходитъ къ тому или иному красному кровяному тѣльцу, прободаетъ его оболочку и проникаетъ въ него (2) Внутри кровяного тѣльца спорозонтъ теряетъ свою опредѣленную вытянутую форму и принимаетъ видъ амѣбы, выускаетъ псевдоподіи и передвигается болѣе или менѣе живо (3).

Сначала размѣры амѣбы весьма невелики въ сравненіи съ размѣрами краснаго кровяного тѣльца, но мало-по-малу амѣба разрастается, питаясь насчетъ кровяного тѣльца (4). Трудно рѣшить, питается ли здѣсь плазмодій исключительно насчетъ растворенныхъ въ кровяномъ тѣлцѣ бѣлковыхъ веществъ или онъ прямо отрываетъ своими псевдоподіями кусочки живого вещества, изъ котораго состоитъ кровяное тѣлце, и перевариваетъ его въ пищеварительной вакуоли. Во всякомъ случаѣ не все вещество кровяного тѣльца можетъ быть усвоено паразитомъ, но часть остается непереваренной. Красный цвѣтъ кровяного тѣльца зависитъ отъ цвѣта особаго бѣлка — гемоглобина, который пропитываетъ про-



топлазму такъ же, какъ хлорофиллы у хламидомонады протыиваются хроматофоръ. Подъ вліяніемъ пищеварительныхъ соковъ плазмодія, гемоглобинъ не можетъ вполне усвоиться, но

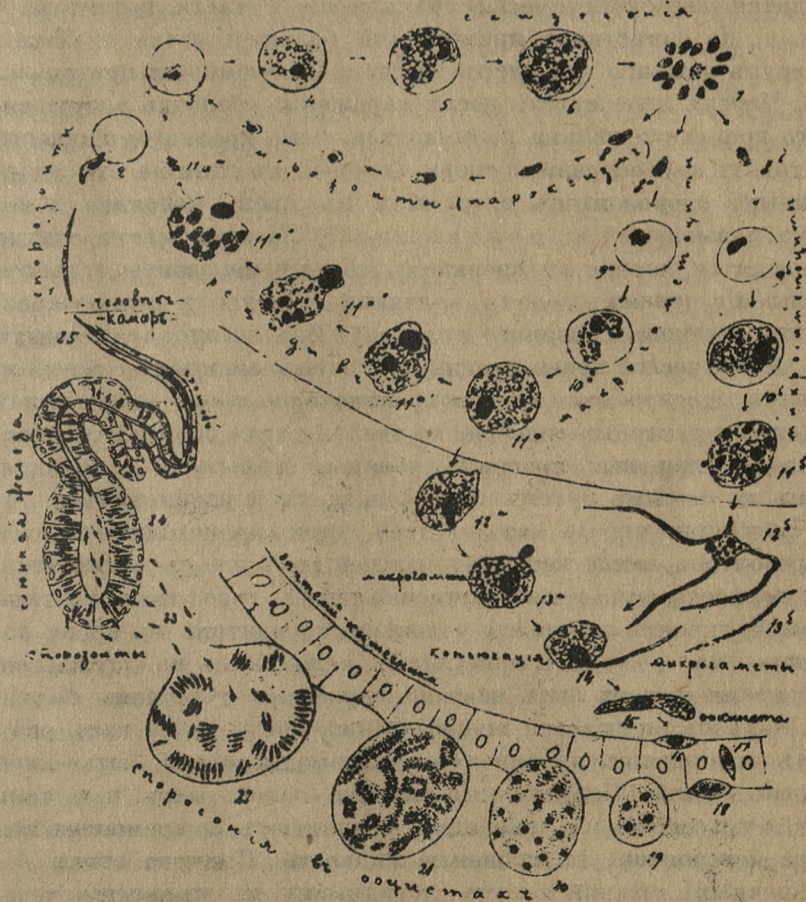


Рис. 7.

Полный жизненный цикл *Plasmodium vivax*. Поперечная изогнутая черта отдѣляетъ верхнюю часть цикла, которая протѣкаетъ въ крови человѣка, отъ нижней, имѣющей мѣсто въ тѣлѣ *Anerpheles*. Стрѣлки указываютъ направленіе развитія: всѣ стадіи перенумерованы, начиная съ цифры 1.

разлагается, при чемъ часть его осаждается въ формѣ нерастворимыхъ черныхъ зеренъ меланина, которые разбросаны въ протоплазмѣ плазмодія (4 и сл.).



Приблизительно черезъ 36 часовъ послѣ зараженія плазмодій почти цѣликомъ заполняетъ нѣсколько раздувшееся за это время кровяное тѣлце и начинаетъ размножаться. Ядро его дѣлится (кариокинетически) сначала на 2 части, потомъ на 4 и т. д., до извѣстнаго предѣла (по большей части до 16-ти). Вокругъ cadaго изъ ядеръ обособляется комочекъ протоплазмы. Черезъ двое сутокъ послѣ зараженія оболочка разрушеннаго кровяного тѣльца разрывается, и въ кровяную жидкость выходятъ амѣбообразныя споры, которыя въ отличіе отъ удлиненныхъ спорозоитовъ, вносимыхъ въ кровь человѣка комаромъ, называются мерозоитами (8). На томъ мѣстѣ, откуда расходятся бывшіе въ кровяномъ тѣлцѣ мерозоиты, остается скопленіе черныхъ зеренъ меланина и другихъ непереваренныхъ остатковъ кровяного тѣльца (7). Изъ всѣхъ зараженныхъ въ человѣческой крови красныхъ тѣлецъ мерозоиты освобождаются одновременно, плаваютъ нѣкоторое время въ кровяной жидкости, а затѣмъ совершенно такъ же, какъ спорозоиты, пробѣгаютъ здоровыя красныя кровяныя тѣльца и начинаютъ тѣмъ же самымъ путемъ питаться, расти и размножаться.

Регулярно черезъ каждыя двое сутокъ происходитъ выходъ мерозоитовъ, число которыхъ каждый разъ все увеличивается. Въ первое время, непосредственно послѣ того, какъ больной комаръ укуситъ здороваго человѣка, паразитовъ въ крови настолько мало, что ихъ присутствіе человѣкомъ не ощущается; это время можетъ быть названо скрытымъ періодомъ болѣзни. Болѣзнь ощущается впервые лишь послѣ того, какъ разъ пять совершилось размноженіе плазмодія, стало быть—дней черезъ десять. Болѣзненные явленія—ознобъ, жаръ, т. е. такъ наз. пароксизмы лихорадки—совпадаютъ со временемъ выхода мерозоитовъ въ кровяную жидкость. Причина этихъ болѣзненныхъ явленій лежитъ, повидимому, въ отравленіи человѣческаго организма ядовитыми веществами, которыя являются отбросами при обмѣнѣ веществъ растущаго и размножающагося плазмодія, соотвѣтствуютъ, такъ сказать, мочѣ его и попадаютъ въ кровяную жидкость въ тотъ моментъ, когда оболочка кровяного тѣльца, содержащаго мерозоиты, разрушается.

Кромѣ прямого отравленія ядовитыми выдѣленіями, паразитъ можетъ вредить уже тѣмъ, что разрушаетъ большое ко-



личество красных кровяных тѣлецъ которыя играютъ очень существенную роль при дыханіи человѣка. Въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ крови здороваго человѣка приходится около 5 милліоновъ кровяныхъ тѣлецъ. Наблюдалось, что одинъ приступъ злокачественной тропической лихорадки ведетъ къ разрушенію до 1 милліона кровяныхъ тѣлецъ на 1 к. с., а послѣ нѣсколькихъ приступовъ въ томъ же объемѣ можетъ остаться лишь 500.000 кровяныхъ тѣлецъ, что почти неминуемо влечетъ смерть.

Темпъ развитія нашей мѣстной лихорадки болѣе медленный; повидимому, часть мерозоитовъ, вышедшихъ во время пароксизма въ кровяную жидкость, погибаетъ здѣсь, а потому количество разрушаемыхъ красныхъ кровяныхъ тѣлецъ не бываетъ особенно велико. Мерозоиты вообще гораздо легче поддаются вліянію всякихъ ядовитыхъ веществъ (напр., хинина), чѣмъ заключенные внутри кровяныхъ тѣлецъ плазмодіи; поэтому при леченіи хининомъ надо принимать его часа за 4 до пароксизма, съ тѣмъ расчетомъ, чтобы онъ попалъ въ кровь ко времени выхода мерозоитовъ.

Число правильно слѣдующихъ одинъ за другимъ пароксизмовъ лихорадки не бываетъ обыкновенно велико. При нашей мѣстной лихорадкѣ большой послѣ нѣсколькихъ пароксизмовъ обыкновенно выздоравливаетъ даже безъ леченія. Причина этого лежитъ въ томъ, что плазмодій, подобно трихосферію, хламидомонадѣ и гетеромитѣ, не можетъ размножаться безпрѣдѣльно безполымъ путемъ, или, какъ выражаются, *схизогоніею*, для обезпеченія развитія необходимъ половой процессъ—конъюгація. Въ крови человѣка конъюгація произойти не можетъ; она имѣетъ мѣсто въ кишечникѣ комара, напившагося зараженной крови человѣка. Но уже въ организмѣ человѣка плазмодій начинаетъ подготавливаться къ конъюгаціи.

Какъ у хламидомонады, у плазмодія при конъюгаціи сливаются между собой макрогаметы и микрогаметы. Подготовительныя формы этихъ гаметъ въ крови человѣка также различаются другъ отъ друга и называются макрогаметоцитами и микрогаметоцитами. Послѣ нѣсколькихъ періодовъ безполаго размноженія, напр., во время перваго замѣтнаго пароксизма лихорадки, часть мерозоитовъ, проникнувъ



въ кровяныя тѣльца и разросшись здѣсь, не приступаетъ къ спорообразованію, а превращается въ гаметоциты, большія (8<sup>a</sup>—11<sup>a</sup>) и малыя (8<sup>b</sup>—11<sup>b</sup>). Взрослыя макро- и микрогаметоциты въ человѣческой крови отличаются другъ отъ друга и отъ безполыхъ формъ (или схизонтовъ) своей величиной, размѣрами своихъ ядеръ и зеренъ меланина, а главнымъ образомъ—своей судьбой. Если здоровый *Anopheles* напьется человѣческой крови исключительно съ безполыми формами (схизонтами) плазмодія, то онъ не заразится и размноженіе паразита внутри комара не произойдетъ. Но если въ кишечникъ комара попадутъ половыя формы—макро- и микрогаметоциты, то они здѣсь начинаютъ развиваться далѣе. Макрогаметоциты созрѣваютъ въ шарообразныя неподвижныя макрогаметы, выдѣливъ часть своего ядернаго вещества (12<sup>a</sup> и 13<sup>a</sup>; это такъ наз. редукція хроматина, о которой подробно см. въ лекціи XXIII). Микрогаметоциты, ядро которыхъ еще ранѣе распалось на 4—7 частей, даютъ теперь начало столькимъ же микрогаметамъ (12<sup>b</sup>). Последнія имѣютъ видъ длинныхъ подвижныхъ нитей, съ вытянутымъ по оси ядромъ (13<sup>b</sup>). Микрогаметы расходятся во всѣ стороны, двигаясь въ жидкомъ содержимомъ кишечника *Anopheles*, приближаются къ той или иной макрогаметѣ и конъюгируютъ, при чемъ ядра обѣихъ гаметъ сливаются въ одно ядро (14). Больше, чѣмъ въ разсмотрѣнныхъ нами до сихъ поръ случаяхъ конъюгаціи, бросается въ глаза сходство этого процесса съ оплодотвореніемъ у высшихъ организмовъ: неподвижная большая макрогамета соответствуетъ женскому яйцу, а подвижная тонкая микрогамета—мужскому спермію. Зигота, образовавшаяся изъ слитія макро- и микрогаметы, двигается какъ амѣба, почему и называется оокинетой, т.е. подвижнымъ яйцомъ.

Естественно возникаетъ вопросъ, почему въ организмъ чело-  
вѣка никогда не происходитъ конъюгаціи, которая тотчасъ же  
начинается въ кишечникъ комара. Причина лежитъ въ разницѣ  
температуръ. У чело-вѣка кровь теплая, около 37° С., у *Anopheles* температура крови соответствуетъ температурѣ окружаю-  
щей среды. Наблюдалось, что комары не заражаются ни въ  
слишкомъ жаркую, ни въ слишкомъ холодную погоду, а только  
въ предѣлахъ между 18° и 30° С. (для *Plasmodium vivax*; для



*P. malariae* попустимы болѣе низкія температуры для *P. immaculatum*—болѣе высокія). Пониженіе температуры и является, повидимому, толчкомъ къ превращенію макро-и микрогаметоцитовъ въ гаметы и ихъ дальнѣйшему оплодотворенію. (У плазмодія, который вызываетъ лихорадку у птицъ и разносится комарами *Culex*, можно вызвать оплодотвореніе искусственно: если взять зараженной теплой птичьей крови съ гаметоцитами и разсматривать при комнатной температурѣ на предметномъ стеклѣ въ микроскопъ, то на нашихъ глазахъ образуются макро-и микрогаметы и произойдетъ конъюгация; но при такихъ условіяхъ оокинета умираетъ за недостаткомъ питанія).

Въ кишечникѣ *Anopheles* оокинета подходитъ къ выстилающему кишечную полость эпителию (16), проникаетъ сквозь его толщу (17), и укрѣпляется со внутренней стороны его, одѣваясь плотной оболочкой — цистой (18). Эта ооциста начинаетъ усиленно питаться, такъ какъ окружена питательной жидкостью, просачивающейся изъ полости кишечника комара черезъ эпителий. По мѣрѣ роста ядро ооцисты размножается (19, 20, 21), вокругъ каждаго обособляется комочекъ протоплазмы определенной формы, и когда созрѣвшая ооциста лопається, изъ нея въ лимфатическую жидкость или „кровь“ комара выходятъ подвижные спорозиты (22). Спорозиты разносятся кровью по всему организму и доходятъ до слюнныхъ железъ, въ эпителий которыхъ они и проникаютъ (24). У сильно зараженного комара полость слюнныхъ железъ, а равно и наружные протоки ихъ, наполнены спорозитами. Когда такой комаръ кусаетъ человѣка, то, прежде чѣмъ ввести въ кожу свой хоботокъ, онъ смачиваетъ его слюною; естественно, что при введеніи хоботка въ кровь человѣка попадаетъ вмѣстѣ со слюною большее или меньшее количество спорозитовъ.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что человѣкъ заражается лихорадкой отъ комара, а комаръ отъ человѣка, такъ какъ только въ крови человѣка происходитъ размноженіе мерозоитами или схизогонія и только въ организмѣ комара совершается конъюгация или спорогонія. Интересны, однако, такіе случаи, когда у человѣка, болѣвшаго лихорадкой, но выздоровѣвшаго, болѣзанъ вдругъ проявляется снова, иногда спустя большой промежутокъ времени, и при такихъ условіяхъ, когда воз-



возможность новаго зараженія отъ *Anopheles*, повидимому, исключена. Эти случаи называются возвратомъ болѣзни или рецидивомъ и объясняются слѣдующимъ образомъ.

Прекращеніе гароксизмовъ лихорадки у человѣка является результатомъ прекращенія схизогоніи; никакихъ слѣдовъ безполаго размноженія, ни схизонтовъ, ни мерозоитовъ не остается. Микрогаметоциты также очень не стойки и отмираютъ въ человѣческой крови вскорѣ послѣ того, какъ образовались. Наоборотъ, макрогаметоциты очень стойки и могутъ годами жить, не измѣняясь и не умирая, въ тѣлѣ человѣка. Въ такомъ случаѣ, хотя человѣкъ и чувствуетъ себя вполне здоровымъ, но носить въ себѣ постоянную опасность возобновленія маляріи. При всякомъ случайномъ нездоровьѣ, при простудѣ или при ослабленіи организма макрогаметоциты могутъ изъ покойнаго состоянія перейти въ активное. Ядро, какъ при созрѣваніи макрогаметы передъ оплодотвореніемъ, дѣлится пополамъ (11a'), одна половина выбрасывается и позднѣе разрушается, а другая дѣлится многократно, какъ при схизогоніи (11a''—11a'''), и въ результатѣ распадается на мерозоиты, которые внедряются въ кровяныя тѣльца и могутъ вызвать нѣсколько пароксизмовъ лихорадки.

Въ случаѣ рецидива мы видимъ, что особь, соответствующая женскому яйцу, начинаетъ размножаться безъ оплодотворенія. Этотъ способъ размноженія соответствуетъ партеногенезу или дѣвственному размноженію, наблюдаемому часто у высшихъ организмовъ, у многихъ насѣкомыхъ, рачковъ и пр.



## ЛЕКЦІЯ VI.

### **Сравненіе разсмотрѣнныхъ организмовъ съ составными частями высшихъ животныхъ и растеній.**

Если изслѣдовать при сильномъ увеличеніи каплю крови обыкновеннаго рака, омара или краба, можно видѣть, что она состоитъ изъ почти безцвѣтной жидкости, плазмы, въ которой плаваютъ въ большомъ количествѣ маленькія тѣльца, бѣлыя кровяныя тѣльца или лейкоциты. Каждое такое тѣльце (рис. 8, А) представляетъ безцвѣтный комочекъ протоплазмы, который съ перваго же взгляда напоминаетъ намъ амёбу; при внимательномъ наблюденіи сходство это становится еще больше, такъ какъ тѣльце, подобно амёбѣ, выпускаетъ и втягиваетъ обратно псевдоподіи и такимъ образомъ передвигается и постепенно мѣняетъ свою форму.

Кромѣ того, при прибавленіи кармина, гематоксилина или другой подходящей краски можно явственно видѣть ядро (А<sub>5</sub>). Словомъ, данное въ лекціи описаніе амёбы вполнѣ подходитъ и къ лейкоцитамъ; разница только та, что у лейкоцитовъ нѣтъ сократительной вакуоли.

Кровь рыбы, лягушки (В), ящерицы или птицы содержитъ такіе же лейкоциты, но кромѣ того у нихъ, какъ вообще у всѣхъ животныхъ съ красной кровью, есть еще тѣльца, называемыя красными кровяными тѣльцами. Это плоскіе овальные протоплазматическіе диски, окрашенные особымъ пигментомъ, называемымъ гемоглобиномъ. Каждое такое тѣльце имѣетъ ядро, которое, при разсматриваніи тѣльца сбоку, обра-



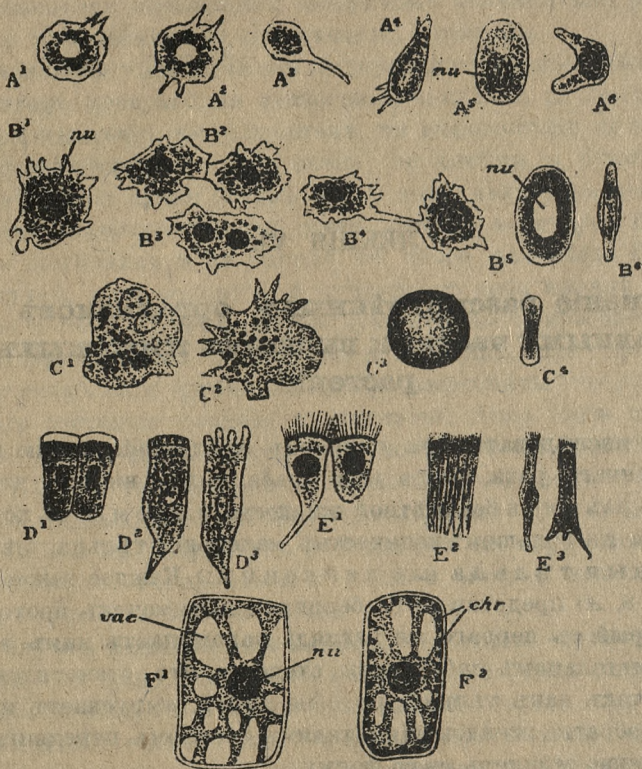


Рис. 8.

### Типичныя животныя и растительныя клѣтки.

A¹—A⁶ живой лейкоцатъ рака; A⁵—A⁶ онъ же, убитый и окрашенный; nu ядро.  
B¹ лейкоцитъ лягушки, B² два лейкоцита въ началѣ конъюгаціи, B³ они же послѣ конъюгаціи, B⁴ дѣленіе лейкоцита, B⁵ красное кровяное тѣльце лягушки съ поверхности, B⁶ оно же сбоку.

C¹ и C² лейкоциты ящерицы.

C³ и C⁴ красныя кровяныя тѣльца человека съ поверхности и сбоку.

D¹ и D² цилиндрическія эпителиальныя клѣтки лягушки; D³ подобная клѣтка съ псевдоподіями.

E¹ клѣтки мерцательнаго эпителия изъ полости рта лягушки.

E² и E³ подобныя клѣтки изъ трахей собаки.

F¹ паренхимная клѣтка корня лиліи, F² подобная клѣтка изъ листа боба, nu ядро, vac вакуоли, chr хроматофоры.



зуетъ выступъ его средней части ( $B_5$  и  $B_6$ ). Эти тѣльца можно было бы сравнить съ такой амёбой, которая втянула свои псевдоподіи, получила плоскую форму и гемоглибиновую окраску.

Въ крови млекопитающихъ, напр. кролика, собаки или человека, встрѣчаются какъ бѣлыя, такъ и красныя тѣльца, но красныя кровяныя тѣльца у нихъ имѣютъ форму круглыхъ двояковогнутыхъ дисковъ ( $C^3$ ,  $C^4$ ) и не имѣютъ ядра.

Лейкоциты могутъ поглощать твердыя частицы, размножаться путемъ простого дѣленія, а иногда могутъ, сливаясь другъ съ другомъ, образовывать скопленія протоплазмы съ многочисленными ядрами.

Желудокъ и кишки высшихъ животныхъ выстланы мягкой, слизистой кожицей, которую называютъ слизистой оболочкой. Если срѣзать и расщипать иглами кусочекъ съ поверхности этой оболочки (напр. у лягушки или у кролика), то при сильномъ увеличеніи можно видѣть, что она состоитъ изъ очень большого количества микроскопическихъ тѣлецъ, такъ называемыхъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Въ естественномъ состояніи (при жизни животного) эти клѣтки лежатъ другъ около друга на поверхности слизистой оболочки, приблизительно такъ же, какъ бруски торцовой мостовой на поверхности улицы. Такая эпителиальная клѣточка ( $D^1$ ,  $D^2$ ) состоитъ изъ палочковидной протоплазматической массы, содержащей ядро, и потому можетъ быть сравнена съ вытянутой амёбой безъ псевдоподій. У нѣкоторыхъ животныхъ сходство съ амёбой еще больше, а именно приходилось наблюдать, что эпителиальная клѣтка выпускаютъ псевдоподіи со своей свободной поверхности ( $D_3$ ), т.-е. съ единственной стороны, гдѣ такое движеніе возможно, такъ какъ со всѣхъ другихъ сторонъ онѣ находятся въ тѣсномъ соприкосновеніи съ сосѣдними клѣтками.

Полость рта у лягушки и трахея (дыхательное горло) дышащихъ воздухомъ позвоночныхъ животныхъ, напр. рептилій, птицъ и млекопитающихъ, также одѣты слизистой оболочкой, но эпителиальныя клѣтки, составляющія поверхностный слой ея, отличаются однимъ важнымъ признакомъ отъ клѣтокъ желудка и кишечника. Если изслѣдовать ихъ въ совершенно



свѣжемъ состояніи, то можно видѣть, что каждая клѣтка на своей свободной поверхности, обращенной въ полость рта или трахеи, имѣетъ значительное число тонкихъ протоплазматическихъ волосковъ или рѣсничекъ ( $E_1, E_2, E_3$ ), которые постоянно находятся въ колебательномъ движеніи. При расщипываніи слизистой оболочки отдѣльныя клѣтки отрываются, и тогда можно видѣть, что онѣ кружатся въ жидкости вслѣдствіе дѣятельности своихъ рѣсницъ. Эти мерцательныя эпителиальныя клѣтки напоминаютъ намъ *Heteromita*, съ тѣмъ только различіемъ, что здѣсь каждая клѣтка, вмѣсто, двухъ жгутовъ, находящихся въ неправильномъ колебательномъ движеніи, имѣетъ множество рѣсницъ, совершающихъ постоянныя ритмическія движенія.

Подобныя мерцательныя эпителиальныя клѣтки находятся на жабрахъ устрицъ и другихъ ракушекъ, а также и на другихъ мѣстахъ.

Стебель или корень обыкновеннаго травянистаго растенія, какъ напр. герани или душистаго горошка, какъ можно видѣть на поперечномъ разрѣзѣ, состоитъ изъ центральной массы сердцевины, окруженной кольцомъ древесины, а послѣдняя, въ свою очередь, окружена мягкой массой, называемою корой. На тонкомъ поперечномъ разрѣзѣ можно видѣть, что послѣдняя состоитъ изъ громаднаго количества многогранныхъ тѣлецъ, такъ называемыхъ паренхимныхъ клѣтокъ, которые подобно кирпичамъ тѣсно примыкаютъ другъ къ другу.

При подробномъ изслѣдованіи видно, что паренхимная клѣтка ( $F^1$ ) состоитъ изъ протоплазмы, внутри которой находятся одна или нѣсколько полостей или вакуолей, содержащихъ прозрачную жидкость. Эти вакуоли отличаются отъ вакуолей амѣбы, гетеромиты или эвглены тѣмъ, что онѣ не пульсируютъ; это просто полости въ протоплазмѣ, содержащія водянистую жидкость; протоплазматическій слой, непосредственно окружающій ихъ, нѣсколько плотнѣе, чѣмъ остальная протоплазма. Иногда замѣчается только одна такая полость, занимающая всю внутреннюю часть клѣтки, иногда ихъ нѣсколько, какъ въ изображенной на рисункѣ ( $F^1$ ) клѣточкѣ, и въ такомъ случаѣ онѣ отдѣлены другъ отъ друга тонкими прослойками прото-



плазмы. Клетка содержит большое ядро и заключена въ имѣющую умѣренную толщину и состоящую изъ целлюлозы клеточную оболочку.

Данное описаніе относится къ клеткамъ, которыя составляютъ болѣе глубокіе слои коры, т.е. которыя лежатъ ближе къ древесинѣ. Въ болѣе поверхностно лежащихъ клеткахъ, а также во внутреннихъ клеткахъ листа можно замѣтить еще нѣчто другое. Здѣсь находятся у самой клеточной стѣнки заключенныя въ протоплазмѣ маленькія яйцевидныя тѣльца ярко зеленаго цвѣта ( $F^2$ ). Это хроматофоры или хлорофильныя зерна; они состоятъ изъ протоплазмы, окрашенной хлорофилломъ, который, какъ можно доказать экспериментально, обладаетъ тѣми же свойствами, какъ хлорофиллъ у хламидомонады или у эвглены.

Такую зеленую паренхимную клетку можно сравнить съ заключенной въ цисту хламидомонадой или эвгленой, причемъ главное различіе состоитъ въ томъ, что растительная клеточка въ слѣдствіе давленія со сѣднихъ клетокъ имѣетъ многогранную форму, и что хроматофоры въ нихъ болѣе мелкіе и многочисленны. Подобнымъ же образомъ безцвѣтныя паренхимныя клетки напоминаютъ инцистированную амѣбу.

Сердцевина, эпидермисъ или тонкая кожа, образующая наружную поверхность травянистыхъ растений, большая часть листьевъ и другія части растений состоятъ изъ агрегатовъ клетокъ, которыя въ существенныхъ чертахъ сходны съ даннымъ описаніемъ.

Такимъ образомъ мы приходимъ къ весьма замѣчательному результату. Оказывается, что высшія животныя и растения построены изъ элементовъ, которые въ существенныхъ чертахъ напоминаютъ микроскопическіе низшіе организмы, рассмотрѣнные въ предыдущихъ лекціяхъ. Эти элементы называютъ вообще клетками. Отсюда ясно, что высшія животныя и растения суть многоклеточные организмы, другими словами, на нихъ можно смотрѣть, какъ на агрегаты клетокъ, тогда какъ у такихъ существъ, какъ амѣба, хламидомонада, *Heteromita* или эвглена, весь организмъ представляетъ одну клетку, какъ говорятъ, организмъ одноклеточный.



Замѣтимъ еще, что клѣтки высшихъ животныхъ и растений, подобно одноклѣточнымъ организмамъ, встрѣчаются или въ амѣбовидномъ (А), или въ рѣсничномъ (Е), или въ инцистированномъ состояніи (Е'), и что вслѣдствіе соединенія нѣсколькихъ амѣбовидныхъ клѣтокъ могутъ образоваться много-ядерныя протоплазматическія массы.

Одна изъ наиболѣе характерныхъ особенностей разсмотрѣнныхъ нами въ предыдущихъ лекціяхъ одноклѣточныхъ организмовъ состоитъ въ томъ, что у всѣхъ мы постоянно встрѣчаемъ дѣленіе, какъ способъ размноженія. Поэтому аналогія между этими организмами и клѣтками высшихъ животныхъ и растений покажется намъ еще полнѣе, когда мы узнаемъ, что и у послѣднихъ дѣленіе есть обыкновенный способъ размноженія, и что увеличеніе растущихъ частей тѣла происходитъ вслѣдствіе дѣленія составляющихъ ихъ клѣтокъ.

Процессъ дѣленія животныхъ и растительныхъ клѣтокъ обыкновенно сопровождается весьма характерными и сложными измѣненіями въ ядрѣ, на которыя мы должны теперь обратить вниманіе. Но предварительно необходимо познакомиться подробно съ микроскопическимъ строеніемъ клѣтокъ и ихъ ядеръ, насколько оно извѣстно въ настоящее время.

Повидимому, существуетъ довольно значительное различіе въ строеніи между различными животными и растительными клѣтками, но новѣйшія изслѣдованія показали, что въ сущности въ тѣлѣ клѣтки или протоплазмѣ можно различать двѣ составныхъ части: 1) прозрачное, полужидкое вещество, пронизанное 2) нѣжными нитчатымъ, сѣтчатымъ или губчатымъ остовомъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что подъ микроскопомъ мы видимъ не всю клѣтку сразу, но только оптичeskій разрѣзъ ея, т.-е. всѣ тѣ части, которыя одновременно находятся въ фокусѣ линзы; передвигая фокусъ, мы послѣдовательно можемъ видѣть лежащія на различной глубинѣ слои объекта, и каждая такая картина представляетъ параллельный линзамъ микроскопа оптичeskій разрѣзъ. Разсматриваемая при такихъ условіяхъ подъ микроскопомъ, протоплазма представляется прозрачнымъ или слабо зернистымъ основнымъ веществомъ, про-



низаннымъ тонкой сѣтью или тонкими нитями. Въ нѣкоторыхъ животныхъ клѣточкахъ протоплазма ограничена снаружи очень тонкой оболочкой, въ растительныхъ клѣткахъ клѣточной стѣнкой изъ целлюлозы; въ амѣбовидныхъ клѣткахъ наружный прозрачный, корковый слой клѣтки состоитъ исключительно изъ свѣтлой протоплазмы, и только зернистый сердцевинный слой имѣетъ сѣтчатое строеніе. Въ большинствѣ взрослыхъ растительныхъ клѣтокъ и въ нѣкоторыхъ животныхъ клѣткахъ протоплазма въ большей или меньшей степени вакуолизирована (рис. 8, *F*<sup>1</sup>), но для молодыхъ растительныхъ клѣточекъ, равно какъ для большинства животныхъ клѣтокъ вполне подходитъ данное описаніе. Вполнѣ возможно, что картина сѣтчатого строенія клѣтки есть только оптическое выраженіе присутствія чрезвычайно мелкихъ полостей, или что оно зависитъ отъ присутствія безчисленнаго множества маленькихъ зеренъ, которыя образуются въ протоплазмѣ какъ продукты метаболизма.

Ядро обыкновенно имѣетъ сферическую форму, окружено нѣжной оболочкой и содержитъ, какъ мы видѣли уже у амѣбы, двѣ составныя части: ахроматинъ и хроматинъ, которыя представляютъ болѣе рѣзкія различія, чѣмъ описанныя двѣ составныя части тѣла клѣтки. Ахроматинъ есть однородное, полужидкое основное вещество ядра; по своимъ общимъ свойствамъ онъ напоминаетъ свѣтлую клѣточную протоплазму и подобно послѣдней невоспримчивъ къ извѣстнымъ краскамъ. Хроматинъ (рис. 9, *ch*.) расположенъ въ видѣ нитей или сѣти весьма различной формы и отличается отъ всѣхъ другихъ составныхъ частей клѣтки сильнымъ сродствомъ къ извѣстнымъ анилиновымъ, а также къ нѣкоторымъ другимъ краскамъ. Часто въ ядрѣ находятъ одно или нѣсколько шаровидныхъ тѣлецъ, такъ называемыя ядрышки (рис. 9, *B*), которые либо находятся въ связи съ хроматиновой сѣткой, либо лежатъ свободно въ ея петляхъ; они также обладаютъ большимъ сродствомъ къ красящимъ веществамъ, хотя по своимъ микроскопическимъ реакціямъ нѣсколько отличаются отъ хроматина.

Въ тѣлѣ многихъ, вѣроятно даже всѣхъ, клѣтокъ находится еще шаровидный участокъ, иногда окруженный лучисто расположенной протоплазмой. Это такъ называемая сфера (направляющая сфера). Она лежитъ обыкновенно около ядра



и содержитъ въ центрѣ маленькое зерно, такъ называемое центральное тѣльце или центросому (рис. 9, а). Иногда въ клеткѣ замѣчаются двѣ сферы (рис. 9, В, в); въ такомъ случаѣ, какъ показали наблюденія, онѣ происходятъ путемъ дѣленія одной.

Сложныя измѣненія, происходящія при дѣленіи кѣтки въ ядрѣ, представляютъ въ различныхъ случаяхъ нѣкоторыя варіаціи. Мы рассмотримъ такой случай, который можно разсматривать, какъ наиболѣе типичный.

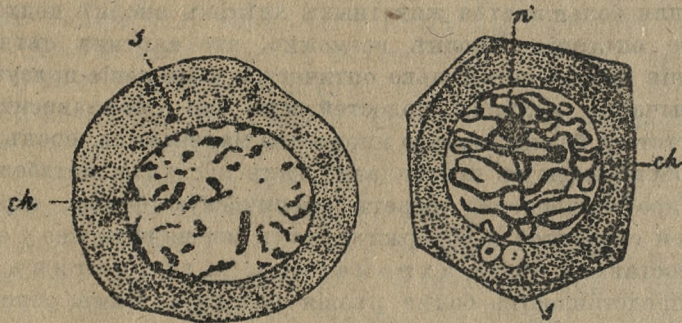


Рис. 9.

А половая кѣтка молодой саламандры.  
В кѣтка изъ нервной ткани лягушки.  
ch хроматинъ, s сфера съ центросомой, и ядрышко.

Прежде всего дѣлится сфера съ центросомой, и продукты ея дѣленія удаляются другъ отъ друга и расходятся къ противоположнымъ полюсамъ ядра (рис. 10, IV). вмѣстѣ съ тѣмъ хроматиновая сѣть превращается въ длинную, многократно извитую нить, которая распадается на извѣстное число сегментовъ, называемыхъ хромосомами. Число хромосомъ у каждаго вида животныхъ и растений постоянно, но у различныхъ видовъ замѣчается значительное разнообразіе въ этомъ отношеніи: у нѣкоторыхъ только двѣ хромосомы, у другихъ 12, у третьихъ 24 и т. д. Обыкновенно хромосома имѣетъ форму дуги въ видѣ буквы U (II). Затѣмъ исчезаетъ оболочка ядра и ядрышко, и между обѣими сферами появляется веретено, состоящее изъ тонкихъ ахроматиновыхъ нитей (III). Происхожде-





Рис. 10.

Схематическіе рисунки непрямого дѣленія ядра или каріокінезиса.

I клітка съ покоючимся ядромъ; въ ядрѣ видна хроматиновая сѣть и хроматиновыя петли, а также два ядрышка; около ядра сфера съ центросомой, окруженная лучами протоплазмы.

II хроматинъ раздѣлился на отдѣльныя хроматиновыя петли, которыя расплываются по длинѣ; видны двѣ сферы съ центросомой.

III оболочка ядра исчезла, хромосомы лежатъ неправильно, между сферами появляется ахроматиновое веретено.

IV хромосомы располагаются по экватору веретена.

V дочернія петли хромосомъ расходятся къ противоположнымъ полюсамъ.

VI и VII дальнѣйшія стадіи того же процесса.

VIII дочернія клітки отдѣляются другъ отъ друга перетяжкой.

IX дѣленіе растительной клітки путемъ образованія кліточной пластинки.



ніе этого веретена точно еще не выяснено: вѣроятно, отчасти оно происходитъ изъ хроматиноваго вещества ядра, отчасти изъ клѣточной протоплазмы. Въ то же время каждая хромосома расщепляется по дѣли въ надвое такъ что изъ каждой хромосомы образуется пара параллельныхъ и тѣсно прилежащихъ, другъ къ другу дугъ (II); такимъ образомъ число хромосомъ удваивается.

Эти парныя U-образныя дуги располагаются по экватору веретена въ радіальномъ направленіи, такъ что образуютъ фигуру звѣзды (IV), если разсматривать клѣтки съ полюса, въ направленіи продольной оси веретена. Теперь все готово къ дѣленію, для котораго предшествующіе процессы служили только подготовленіемъ.

Двѣ хромосомы каждой пары постепенно расходятся къ противоположнымъ полюсамъ веретена (V), такъ что образуются двѣ отдѣльныя группы, и отъ каждой пары одна дуга отходить къ одной группѣ, другая къ другой (VI, VII). Отсюда мы можемъ видѣть, что суть этого сложнаго процесса состоитъ въ томъ, что вещество хроматиновыхъ элементовъ ядра распределяется поровну между дочерними ядрами. Сферы съ центросомами являются при этомъ центрами, направляющими этотъ процессъ распределенія хроматиновыхъ элементовъ. Что касается нитей веретена, то нѣкоторые изслѣдователи думаютъ, что онѣ играютъ дѣятельную роль въ этомъ процессѣ, что онѣ, отходя отъ разныхъ полюсовъ, прикрѣпляются къ хромосомамъ и при своемъ сокращеніи тянутъ ихъ въ противоположномъ направленіи; но вполне возможно, что онѣ суть только пути, по которымъ двигаются хромосомы.

Достигнувши полюса веретена, хромосомы каждой группы соединяются и образуютъ сѣть (VIII), вокругъ которой затѣмъ появляется оболочка. Такимъ путемъ формируются дочернія ядра (XI). Такимъ образомъ въ клѣткѣ мы замѣчаемъ два ядра и двѣ сферы, причемъ хромосомы дочернихъ ядеръ произошли путемъ дѣленія хромосомъ материнскаго ядра, а сферы путемъ дѣленія материнской сферы.

Вслѣдъ за процессомъ дѣленія ядра совершается дѣленіе тѣла клѣтки. Оно совершается или путемъ просто о процесса перетягиванія — подобно тому, какъ можно раздѣлить кусокъ



глины или тѣста, если накинуть на него петлю и затѣмъ стянуть ее, или путемъ такъ наз. кѣточной пластинки. Последняя замѣчается, главнымъ образомъ, у растений. Она появляется сначала въ видѣ нѣкотораго количества зернышекъ, которыя происходятъ изъ экваторіальной части веретена (ХІ); эти зернышки расширяются и наконецъ образуютъ полную экваторіальную пластинку, которая дѣлитъ кѣточное тѣло на двѣ половины; затѣмъ происходитъ расщепленіе кѣточной пластинки въ плоскости параллельной ея поверхности <sup>1)</sup>. У растеній кѣточная пластинка образуетъ стѣнку изъ целлюлозы, отдѣляющую одну дочернюю кѣтку отъ другой.

Иногда (хотя сравнительно рѣдко) ядро не подвергается описаннымъ сложнымъ процессамъ и дѣлится простой перетяжкой. Такое дѣленіе называютъ простымъ или прямымъ дѣленіемъ ядра въ отличіе отъ описаннаго сложнаго или непрямого дѣленія. Последнему виду дѣленія ядра даютъ также специальное названіе каріокинезиса.

Читатель, навѣрное, уже обратилъ вниманіе на чрезвычайно сложное строеніе кѣтокъ и ядеръ, которое открываютъ намъ современныя увеличенія микроскопа. Когда въ тридцатыхъ годахъ текущаго столѣтія Шлейденъ и Шванъ впервые показали, что тѣло какъ животныхъ, такъ и растеній состоитъ изъ кѣтокъ, на кѣтки смотрѣли, какъ на крайній предѣлъ микроскопическаго анализа. Въ настоящее время демонстрація кѣтокъ, сама по себѣ, вещь легкая, и передъ нами другая задача, а именно выяснить тонкости ихъ строенія.

Къ какимъ результатамъ мы придемъ, если у насъ въ рукахъ будутъ микроскопы, превосходящіе современные настолько же, насколько современные микроскопы превосходятъ примитивные инструменты начала этого столѣтія, это трудно даже предугадать. Несомнѣнно одно, что за послѣднія 50-60 лѣтъ протекшія со времени открытія Шлейдена и Швана, наши

---

1) Не нужно забывать, что кѣтки на нашихъ рисункахъ изображены плоскими, на самомъ же дѣлѣ это тѣла, и слѣдовательно кѣточная пластинка, изображенная на рисункѣ въ видѣ линіи (рис. 10, ХІ), на самомъ дѣлѣ есть плоскость, перпендикулярная къ плоскости бумаги.



свѣдѣнія относительно живыхъ существъ сдѣлали громадныя успѣхи.

Мы указали на поразительное общее сходство между клѣтками высшихъ животныхъ и растений и цѣлыми одноклѣточными организмами, какъ на весьма замѣчательный фактъ, но есть еще другое не менѣе важное обстоятельство, на которое мы должны обратить вниманіе.

Всѣ многоклѣточные животные начинаютъ свою жизнь въ видѣ яйца, которое или оставляетъ родительскій организмъ, какъ таковое, какъ напр. у большинства рыбъ, у лягушекъ, птицъ и т. д., или проходить первыя стадіи своего развитія внутри родительскаго организма, какъ у нѣкоторыхъ акулъ и рептилій и у всѣхъ млекопитающихъ.

Строеніе яйца въ существенныхъ пунктахъ сходно у всѣхъ животныхъ. Оно состоитъ (рис. 11, А) изъ шаровидной массы протоплазмы, въ которой отложены зернышки бѣлковаго вещества, называемыя желточными шариками. Внутри протоплазмы находится большое прозрачное ядро, а въ немъ хроматиновое ядрышко. Оболочка можетъ быть или не быть. Другими словами, яйцо есть клѣтка. Мы будемъ называть ее яйцевой клѣткой или яйцеклѣткой.



Рис. 11.

А яйцо животнаго (*Capmarina hastata*, медуза), *gp* протоплазма, *gn* ядро, *gn* ядрышко.

В яйцо растенія (*Gymnadenia conopsea*, орхидея); *plsm* протоплазма, *ni* ядро, *ni* ядрышко.

Такое строеніе имѣютъ молодые и незрѣлыя яйца всѣхъ животныхъ. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, прежде чѣмъ сдѣлаться зрѣлымъ, т.-е. способнымъ развиться въ новую особь, яйцо испытываетъ извѣстныя измѣненія. Такъ, напр., его протоплазма можетъ высылать псевдоподіи, такъ что яйцо дѣлается амёбовиднымъ (рис. 53), или на его поверхности образуется толстая клѣточная оболочка (рис. 61).



Наиболѣе замѣчательныя измѣненія совершаются въ яйцѣ у нѣкоторыхъ позвоночныхъ, напр. у птицъ. Такъ наприимѣръ, въ куриномъ яйцѣ желточные шарики скопляются въ весьма большомъ количествѣ, вслѣдствіе чего первоначально микроскопическое яйцо достигаетъ большихъ размѣровъ и дѣлается тѣмъ, что въ общежитіи называется „желткомъ“ яйца. Вокругъ желтка откладываются слои „яичнаго бѣлка“, а затѣмъ скорлуповая оболочка и скорлупа. Поэтому въ такихъ яйцахъ слѣдуетъ различать цѣлое „яйцо“ въ обиходномъ значеніи слова отъ яйцевой клѣтки или яйца (ovum) въ тѣсномъ смыслѣ слова. Но эти усложненія нисколько не измѣняютъ основного факта, что высшія животныя начинаютъ свою жизнь въ видѣ простыхъ клѣтокъ, другими словами, что многоклѣточные животныя, какъ бы велики и сложны они ни были во взросломъ состояніи, начинаютъ свое существованіе въ видѣ одноклѣточныхъ организмовъ микроскопической величины.

То же самое и у растений. Пестикъ обыкновеннаго цвѣтка содержитъ одно или нѣсколько яйцевидныхъ тѣлъ, которыя, когда цвѣтокъ вянетъ, развиваются въ сѣмена. На разрывѣ такого тѣла видно, что оно содержитъ обширную полость—зародышевый мѣшокъ, на одномъ концѣ котораго находится микроскопическая клѣтка, состоящая, какъ обыкновенно, изъ протоплазмы, ядра и ядрышка. Это яйцо или яйцеклѣтка растенія. Изъ нея развивается новое растеніе, происходящее изъ прорастающаго сѣмени. Такимъ образомъ высшія растенія, подобно высшимъ животнымъ, начинаютъ свое существованіе въ видѣ микроскопическаго, одноклѣточнаго организма.

---



## ЛЕКЦІЯ VII.

### Дрожжи (*Saccharomyces*).

Всякій знаетъ по внѣшности обыкновенныя пивныя дрожжи: свѣтло-бурое, мутное, пѣнистое вещество, которое образуется на поверхности бродильныхъ чадовъ на пивоварняхъ, а также употребляется при приготовленіи хлѣба, чтобы заставить „подняться“ тѣсто.

При изслѣдованіи подъ микроскопомъ оказывается, что такія дрожжи состоятъ изъ жидкости, въ которой распределены въ чрезвычайно большомъ количествѣ маленькія тѣльца, которыя и придаютъ жидкости мутный видъ. Каждое такое тѣльце есть одноклѣточный организмъ, дрожжевой грибокъ, или на языкѣ ботаники *Saccharomyces cerevisiae*.

*Saccharomyces* состоитъ изъ шаровиднаго или эллипсоидальнаго протоплазматическаго тѣльца, около 0,01 мм. въ діаметръ, окруженнаго нѣжной клѣточной оболочкой изъ целлюлозы (рис. 12). Въ протоплазмѣ находится одна или нѣсколько несократительныхъ вакуолей; это простыя полости, наполненныя жидкостью и измѣняющіяся, смотря по состоянію питанія клѣтки. Въ протоплазмѣ встрѣчаются также зернышки — продукты метаболизма; одни изъ нихъ состоятъ изъ бѣлковыхъ веществъ, другія суть жировыя капельки. При обыкновенныхъ условіяхъ ядра не видно, но недавно при употребленіи особаго способа окраски удалось найти въ серединѣ клѣтки маленькое круглое тѣльце, повидимому, ядро.

Клѣточная оболочка настолько тонка, что безъ самыхъ сильныхъ увеличеній трудно даже убѣдиться въ ея существованіи.



Но ее легко демонстрировать, если окрасить дрожжи мажентой и затѣмъ надавить на покрывное стеклышко, такъ чтобы раздавить клетку. При этомъ клеточныя стѣнки лопаются и являются въ видѣ сморщенныхъ разорванныхъ мѣшковъ, не окрашенныхъ мажентой (рис. 12, *D. c. w.*), а вышедшая оттуда протоплазма имѣетъ видъ неправильной, окрашенной въ красный цвѣтъ, массы.

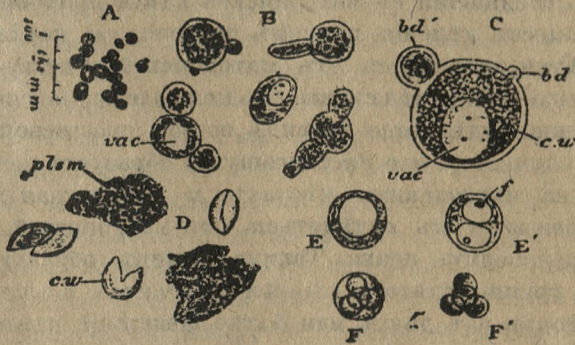


Рис. 12.

*Saccharomyces cerevisiae*

А Группа клетокъ при небольшомъ увеличеніи.

В Нѣсколько клетокъ при болѣе сильномъ увеличеніи, въ различныхъ стадіяхъ почкованія, *vac.* вакуоля.

С Клетка съ двумя почками (*bd, bd'*), при еще большемъ увеличеніи; *c. w.* клеточная оболочка.

Д Раздавленные клетки, *c. w.* лопнувшія клеточныя оболочки, *plm* вышедшая протоплазма.

Е, Е' Голодающія клетки съ большими вакуолями и жировыми капельками (*f*).

Е, Е' Образование споръ путемъ дѣленія протоплазмы голодающей клетки, въ Е споры заключены еще въ материнскую клеточную стѣнку, въ Е' онѣ свободны.

Способъ размноженія *Saccharomyces* легко наблюдать при броженіи дрожжей, и здѣсь можно видѣть, что онъ отличается отъ всего, что мы видѣли до сихъ поръ. На поверхности клеточки появляется маленькій бугорокъ (рис. 12, *C*), который мало-по-малу увеличивается. При сильномъ увеличеніи видно, что этотъ бугорокъ или почка представляетъ покрытый тонкимъ слоемъ целлюлозы выростъ протоплазмы материнской клетки.



Она образуется такимъ путемъ, что протоплазма образуетъ небольшой выступъ—похожій на маленькую псевдоподію — который выпячивается наружу клѣточную стѣнку. При этомъ ядро приближается къ поверхности клѣтки и дѣлится на двѣ части, изъ которыхъ одна остается въ материнской клѣткѣ, а другая въ почкѣ. Почка увеличивается и, въ концѣ концовъ, превращается въ шаровидное тѣло, которое на одномъ полюсѣ находится въ соединеніи съ материнской клѣткой; затѣмъ происходитъ процессъ дѣленія, причемъ протоплазма почки или дочерней клѣтки отдѣляется отъ материнской клѣтки, и между тою и другою образуется стѣнка изъ целлюлозы. Наконецъ, почка совершенно отдѣляется въ видѣ особой дрожжевой клѣтки.

Часто случается, что *Saccharomyces* образуетъ почки одновременно на нѣсколькихъ мѣстахъ, и что каждая дочерняя клѣтка, прежде чѣмъ отдѣлится отъ материнской, въ свою очередь производитъ почки. Такимъ путемъ образуются цѣпочки или группы клѣтокъ (*B*)—клѣточные колоніи, которыя состоятъ изъ двухъ или болѣе поколѣній клѣтокъ, причемъ начальная клѣтка находится къ остальнымъ въ отношеніи матери, бабушки или прабабушки.

Слѣдуетъ замѣтить, что этотъ процессъ почкованія, напоминающій всего болѣе распадѣніе на почки трихоцеріа, въ сущности есть только видоизмѣненіе или особая форма простого дѣленія. При послѣднемъ обѣ дочернія клѣтки одинаковой величины и обѣ меньше, нежели материнская клѣтка, тогда какъ при почкованіи одна клѣтка (материнская) больше, чѣмъ другая (дочерняя или почка): она почти такой же величины, какъ первоначальная клѣтка до почкованія, и на самомъ дѣлѣ тождественна съ ней. Поэтому при почкованіи родительская форма не теряетъ своей индивидуальности, какъ при обыкновенномъ дѣленіи, а испытываетъ только отдѣленіе небольшой части своего вещества въ видѣ почки, которая путемъ ассимиляціи питательныхъ веществъ постепенно достигаетъ величины матери, тогда какъ послѣдняя сохраняетъ свою индивидуальность и продолжаетъ производить новыя почки.

Размноженіе путемъ почкованія происходитъ только тогда, когда *Saccharomyces* хорошо снабжается пищей; если притокъ



питательныхъ веществъ прекращается, то замѣчается иной способъ размноженія. Дрожжи можно на самомъ дѣлѣ подвергнуть голодаію, если тонкій слой ихъ разсѣять на гипсовой пластинкѣ и держать ее во влажномъ состояніи подѣ стекляннымъ колоколомъ: при такихъ условіяхъ дрожжи не получаютъ ничего, кромѣ воды.

Черезъ нѣсколько дней можно видѣть, что дрожжевыя клѣточки при такихъ условіяхъ мѣняють свой видъ: въ нихъ появляются большія вакуоли и множество жировыхъ шариковъ (рис. 12, *E*, *E'*). Протоплазма подвергается деструктивному метаболизму, и такъ какъ нѣтъ новаго притока питательнаго матерьяла, то количественно она уменьшается и въ то же время отчасти превращается въ жиръ. Слѣдуетъ замѣтить, что какъ у растений, такъ и у животныхъ жировое перерожденіе или превращеніе протоплазмы въ жиръ путемъ деструктивнаго метаболизма есть постоянное явленіе при состояніи голодаія.

Спустя нѣкоторое время протоплазма собирается въ центрѣ клѣтки и дѣлится на четыре части, которыя расположены, какъ пирамида изъ четырехъ билліардныхъ шарочъ, изъ которыхъ три составляютъ основаніе, а четвертый лежитъ наверху (*F*). Каждый изъ нихъ окружается толстой целлюлезной оболочкой и превращается въ споръ. Четыре споры раньше или поздиѣе освобождаются путемъ разрыва материнской клѣточной стѣнки.

Споры, защищенныя толстою клѣточной оболочкою, могутъ продолжительное время переносить голодь и засуху; если же поставить ихъ въ благопріятныя условія, то онѣ развиваются въ обыкновенную форму *Saccharomyces*. Такимъ образомъ размноженіе спорами является у дрожжевыхъ грибовъ, какъ послѣднее усиліе организма противостоятъ вымиранію.

Физиологія питанія *Saccharomyces* тщательно изучена многими выдающимися учеными, особенно Пастеромъ, и вслѣдствіе этого извѣстна лучше, чѣмъ у какого нибудь другого низшаго организма. Поэтому будетъ уместно рассмотреть ее нѣсколько подробнѣе.

Первый процессъ при пивовареніи есть приготовленіе раствора солода, такъ называемаго сусла. Солодь есть проросшій ячмень, т.-е. такой, у котораго изъ сѣмени до извѣстной сте-



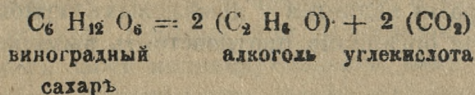
пени выросли молодыя растенѣца. При проростаніи крахмалъ, составляющій столь большую часть ячменнаго зерна, отчасти превращается въ сахаръ. Кромѣ того ячмень содержитъ растворимыя бѣлковыя вещества и минеральныя соли, такъ что если солодъ настоять горячей водой, то образующееся при этомъ сусло можно разсматривать, какъ растворъ сахара, бѣловыхъ веществъ и солей.

Къ этому солоду прибавляютъ извѣстное количество дрожжей. Очень скоро жидкость начинаетъ пѣниться, причемъ количество дрожжей чрезвычайно быстро возрастаетъ; микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что дрожжевыя кѣточки испытываютъ очень дѣятельный процессъ почкованія. Если въ то время, когда продолжается броженіе, въ сосудъ внести зажженную свѣчу, то она сейчасъ же гаснетъ; если бы помѣстить туда животное, то оно задохнулось бы.

Химическое изслѣдованіе показываетъ, что угасаніе, какъ пламени свѣчи, такъ и животной жизни происходитъ въ слѣдствіе быстрого развитія углекислоты изъ бродящаго сусла, а вспѣніе есть слѣдствіе выходненія этого газа изъ жидкости.

Спустя нѣкоторое время развитіе газа прекращается, и тогда оказывается, что жидкость утратила свой прежній сладковатый вкусъ и приобрѣла алкогольный или спиртовой запахъ. Анализъ показываетъ, что сахаръ исчезъ совсѣмъ или почти совсѣмъ, и при этомъ образовалось новое вещество, алкоголь. Такимъ образомъ сусло превращается въ ниво.

Этотъ процессъ можно выразить въ видѣ слѣд. химическаго уравненія.



Молекула сахара отъ дѣйствія дрожжей расщепляется и распадается на двѣ молекулы алкоголя, остающіяся въ жидкости, и на двѣ молекулы углекислоты, выдѣляющіяся въ газообразной формѣ. Этотъ процессъ извѣстенъ подъ именемъ алкогольнаго броженія.

Доказано точнымъ анализомъ, что только около 95 процен-



товъ сахара превращаются такимъ образомъ въ алкоголь и углекислоту, 4 процента разлагаются съ образованіемъ глицерина, янтарной кислоты и углекислоты, а 1 процентъ потребляется дрожжевыми клетками въ качествѣ пищи.

Для точнаго изученія броженія пивное сусло не годится, такъ какъ оно представляетъ жидкость очень сложнаго и не всегда постояннаго состава. Характеръ процесса, равно какъ роль, которую при этомъ играетъ *Saccharomycet*, будетъ явнѣе если вмѣсто пивнаго сусла мы возьмемъ искусственный питательный растворъ, предложенный Пастеромъ и по его имени называемый растворомъ Пастера. Онъ состоитъ изъ слѣд. составныхъ частей:

Вода, $H_2O$ . . . . .	83,76%
Тростниковый сахаръ, $C_{12}H_{22}O_{11}$ . . . . .	15,00%
Виннокислый аммоній, $(NH_4)_2C_4H_4O_6$ . . . . .	1,00%
Фосфорнокислый калий, $K_3PO_4$ . . . . .	0,20%
Фосфорнокислый кальцій, $Ca_3(PO_4)_2$ . . . . .	0,02%
Сѣрноислый магній, $MgSO_4$ . . . . .	0,02%
	100,00%

Составъ этой жидкости не произвольный, а есть результатъ тщательныхъ экспериментовъ и основанъ на слѣдующихъ соображеніяхъ.

Ясно, что при изученіи алкогольнаго броженія прежде всего долженъ присутствовать сахаръ <sup>1)</sup>, такъ какъ сущность этого процесса есть образованіе алкоголя изъ сахара.

Далѣе въ какой-нибудь формѣ долженъ присутствовать азотъ, а также углеродъ, кислородъ и водородъ, такъ какъ эти четыре элемента входятъ въ составъ протоплазмы и всѣ кромѣ азота въ составъ целлюлозы, и потому они необходимы, для того чтобы дрожжи могли жить и размножаться. Форма, въ которой всего лучше ассимилируется азотъ, была найдена экспериментально. Мы видѣли, что при приготовленіи пива дрожжевыя клеточки получаютъ свой азотъ преимущественно въ

<sup>1)</sup> Все равно, употребляется ли тростниковый или виноградный сахаръ.



формъ растворимыхъ бѣлковыхъ соединеній; зеленныя растенія получаютъ свой азотъ главнымъ образомъ въ простой формѣ азотнокислыхъ солей. Оказалось, что, тогда какъ бѣлковыя вещества представляютъ излишне сложную пищу для *Saccharomycetes*, азотнокислыя соли недостаточно сложны для этого, что для нихъ необходимы аммиачныя соединенія, изъ которыхъ самое подходящее — виннокислый аммоній. Такимъ образомъ *Saccharomycetes* можетъ построить молекулу протоплазмы изъ менѣ сложныхъ питательныхъ веществъ, чѣмъ требуетъ амѣба, но не можетъ утилизировать для этой цѣли такія простыя соединенія, которыя совершенно достаточны для хламидомонады. Но для *Saccharomycetes*, повидимому, совершенно безразлично, получаетъ ли онъ свой азотъ въ видѣ виннокислаго аммонія или въ болѣе сложной формѣ бѣлковыхъ тѣлъ.

Разсмотримъ остальные составныя части этой жидкости — фосфорнокислый калий, фосфорнокислый кальцій и сѣрникоислый магній. Если сжечь нѣкоторое количество дрожжей, то происходитъ то же самое, что и при сжиганіи какого-нибудь вышшаго животнаго или растенія. Сначала они обугливаются, причемъ освобождается углеродъ; затѣмъ, если нагреваніе продолжается, углеродъ совершенно потребляется, вступая въ соединеніе съ кислородомъ воздуха и образуя при этомъ углекислоту; въ то же время азотъ выдѣляется по большей части въ газообразной формѣ въ видѣ свободного азота, водородъ, соединяясь съ атмосфернымъ кислородомъ, выдѣляется въ видѣ паровъ воды, а сѣра въ видѣ сѣрнистой кислоты или двуокиси сѣры ( $\text{SO}_2$ ). Въ концѣ концовъ остается только небольшое количество бѣлой золы, которая, какъ показываетъ анализъ, содержитъ фосфорную кислоту, калий, кальцій и магній, т. е. какъ разъ всѣ составныя части трехъ минеральныхъ солей Пастеревского раствора, за исключеніемъ сѣры, которая, какъ мы видѣли, удаляется во время процесса сжиганія въ видѣ сѣрнистой кислоты.

Такимъ образомъ, принципъ, на которомъ основывается приготовленіе искусственной питательной жидкости, подобной Пастеровскому раствору, заключается въ томъ, чтобы такая жидкость содержала всѣ элементы, встречающіеся въ томъ организмѣ, которому она должна служить пищей, другими сло-



вами, чтобы она содержала всѣ вещества, комбинація которыхъ уравниваетъ потери организма, происходящія вслѣдствіе деструктивнаго метаболизма.

Что растворъ Пастера въполнѣ отвѣчаетъ этимъ требованіямъ, это можно доказать, опуская ту или другую изъ его составныхъ частей и затѣмъ наблюдая, какъ это опущеніе дѣйствуетъ на благосостояніе *Saccharomyces*.

Если опустить сахаръ, то дрожжевыя клѣточки растутъ и размножаются, но очень медленно. Это показываетъ, что сахаръ не необходимъ для жизни этого организма, но только для того активнаго состоянія, которое сопровождаетъ броженіе. Если мы взглянемъ на составъ Пастеровскаго раствора, то увидимъ, что онъ доставляетъ всѣ необходимые элементы и безъ сахара.

Опущеніе виннокислаго аммонія дѣйствуетъ фатально: безъ него клѣтки не растутъ и не размножаются. Этого можно было ожидать заранѣе, такъ какъ кромѣ виннокислаго аммонія жидкость не содержитъ больше азота, а безъ него не могутъ образоваться молекулы протоплазмы.

Замѣчательно, что фосфорнокислый калий и кальцій также необходимы; хотя они встрѣчаются въ такомъ незначительномъ количествѣ, но они абсолютно необходимы для благосостоянія дрожжевыхъ клѣтокъ, и безъ нихъ послѣднія не могутъ жить, хотя бы въ изобиліи были снабжены сахаромъ и виннокислымъ аммоніемъ. Это можетъ служить доказательствомъ того, что фосфоръ, кальцій и калий, хотя встрѣчаются почти въ безконечно малыхъ пропорціяхъ, составляютъ неотъемлемую составную часть протоплазмы *Saccharomyces*.

Наконецъ, для благосостоянія дрожжевыхъ клѣточекъ нуженъ также сѣрнистый магній; онъ не абсолютно необходимъ для ихъ жизни, какъ двѣ другія минеральныя соли, но безъ него жизненные процессы совершаются очень вяло.

Итакъ, культивируя дрожжи въ жидкости извѣстнаго состава, можно точно установить, какіе элементы и комбинаціи элементовъ необходимы для ихъ жизни, какіе полезны, хотя не абсолютно необходимы, и безъ какихъ можно совсѣмъ обойтись.

Дѣйствіе роста и размноженія дрожжей на сахаристую жидкость или, другими словами, природу алкогольнаго броженія



легко выяснитъ при помощи простаго опыта съ растворомъ Пастера. Нѣкоторое количество раствора съ небольшимъ количествомъ дрожжей наливають въ стлянку, шейка которой соединена съ изогнутой трубкой, ведущей въ сосудъ съ известковой водой. Когда начинается обычное выдѣленіе углекислоты, этотъ газъ идетъ черезъ трубку въ известковую воду и сейчасъ же производитъ тамъ осадокъ углекислаго кальція въ видѣ бѣлаго порошка, который шипитъ при прибавленіи кислоты. Этимъ доказывается, что развивающійся во время броженія газъ есть углекислота, такъ какъ никакой другой не производитъ осажденія углекислаго кальція. Когда броженіе окончено, присутствіе алкоголя можетъ быть доказано дистилляціей; при этомъ получается безцвѣтная, острая, горючая жидкость.

Экспериментирова съ нѣсколькими стлянками такого рода, можно убѣдиться, что броженіе происходитъ, какъ на свѣту, такъ и въ темнотѣ, и что оно совершенно не зависитъ отъ свободнаго кислорода. Дѣйствительно, этотъ процессъ не совершается, если въ жидкости присутствуетъ свободный кислородъ въ формѣ раствореннаго газа; отсюда повидимому вытекаетъ, что *Saccharomyces* способенъ заимствовать кислородъ, который нуженъ ему, какъ и всякому другому организму, для его метаболическихъ процессовъ, изъ доставляемой ему пищи.

Процессъ броженія совершается всего дѣятельнѣе между  $28^{\circ}$  и  $34^{\circ}$  C; при болѣе низкой температурѣ онъ идетъ сравнительно медленно, а при  $38^{\circ}$  C, размноженіе дрожжевыхъ клѣтокъ прекращается.

Если небольшую порцію дрожжей прокипятить, такъ чтобы убить клѣтки, и затѣмъ помѣстить въ стлянку съ Пастеровскимъ растворомъ, то броженія не происходитъ; это доказываетъ, что разложеніе сахара совершается лишь при содѣйствіи живыхъ дрожжевыхъ клѣтокъ. Повидимому, нѣтъ никакого сомнѣнія, что способность вызывать броженіе есть функція живой протоплазмы *Saccharomyces*. Дрожжевой грибокъ извѣстенъ поэтому какъ организованный ферментъ: когда онъ растетъ въ сахаристой жидкости, онъ не только совершаетъ обычные метаболическіе процессы, необходимыя для его существованія,



но также вызываетъ разложеніе сахара, при чемъ это разложеніе не сопровождается никакимъ соотвѣтствующимъ измѣненіемъ въ самомъ дрожжевомъ грибѣ.

Въ связи съ этимъ слѣдуетъ упомянуть, что есть важная группа неживыхъ тѣлъ, которыя вызываютъ поразительныя химическія измѣненія въ различныхъ веществахъ, не подвергаясь при этомъ сами никакому измѣненію; ихъ называютъ неорганизованными ферментами. Хорошо извѣстный примѣръ ихъ есть пепсинъ, находящійся въ желудочномъ сокѣ высшихъ животныхъ и обладающій способностью превращать бѣлковыя тѣла въ пептоны; его присутствіе доказано въ тѣлѣ амёбообразныхъ формъ и вѣроятно онъ или подобный ему ферментъ вызываетъ это превращеніе во всѣхъ организмахъ, имѣющихъ способность переваривать бѣлки. Другой примѣръ такихъ ферментовъ—діастазъ, вызывающій превращеніе крахмала въ виноградный сахаръ; онъ находится въ прорастающихъ ячменныхъ зернахъ, и безконечно малое количество его можетъ превратить громадные количества крахмала въ сахаръ. Птиадинъ нашей собственной слюны оказываетъ подобное же дѣйствіе на крахмаль.



## ЛЕКЦІЯ VIII.

### Б а к т е р і и.

Всѣмъ хорошо извѣстно, что, если нѣкоторыя органическія вещества, напр. мясо, бульонъ, молоко и проч., оставить стоять нѣсколько дней при умѣренной температурѣ (смотря по погодѣ больше или меньше), то они портятся или подвергаются гніенію, т. е. получаютъ противный запахъ, такой вкусъ, съ которымъ немногіе пожелаютъ познакомиться собственнымъ опытомъ, и часто совершенно другой видъ.

Одно изъ наиболѣе удобныхъ веществъ для изученія явленій гніенія есть настой сѣна, который можно приготовить, если небольшую порцію, напр. горсть сѣна, обдать горячею водою и полученную буроватую жидкость профильтровать черезъ пропускную бумагу. Можно взять для той же цѣли растворъ Пастёра, или хорошо сваренный и профильтрованный мясной бульонъ, или вообще какой-нибудь растительный или животный настой.

Если такую жидкость налить въ стеклянный сосудъ и покрыть для предохраненія отъ пыли стеклянной или бумажной пластинкой, то можно видѣть, что замѣтныя для невооруженнаго глаза явленія гніенія наступаютъ съ большою правильностью. Жидкость, сначала совершенно прозрачная, постепенно дѣлается непрозрачною и мутною. Непрозрачность увеличивается, и на поверхности образуется плѣна; въ то же время по-



является запахъ гніенія, который особенно въ животныхъ настояхъ скоро дѣлается очень рѣзкимъ и непріятнымъ.

Пѣна, достигнувъ замѣтной толщины, распадается и падаетъ на дно, и послѣ этого жидкость опять медленно проясняется, становясь снова совершенно проозрачной и теряя свой дурной запахъ. Если она подвергается дѣйствию свѣта, то въ ней раньше или позже появляются зеленныя пятна, происходящія отъ присутствія микроскопическихъ, содержащихъ хлорофиллъ организмовъ. Жидкость получила въ сущности характерныя свойства обыкновенной стоячей воды и совершенно неспособна къ дальнѣйшему гніенію. Весь рядъ этихъ измѣненій можетъ занять нѣсколько мѣсяцевъ.

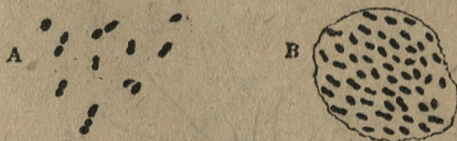


Рис. 13.

Бактеріа.

А Подвижная стадія; В покоющаяся стадія или зооглея.

Микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что свѣже приготовленная жидкость свободна отъ организмовъ, а если она хорошо профильтрована, то и вообще отъ всякихъ постороннихъ частицъ. Иное дѣло, если изслѣдовать при сильномъ увеличеніи каплю жидкости, въ которой началось помутнѣніе. Въ этомъ случаѣ жидкость кишитъ безчисленными милліонами маленькихъ точекъ, едва замѣтныхъ при увеличеніи въ 300—400 разъ и находящихся въ дѣятельномъ движеніи. Эти точки суть бактеріи или, какъ ихъ иногда называютъ, микробы или микроорганізмы; онѣ принадлежатъ къ многочисленнымъ и разнообразнымъ формамъ, между которыми особенно часто встрѣчается такъ наз. сѣнная палочка *Bacillus subtilis*; этотъ видъ мы и рассмотримъ прежде всего.

При сильномъ увеличеніи обыкновеннаго микроскопа *Bacillus subtilis* имѣетъ видъ маленькой палочки, иногда перетянутой по срединѣ (рис. 13, А). Только при употребленіи самыхъ



сильныхъ увеличеній и притомъ послѣ окраски можно точно разсмотрѣть форму и строеніе бактеріи. Она состоитъ изъ удлиненнаго тѣльца и отходящихъ отъ него жгутовъ. Тѣльце состоитъ изъ протоплазмы, одѣтой тонкой оболочкой. Въ протоплазмѣ при наиболѣе сильныхъ увеличеніяхъ можно разсмотрѣть ячеестое строеніе, а также нѣкоторое количество мелкихъ зеренъ, ярко окрашивающихся анилиновыми красками. Особого ядра разсмотрѣть не удастся; нѣкоторые изслѣдователи думаютъ, что ядро у бактерій совершенно отсутствуетъ. Но наврядъ ли такой взглядъ можно считать правильнымъ. Основательнѣе другое мнѣніе, что здѣсь ядро не дифференцировалось въ особое тѣльце, а его составныя части—описанныя

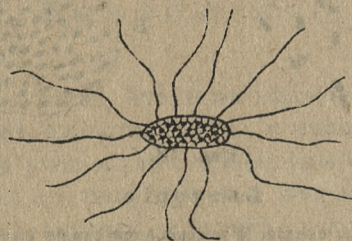


Рис. 14.

*Bacillus subtilis*: увелич. въ 4000 разъ.

выше хроматиновые зерна — разбѣяны по всему тѣлу кѣтки. Органами движенія являются многочисленные жгуты, расходящіеся во все стороны отъ поверхности тѣла. Жгуты длиннѣе тѣла, но настолько тонки, что безъ окраски совсѣмъ незамѣтны.

*Bacillus subtilis* размножается дѣленіемъ: раздѣлившись, каждая половинка растетъ, удлиняется и развиваетъ новые жгуты. Нерѣдко послѣ дѣленія обѣ половины не расходятся другъ отъ друга, но остаются связанными, будучи раздѣлены тонкою перегородкой. Каждая половинка можетъ снова раздѣлиться по тому же неполному способу и т. д.; въ результатѣ образуются длинныя нити, цѣпочки, состоящія изъ ряда члениковъ-особей. Подобно отдѣльнымъ бактеріямъ, цѣпочки движутся при помощи (15 d) жгутовъ въ мутной гнѣющей жидкости.



Какъ короткія палочки, такъ и цѣпочки могутъ сбросить жгуты (рис. 15 б), и тогда онѣ всплываютъ на поверхность и образуютъ здѣсь пленку (рис. 15 е). Здѣсь въ неподвижныхъ палочкахъ и въ отдѣльныхъ членикахъ цѣпочекъ происходитъ образованіе споръ; при этомъ внутри оболочки протоплазматическое тѣло сжимается и одѣвается очень плотной блестящей цистой, которая, подобно цистѣ хламидомонады, предохраняетъ спору отъ высыханія (рис. 15 с). Если вода, въ которой образовались

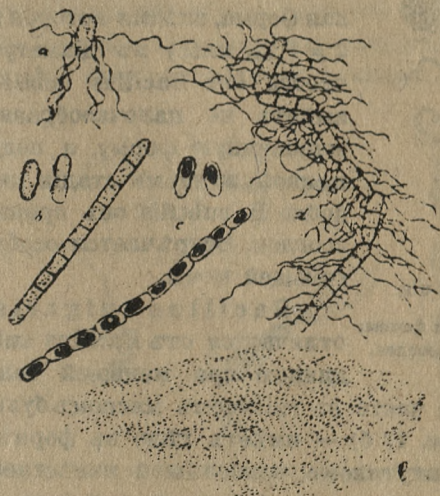


Рис. 15.

*Bacillus subtilis*, въ сѣнномъ растѣ: всѣ, существующія стадіи: а — подвижная палочка; б — неподвижныя палочки и цѣпочки; с — споры; д — подвижныя палочки и цѣпочки, которыя соединяются на поверхности растенъ въ плотную бѣловатую пленку е. Увелич. въ 1500 разъ, рис. с — въ 250 разъ.

споры, испарится, споры вмѣстѣ съ пылью разнесутся вѣтромъ во всѣ стороны. Когда онѣ попадаютъ въ благоприятныя условія, то проростають, т.е. изъ нихъ образуются палочкообразныя, снабженныя жгутами бактеріи.

Въ виду чрезвычайно малыхъ размѣровъ бактерій не удивительно, что мы очень мало знаемъ объ ихъ строеніи и размноженіи. Неудивительно поэтому, что намъ почти ничего не-



известно и о конъюгации у бактерий; впрочем, у одной формы, очень похожей на сынную палочку — *Bacillus bütschlii* был описан процесс, напоминающий очень упрощенную конъюгацию.

Кроме *Bacillus subtilis*, в гниющем сынном настоѣ встрѣчается, какъ указано выше, много другихъ бактерий, нѣкоторыя изъ которыхъ изображены на рис. 16 и 17.



Рис. 16.

*Micrococcus*.

1. простая и двойная формы;
2. и 3. цѣпочки; 4. зооглея.

*Micrococcus* (рис. 16) очень мелкая форма, клѣтки которой имѣютъ около  $2\ \mu$  ( $\frac{1}{500}$  мм.) въ диаметрѣ. Онъ отличается отъ *Bacillus subtilis* тѣмъ, что имѣетъ не палочкообразную, а почти шаровидную форму, и подвижной, снабженной жгутами стадіи не имѣетъ. Подобно *B. subtilis* онъ принимаетъ форму зооглеи. Встрѣчается особенно часто в гниющей мочѣ.

*Bacillus vulgaris* (рис. 17 а) — отличается отъ *Bacillus subtilis* болѣею длиною при меньшей толщинѣ; встрѣчается особенно часто в гниющемъ мясномъ бульонѣ.

*Vibrio* (рис. 17 б) — имѣетъ тѣло в формѣ запятой съ однимъ только жгутикомъ; наибольшей известностью изъ видовъ этого рода пользуется холерный вибрионъ, изобилующій во время эпидеміи въ загрязненныхъ водахъ.

*Bactrillum psoedotermio* (рис. 17 в) — одна изъ обыкновенныхъ бактерий гніенія, отличающаяся расположеніемъ жгутовъ, которые не разбросаны по всему тѣлу, а собраны пучкомъ на суженномъ переднемъ концѣ.

*Spirillum* (рис. 17 г) отличается своей спиральной формой. Клѣтка похожа на маленькій штопоръ и на переднемъ концѣ снабжена пучкомъ жгутовъ. Болѣе мелкие виды имѣютъ въ длину  $2-5\ \mu$ , но болѣе крупныя формы какъ *S. volutans* достигаютъ длины  $20-30\ \mu$ . При поверхностномъ наблюденіи можетъ казаться, что во время плаванія *Spirillum* изгибается волнообразно, какъ червь или змѣя; но это оптический обманъ; на самомъ дѣлѣ спираль остается неизмѣнною, но во время поступательнаго движенія она вращается вокругъ своей про-



дольной оси, подобно *Chlamydomonas*, и это двойное движение производит впечатлѣніе волнообразнаго изгибанія.

Большинство бактерій безцвѣтны, но нѣкоторые виды содержатъ хлорофиллъ, а нѣкоторые другіе производятъ пигменты разнаго цвѣта и часто очень яркіе. Такъ напр., есть красные, бурые, синіе и фіолетовые виды *Micrococcus*, которые растутъ на ломтикахъ варенаго картофеля, крутыхъ яицъ и пр. и образуютъ на нихъ блестящія, яркія пятна; а красный цвѣтъ, который часто получаетъ молоко, если его оставить стоять продолжительное время, зависитъ отъ присутствія *Bacillus prodigiosus*. Голубой цвѣтъ молока—*B. cyanogenus*.

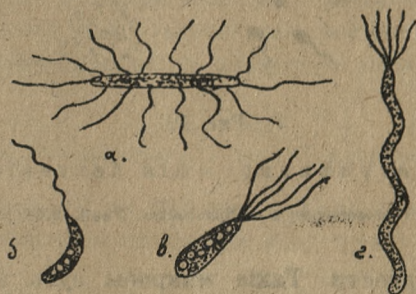


Рис. 17.

а—*Bacillus vulgaris*; б—*Vibrio*; в—*Bactrillum pseudotermo*; г—*Spirillum*. Ув. ок. 4000 разъ.

Жизненные условія бактерій весьма различны. Нѣкоторые живутъ въ водѣ, напр. въ стоячихъ прудахъ; изъ нихъ, какъ упомянуто выше, три вида содержатъ хлорофиллъ. Питаніе такихъ формъ должно быть, конечно, типичнымъ растительнымъ, и у *Bacterium chlorinum* дѣйствительно наблюдалось выдѣленіе кислорода на солнечномъ свѣтѣ.

Но этотъ способъ питанія очень рѣдокъ среди бактерій; почти всѣ, которыхъ мы упоминали, суть сапрофиты, т. е. питаются разлагающимися животными и растительными веществами. Онѣ питаются такимъ же образомъ, какъ *Heteromita*. Однако нѣкоторые изъ этихъ формъ, какъ виды *Bacillus*, *Vibrio* и др. процвѣтаютъ и въ растворѣ П а с т ё р а, въ которомъ онѣ получаютъ азотъ въ формѣ виннокислаго аммонія, а не въ видѣ распадающихся бѣлковыхъ веществъ. Оказалось также, что



нѣкоторыя бактеріи идутъ еще дальше въ этомъ направленіи и могутъ пользоваться азотнокислыми солями, какъ источникомъ азота, углекислыми солями или даже углекислотой, какъ источникомъ углерода; другими словами, онѣ въ состояніи питаться исключительно неорганическимъ веществомъ, несмотря на то, что не содержатъ хлорофилла.

Одновременно съ своими обыкновенными процессами питанія, нѣкоторыя бактеріи оказываютъ извѣстное дѣйствіе на тѣ жидкости, въ которыхъ онѣ живутъ,—дѣйствіе, которое можно сравнить съ тѣмъ, которое оказываютъ дрожжевые грибки на

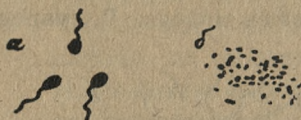


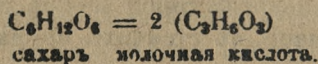
Рис. 18.

Нитрифицирующія бактеріи.

а — Nitrosomonas; б — Nitrobacter. Увел. 2000 разъ.

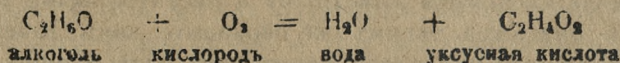
сахаристыя жидкости. Такіе микробы суть на самомъ дѣлѣ организованные ферменты.

Каждому знакомъ процессъ скисанія молока. Это измѣненіе происходитъ вслѣдствіе превращенія молочнаго сахара въ молочную кислоту.



Это превращеніе вызывается дѣйствіемъ микроба *Bacillus acidilactici*, очень похожаго на *Bacillus subtilis*.

Пиво и вино—двѣ другія жидкости, которыя часто скисаются; въ этомъ случаѣ происходитъ превращеніе алкоголя въ уксусную кислоту, согласно слѣд. уравненію:



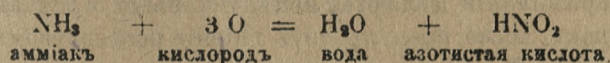
Здѣсь ферментомъ служитъ *Bacillus acetii*, называемый также *Mycoderma acetii*. Слѣдуетъ замѣтить, что въ



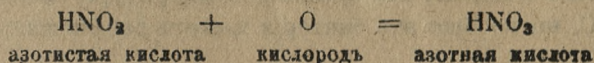
этомъ случаѣ въ реакціи участвуетъ кислородъ; это случай броженія посредствомъ окисленія.

Само гніеніе есть другой примѣръ вызваннаго микробами броженія. *Bacillus subtilis*—ферментъ гніенія—причиняетъ распаденіе сычковыхъ тѣлъ на болѣе простыя соединенія, между которыми находятся такіе газы, какъ амміакъ ( $\text{NH}_3$ ), сернистый водородъ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и сернистый аммоній  $[(\text{NH}_4)_2\text{S}]$ , развитіе которыхъ производитъ характерный запахъ гніенія.

Заключительная стадія гніенія есть образованіе азотистой и азотной кислоты. Это двойной процессъ, и обѣ стадіи его вызываются особыми формами бактерій. Сначала подъ вліяніемъ фермента азотистой кислоты бактеріи, носящей имя *Nitrosomonas*, амміакъ превращается въ азотистую кислоту.



Затѣмъ вступаетъ въ дѣйствіе ферментъ азотной кислоты, *Nitrobacter*, превращая азотистую кислоту въ азотную:



Это чрезвычайно важный процессъ, такъ какъ посредствомъ него почва постоянно получаетъ свѣжій притокъ азотной кислоты, которая составляетъ одно изъ самыхъ важныхъ веществъ, употребляемыхъ растеніями въ качествѣ пищи.

Кромѣ сапрофитовъ среди бактерій есть еще много паразитовъ, т.е. такіе виды, которые питаются не разлагающимися, а живыми организмами, подобно плазмодію маляріи. Нѣкоторыя изъ самыхъ губительныхъ инфекціонныхъ болѣзней, какъ туберкулезъ, дифтеритъ, тифъ, холера, вызываются присутствіемъ въ тканяхъ или жидкостяхъ тѣла особыхъ видовъ микробовъ, которые питаются на счетъ пораженныхъ частей и вызываютъ болѣзненные симптомы, характерные для данной болѣзни.

Нѣкоторыя бактеріи, подобно большинству рассмотрѣнныхъ нами организмовъ, требуютъ для своего существованія свободнаго кислорода, другія, подобно *Saccharomyces* во время дѣятельнаго броженія, совершенно не зависимы отъ свободнаго



кислорода, и потому должны быть способны брать кислородъ, безъ котораго не могутъ совершаться ихъ метаболическіе процессы, изъ какихъ-нибудь соединений, заключающихся въ тѣхъ жидкостяхъ, въ которыхъ онѣ живутъ. На этомъ основаніи бактерій дѣлятъ на аэробіонты, которые требуютъ свободнаго кислорода, и на анаэробіонты, которые могутъ жить безъ него.

Что касается температуры, то повсѣдневное наблюденіе показываетъ, что бактеріи растутъ и размножаются только въ извѣстныхъ границахъ температуры. Мы знаемъ, напримѣръ, что органическія вещества можно предохранить отъ гніенія, если держать ихъ на точкѣ замерзанія или около точки кипѣнія. Сохраненіе мороженаго мяса основывается на томъ, что возбуждающія гніеніе бактеріи, подобно другимъ организмамъ, при замораживаніи дѣлаются недѣтельными, и всякая хозяйка знаетъ, какъ легко предупредить гніеніе посредствомъ жаренія или варенія. Также всѣмъ извѣстно, что умѣренно высокая температура выгодна для этихъ организмовъ; жара лѣта и тропическихъ странъ весьма благопріятствуетъ гніенію. Для *Bacterium termo* найдено, что optimum температуры лежитъ между 30° и 35° C, но вообще эта бактерія можетъ размножаться между 5° и 40° C.

Хотя вполне развитыя бактеріи, подобно другимъ организмамъ, обыкновенно умерщвляются, если ихъ подвергнуть нагрѣванію на нѣсколько градусовъ ниже точки кипѣнія, но споры нѣкоторыхъ видовъ выдерживаютъ, по крайней мѣрѣ нѣкоторое время, гораздо болѣе высокую температуру—даже температуру въ 130° C. Съ другой стороны бактеріи гніенія сохраняютъ способность къ развитію даже послѣ того, какъ ихъ подвергали охлажденію до 111° C., хотя, конечно, во время самаго охлажденія всѣ жизненныя проявленія прекращаются.

Бактеріи также, подобно другимъ организмамъ, не способны продолжать дѣятельную жизнь безъ достаточнаго притока воды; совершенно сухое вещество не можетъ гнить. Сохраненіе въ продолженіе цѣлыхъ вѣковъ высохшихъ животныхъ тѣлъ (мумій) и въ такихъ странахъ, какъ Египетъ и Перу, зависитъ столько же отъ сухости воздуха, сколько и отъ употребляемой при бальзамированіи антисептики.



По большей части бактерии относятся индифферентно къ свѣту, такъ какъ онѣ растутъ одинаково хорошо, какъ въ темнотѣ, такъ и при обыкновенномъ дневномъ свѣтѣ. Но нѣкоторыя изъ нихъ не могутъ выносить продолжительнаго дѣйствія прямого солнечнаго свѣта, и даже найдено возможнымъ остановить гнѣніе органическаго настоя инсоляціею, т.-е. подвергая его непосредственному дѣйствію солнечныхъ лучей; при этомъ доказано, что для жизни микроорганизмовъ пагубны не тепловые лучи, а свѣтовые.

---



## ЛЕКЦІЯ IX.

### Биогенезисъ и абиогенезисъ.

Изученіе разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ живыхъ существъ и особенно бактерій, самыхъ маленькихъ и вѣроятно самыхъ простыхъ изъ всѣхъ извѣстныхъ организмовъ, естественно ведетъ насъ къ разсмотрѣнію одной изъ важнѣйшихъ проблемъ біологіи, къ вопросу о происхожденіи жизни.

Мы знаемъ, что у всѣхъ высшихъ организмовъ каждая особь тѣмъ или другимъ путемъ происходитъ отъ раньше существовавшей особи; никто не сомнѣвается въ томъ, что всякая нынѣ живущая птица произошла путемъ особаго процесса развитія изъ яйца, которое образовалось въ тѣлѣ птицы-матери, и что всякое нынѣ растущее дерево произошло изъ сѣмени или изъ почки, произведенныхъ материнскимъ растеніемъ. Но всегда были (есть даже и въ настоящее время) защитники взгляда, что низшія живыя существа, бактеріи, монады и т. п. при извѣстныхъ обстоятельствахъ могутъ произойти независимо отъ предшествующихъ организмовъ; что напр. въ стеклянкѣ съ настоемъ сѣна или мяснымъ бульономъ, которые прокипячены такъ, что убиты всѣ находившіяся тамъ живыя формы, могутъ возникнуть снова, т.-е. могутъ на самомъ дѣлѣ создаться тамъ новыя живыя существа.

Такимъ образомъ, мы имѣемъ двѣ теоріи относительно низшихъ организмовъ: теорію биогенезиса, по которой всякое живое существо, какъ бы просто оно ни было, происходитъ путемъ естественнаго процесса почкованія, дѣленія, образованія



споръ и проч. отъ родительскаго организма, и теорію абіогенезиса или, какъ ее еще называютъ, первичнаго или самопроизвольнаго зарожденія, по которой вполне развитые живые организмы происходятъ иногда изъ неживой матеріи.

Въ прежнія времена распространенность абіогенезиса была общепризнана. Выраженіе, что кусокъ мяса порождаетъ мясныхъ червей; мнѣніе, что орѣхотворки — насѣкомыя, причиняющія болѣзненные наросты (чернильные орѣшки) на растеніяхъ, или ленточныя глисты въ кишкахъ животныхъ зарождаются тамъ, гдѣ ихъ находятъ; сохранившееся то тамъ, то здѣсь повѣрье, что бываетъ дождь изъ лягушекъ или что брошенные въ воду лошадиные волосы превращаются въ угрей — все это указываетъ на переживаніе такихъ взглядовъ.

Аристотель, одинъ изъ величайшихъ ученыхъ древности, ясно признаетъ абіогенезисъ. Онъ указываетъ на то, что нѣкоторые насѣкомыя возникаютъ изъ росы, падающей на растенія, что нитевидные черви зарождаются въ илѣ стоячихъ и текучихъ водъ, а мухи въ небольшихъ частицахъ гниющихъ веществъ, что клопы возникаютъ отъ сырости, скопляющейся на тѣлѣ животныхъ, а вши изъ мяса другихъ животныхъ.

Съ небольшимъ лѣтъ 200 тому назадъ нѣкто А. Россъ, обсуждая высказанное сэромъ Т. Броуномъ сомнѣніе— „могутъ ли отъ гніенія произойти мыши“, говоритъ: „пожалуй онъ еще будетъ сомнѣваться въ томъ, что въ сырѣ и въ деревѣ зарождаются черви, а въ коровьемъ навозѣ жуки и осы; или бабочки, саранча, кузнечики, ракушки, улитки, угри и проч. происходятъ изъ гниющаго вещества, способнаго принимать форму того созданія, къ которой оно склонно по своей образовательной силѣ. Сомнѣваться въ этомъ значитъ сомнѣваться въ разумѣ, въ смыслѣ и въ опытѣ. Если онъ сомнѣвается въ этомъ, пусть отправится въ Египетъ; тамъ онъ найдетъ, что поля кишатъ мышами, происшедшими изъ Нильскаго ила, къ великому несчастію жителей“

По мѣрѣ того какъ производились точныя наблюденія надъ этими вопросами, число случаевъ, гдѣ предполагали произвольное зарожденіе, все уменьшалось. Разъ объ этомъ стали думать, было уже нетрудно доказать, какъ это, напр., сдѣлалъ



Ряди въ 1638 г., что бѣлые черви не появляются въ мясѣ, если проволочной сѣткой помѣшать мухамъ откладывать туда яйца. Гораздо труднѣе было доказать, что паразиты, какъ напр. ленточные черви развиваются изъ яицъ, поглощаемыхъ вмѣстѣ съ пищей; но постепенно было доказано и это, такъ что въ настоящее время всякій научно образованный человѣкъ такъ же мало вѣрить въ абиогенетическое происхожденіе болѣе или менѣе высоко организованныхъ животныхъ, какъ въ дождь изъ лягушекъ или въ происхожденіе гусей изъ раковинъ уткородки.

Въ новый фазисъ вступилъ этотъ вопросъ съ изобрѣтеніемъ микроскопа. Въ 1683 году голландскій ученый А. Левенгукъ открылъ бактерій, а затѣмъ было найдено, что, какъ бы ни охранять мясо предохранительными сѣтками, какъ ни оберегать настой въ хорошо закупоренныхъ стеклянкахъ, все-таки раньше или позже въ нихъ наступаетъ гніеніе, неизмѣнно сопровождаемое развитіемъ цѣлыхъ миріадъ бактерій, монадъ и другихъ низшихъ организмовъ. Поэтому неудивительно, что многіе ученые, въ виду той быстроты, съ которой появляются эти организмы, пришли къ заключенію, что они возникаютъ абиогенетически.

Разсмотримъ точнѣе, что это значитъ. Положимъ, у насъ сосудъ съ настоемъ сѣна, и въ немъ одна единственная бактерія. Эта бактерія будетъ поглощать питательную жидкость и превращать ее въ новую протоплазму; она будетъ повторно дѣлиться, ея потомки будутъ повторять этотъ процессъ, и въ скоромъ времени сосудъ будетъ содержать вмѣсто одной бактеріи цѣлые миллионы ихъ. Это значитъ, что извѣстное количество новой живой протоплазмы образовалось изъ составныхъ частей сѣнаго настоя, первоначально при посредствѣ одной живой бактеріи. Естественно возникаетъ вопросъ: почему образованіе протоплазмы не можетъ совершаться независимо отъ этого ничтожнаго кусочка живой матеріи?

Не слѣдуетъ думать, чтобы этотъ вопросъ былъ неоснователенъ или нелѣпъ. Что живая протоплазма нѣкогда въ какой-нибудь очень отдаленный періодъ исторіи міра произошла изъ неживой матеріи, это является какъ необходимый выводъ теоріи эволюціи, и аргіогі нѣтъ никакого основанія, почему было бы невозможно воспроизвести тѣ неизвѣстныя условія,



при которыхъ это произошло. Но въ настоящее время у насъ совершенно нѣтъ никакихъ данныхъ для рѣшенія этой основной проблемы.

Но какъ бы ни былъ неразрѣшимъ вопросъ о первомъ возникновеніи жизни на нашей планетѣ, происхожденіе живыхъ существъ въ настоящее время доступно изслѣдованію обыкновеннымъ путемъ наблюденія и опыта. Вопросъ этотъ можно формулировать такъ: какую-нибудь способную къ гніенію жидкость спусти нѣкоторое время находятъ кишачей бактеріями и монадами; спрашивается: попали ли эти организмы или споры, изъ которыхъ они развиваются, въ жидкость извнѣ, или они зарождаются въ ней самой? Общій планъ, по которому производятъ изслѣдованіе этого вопроса, очень простъ: нужно взять сосудъ съ какимъ-нибудь способнымъ къ гніенію веществомъ; эту жидкость подвергаютъ процессу, который, не лишая ее способности поддерживать жизнь, уничтожилъ бы всѣ находящіяся въ ней живыя существа; затѣмъ ее ставятъ въ такія условія, чтобы ни одно живое тѣло, какъ бы мало оно ни было, не могло понасть въ нее извнѣ. Если послѣ строгаго выполненія этихъ двухъ условій, живые организмы все-таки появляются въ жидкости, то эти организмы могли произойти только путемъ произвольнаго зарожденія, т.-е. абиогенетически.

Чтобы убить всѣхъ содержащихся въ жидкости микробовъ, обыкновенно совершенно достаточно основательно прокипятить ее. Какъ мы уже видѣли, протоплазма при температурѣ значительно ниже точки кипѣнія воды испытываетъ тепловое оцѣпенѣніе, такъ что за однимъ исключеніемъ, о которомъ мы сейчасъ упомянемъ, кипяченіе въ продолженіе нѣсколькихъ минутъ совершенно достаточно чтобы стерилизовать всякій обыкновенный настой, т.-е. убить всѣ содержащіяся въ немъ организмы.

Затѣмъ нужно воспрепятствовать проникновенію извнѣ организмовъ и ихъ споръ. Это можно сдѣлать различнымъ образомъ. Одинъ изъ нихъ состоитъ въ томъ, что берутъ стеклянку, горлышко которой вытянуто въ очень длинную трубку, достаточное время кипятятъ заключающуюся въ ней жидкость и затѣмъ, еще во время кипяченія, замыкаютъ конецъ трубки, расплавляя стекло въ пламени Бунзеновской горѣлки или про-



стой спиртовой лампы и такимъ образомъ герметически закупоривая стклянку.

Такимъ путемъ преграждается доступъ въ стклянку не только организмамъ и ихъ спорамъ, но также и воздуху. Но послѣднее очевидно не необходимо; воздуху безнаказанно можно дать доступъ въ жидкости, если только предварительно профильтровать его, т. - е. заставить его пройти черезъ такое вещество, которое задержало бы всѣ твердыя частицы, какъ бы малы онѣ ни были, а слѣдовательно и всѣхъ бактерій, монадъ и ихъ споры.

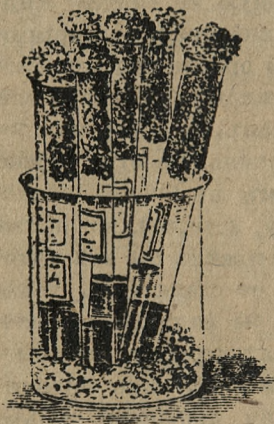


Рис. 19.

Стаканъ съ пробирками, которые содержатъ способные къ гнивію настои и закупорены пробкою изъ ваты.

Совершенно достаточный фильтръ для этихъ цѣлей даетъ хлопчато-бумажная вата. Въ стклянку или въ пробирку наливаютъ настой, затѣмъ кипятятъ и во время кипяченія закупориваютъ отверстіе сосуда ватой, такъ чтобы она образовала длинную и плотную пробку (рис. 19). Когда перестаютъ кипятить, то вслѣдствіе охлажденія жидкости пары, наполняющіе верхнюю часть сосуда, сгущаются, и на ихъ мѣсто проникаетъ воздухъ, но, проходя черезъ узкіе промежутки ваты, онъ фильтруется, т. - е. лишается всѣхъ даже самыхъ маленькихъ твердыхъ частицъ.

Очень тщательно произведенные опыты такого рода въ громадномъ большинствѣ случаевъ давали отрицательные результаты; жидкости оставались неопредѣленно долгое время совершенно безплодны. Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, несмотря на всѣ предосторожности, бактеріи все-таки появлялись въ жидкости, и въ продолженіе многихъ лѣтъ между сторонниками биогенезиса и абиогенезиса происходилъ горячій споръ, причемъ послѣдніе настаивали на томъ, что эти опыты доказываютъ существованіе произвольнаго зарожденія тогда какъ первые утверждаютъ, что всѣ такіе случаи объясняются какимъ-нибудь недостаткомъ при производствѣ опыта: или несовершенною сте-



рилизацией или несовершеннымъ исключеніемъ, содержащей зародыши атмосферной пыли.

Наконецъ, вопросъ былъ рѣшенъ въ пользу приверженцевъ биогенезиса важнымъ открытіемъ, что споры бактерій и монадъ не убиваются температурой на много градусовъ выше той, которой совершенно достаточно, чтобы убить взрослые формы; что, тогда какъ вполне развитые организмы погибаютъ, если ихъ подвергнуть нѣсколько минутъ температурѣ въ  $70^{\circ}\text{C}$ ., споры часто способны выдержать кипяченіе въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ и для вѣрнаго уничтоженія должны быть нагрѣты до  $130\text{—}150^{\circ}\text{C}$ . Также было найдено, что чѣмъ болѣе высохли споры, тѣмъ труднѣе убить ихъ, подобно тому какъ хорошо высохшій горохъ едва затрогивается при той степени варенія, которой совершенно достаточно, чтобы превратить свѣжій въ кашцеобразную массу.

Открытие высокой ультрамаксимальной температуры или точки тепловой смерти для споръ этихъ организмовъ сдѣлало необходимыми нѣкоторыя добавочныя предосторожности въ экспериментахъ съ подобными жидкостями. Прежде всего нужно нагрѣть въ печи до  $150^{\circ}\text{C}$ . какъ стеклянку, такъ и вату, и такимъ образомъ дѣйствительно стерилизовать ихъ. Наполненную и закупоренную ватой стеклянку хорошо кипятятъ и затѣмъ на нѣсколько часовъ подвергаютъ температурѣ въ  $32\text{—}38^{\circ}\text{C}$ ., оптимальной температурѣ для бактерій. Это дѣлаютъ для того, чтобы заставить прорасти всѣ споры, не убитыя кипяченіемъ, другими словами, перевести ихъ въ развитое состояніе, въ которомъ температура кипящей воды для нихъ смертельна. Затѣмъ настой кипятятъ вторично, чтобы такимъ путемъ разрушить всѣ такія только что проростающія формы. Ту-же процедуру повторяютъ еще разъ или два, въ результатъ чего въ концѣ концовъ самыя сухія и наиболѣе способныя къ сопротивленію споры проростаютъ и затѣмъ убиваются. Не слѣдуетъ забывать, что повторное кипяченіе не лишаетъ жидкость способности поддерживать жизненные процессы; въ этомъ можно убѣдиться, удаляя пробку изъ ваты: черезъ короткое время жидкость будетъ кишѣть микробами.

Опыты, выполненные съ такими предосторожностями, всѣ говорятъ одно и то же; они доказываютъ, что въ хорошо стерили-



зованных настояхъ, которые надлежащимъ образомъ защищены отъ проникновенія зародышей изъ атмосферы, никогда не появляются микроорганизмы. Такимъ образомъ, послѣдній аргументъ въ пользу абиогенезиса оказался ложнымъ; наблюденіе и опытъ показали, что теорія биогенезиса имѣеть всеобщее примѣненіе при всѣхъ существующихъ извѣстныхъ намъ условіяхъ.

Необходимо добавить, что присутствіе значительныхъ количествъ микробовъ въ нашей атмосферѣ доказано экспериментально. Пропуская воздухъ черезъ трубки, наполненные твердымъ питательнымъ веществомъ, проф. Перси Франкландъ показалъ, что воздухъ южнаго Кенсингтона на каждые 10 литровъ содержитъ около 35 микроорганизмовъ, а выставляя на воздухъ круглые диски, покрытые тѣмъ же веществомъ, онъ далѣе показалъ, что въ той же мѣстности на поверхность въ одинъ квадратный футъ (англійскій) въ одну минуту осѣдаютъ приблизительно 279 микроорганизмовъ.



## ЛЕКЦІЯ X.

### **Paramaecium, Stylonychia и Oxytricha.**

Мы уже видѣли, что простые, одноклѣточные организмы, разсмотрѣнные до сихъ поръ, не всѣ одинаково просты, что нѣкоторыя бактеріи, въ особенности нитрифицирующія могутъ быть разсматриваемы, какъ самые низшіе изъ всѣхъ, и что другіе поднимаются надъ ними въ лѣстницѣ живыхъ существъ вслѣдствіе присутствія ядра, или сократительной вакуоли, или жгута.

Такимъ образомъ, мы можемъ разсматривать каждый изъ изученныхъ организмовъ по отношенію къ остальнымъ, какъ стоящій сравнительно высоко или низко; самыя низшія и всего менѣе дифференцированныя формы суть тѣ, которыя всего болѣе приближаются къ самому простому представленію живого существа—къ простому комочку протоплазмы. Самыя высокія или наиболѣе дифференцированныя тѣ, у которыхъ замѣчается наибольшая сложность строенія.

Слѣдуетъ при этомъ помнить, что увеличеніе сложности строенія постоянно сопровождается извѣстной степенью фізіологическаго раздѣленія труда, или, другими словами, что морфологическая и фізіологическая дифференцировка идутъ рука объ руку.

Теперь мы рассмотримъ нѣкоторые организмы, у которыхъ эта дифференцировка пошла гораздо дальше; которые, оставаясь одноклѣточными, въ то же время получили нѣкоторые изъ характерныхъ особенностей высшихъ животныхъ и растений.



Изученіе различныхъ такихъ, хотя и одноклѣточныхъ, но болѣе или менѣе высоко дифференцированныхъ формъ займетъ слѣдующія семь лекцій.

Выше было упомянуто, что въ раннія стадіи гніенія органическаго настоя въ немъ находятся только бактеріи, а потомъ уже появляются монады. Еще позднѣе замѣчаются организмы болѣе крупныя, чѣмъ монады, организмы, которые имѣютъ во общѣ яйцевидную форму, двигаются очень быстро и при сильномъ увеличеніи оказываются покрыты безчисленными тонкими волосками или рѣсничками (cilia). Ихъ называютъ рѣсничными инфузоріями (Ciliata) въ отличіе отъ монадъ, которыхъ часто называютъ жгутиковыми инфузоріями (Flagellata). Нѣкоторые виды ихъ весьма обыкновенны въ гниющихъ настояхъ, нѣкоторые встрѣчаются въ кишечномъ каналѣ высшихъ животныхъ, тогда какъ другіе принадлежатъ къ самымъ обыкновеннымъ обитателямъ прѣсной и соленой воды. Пять родовъ этихъ инфузорій составляютъ предметъ этой и четырехъ слѣдующихъ лекцій.

Весьма обыкновенная рѣсничная инфузорія есть такъ наз. „туфелька“, *Paramecium aurelia*, которая по своей сравнительно значительной величинѣ и по легкости, съ которой можно изучить всѣ существенныя пункты ея организаціи, представляетъ очень удобный и интересный объектъ для изслѣдованія.

По сравненію съ большинствомъ изученныхъ до сихъ поръ организмовъ ее можно считать гигантомъ, такъ какъ она имѣетъ въ длину не менѣе  $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$  мм. (200—260  $\mu$ ); дѣйствительно, она видна невооруженнымъ глазомъ въ видѣ маленькаго бѣлаго пятнышка.

Ея форму (рис. 29) можно воспроизвести, если сдѣлать изъ глины или густого тѣста удлинненный цилиндръ, закругленный на одномъ концѣ и суживающійся носкомъ на другомъ, затѣмъ дать болѣе широкому концу слабый изгибъ и наконецъ, на сторонѣ сдѣлавшейся вслѣдствіе изгиба нѣсколько-вогнутой, сдѣлать широкую, неглубокую впадину, начинающуюся на широкомъ концѣ и постепенно суживающуюся къ срединѣ тѣла, гдѣ



она кончается довольно глубокимъ вдавленіемъ. Эту впадину называютъ ротовою ямкой (рис. 20 А, *gr*); на суженномъ концѣ ея находится небольшое отверстіе, ротъ (*m*), который ведетъ въ мягкую внутреннюю протоплазму тѣла. Ту сторону животнаго, на которой находится впадина, называютъ брюшной поверхностью, противоположную сторону—верхней или спинной поверхностью; болѣе широкій конецъ — передній, такъ какъ при плаваніи животнаго онъ обращенъ впередъ, — суженный конецъ—задній. При такомъ обозначеніи будетъ понятно, если мы скажемъ, что ротовая впадина начинается на лѣвой сторонѣ тѣла и постепенно заходить за середину брюшной стороны.

Когда животное плаваетъ, можно видѣть, что его форма остается неизмѣнной и не испытываетъ сокращеній ни амёбовиднаго, ни эвгленовиднаго характера. Однако оно очень гибко и, проходя черезъ препятствія, каковы напр. запутанныя и переплетенныя части растений, часто изгибается то въ томъ, то въ другомъ направленіи. Это постоянство формы обусловливается присутствіемъ тонкой, но довольно плотной кутикулы, покрывающей всю поверхность тѣла. Присутствіе кутикулы и дѣлаетъ необходимымъ особое ведущее внутрь тѣла ротовое отверстіе, такъ какъ пищевыя вещества не могутъ входить внутрь тѣла черезъ кутикулу.

Одѣтая кутикулой протоплазма явственно состоитъ изъ двухъ частей: 1) наружнаго болѣе плотнаго корковаго слоя и внутренней болѣе жидкой массы, сердцевиннаго вещества. Припомнимъ, что у амёбы протоплазма также состоитъ изъ двухъ слоевъ, причемъ наружный отличается отъ внутренняго просто отсутствіемъ зернышекъ. У *Paramecium* различіе болѣе значительно: корковый слой радіально исчерченъ и сравнительно плотный и густой, тогда какъ сердцевинное вещество зернисто и полужидко, какъ это можно видѣть уже изъ того, что пищевыя частицы (*f. v*) свободно двигаются въ немъ, но никогда не проникаютъ въ корковый слой. Повидимому, сердцевинное вещество имѣетъ ячеистое строеніе, подобно строенію обыкновенной живой клѣтки. На поверхности корковаго слоя подъ кутикулой замѣтна еще косая полосатость, которая зависитъ отъ находящихся здѣсь волоконцевъ. Эти твер-



дья скелетныя волокнца, охватываютъ какъ обручи тѣло парамеція, и обусловливаютъ сложную виѣшнюю форму его; при сокращеніи жидкаго протоплазматическаго тѣла, они уступаютъ, но затѣмъ восстанавливаютъ прежнюю форму въ неизмѣнномъ видѣ.

Ротъ ведетъ въ короткую, воронковидную глотку (g), ко-

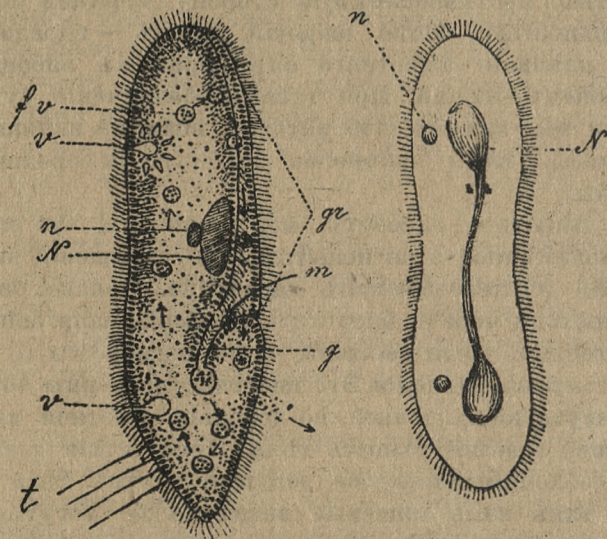


Рис 20.

А. *Paramecium* въ оптическомъ разрѣзѣ.

g. ротовая ямка, m. ротъ, g. глотка, f. v. пищевыя вакуоли, v. сократительная вакуоля, N. главное ядро, n. добавочное ядро, t. трихоцеты съ выброшенными вѣтями.

В. Схема дѣленія *Paramecium*.

торая выстлана кутикулой и, проходя черезъ корковый слой, оканчивается въ мягкомъ сердцевинномъ веществѣ, такимъ образомъ устанавливая открытое сообщеніе между внутренней протоплазмой и окружающей водой.

Рѣснички, которыми покрыто тѣло, приблизительно одинаковой длины, очень коротки относительно цѣлаго животнаго и расположены продольными рядами по всей его наружной поверхности. Эти рѣснички суть тоненькіе выросты корковаго слоя, и каждая изъ нихъ проходитъ черезъ маленькое отвер-



стіе въ кутикулѣ. Онѣ находятся въ постоянномъ ритмическомъ движеніи и этимъ отличаются отъ жгутовъ хламидомонады, эвглены и др., которые совершаютъ болѣе или менѣе перемежающіяся жгутообразныя движенія. Вслѣдствіе быстрого движенія и незначительной величины ихъ часто трудно замѣтить, пока животное живо и дѣятельно двигается, но послѣ смерти животного онѣ дѣлаются совершенно явственными и являются тогда въ видѣ густого покрова изъ тонкихъ шелковистыхъ волосковъ.

Приблизительно въ серединѣ тѣла въ корковомъ слоѣ лежитъ большое овальное ядро (*N*), отличающееся тѣмъ, что при окрашиваніи принимаетъ равномерную окраску, не показывая различія между хроматиномъ и ахроматиномъ, которое составляетъ выдающуюся характерную черту многихъ изъ изученныхъ нами ядеръ (см. особенно рис. 1, 2 и 9).

Оно имѣетъ еще другую особенность, а именно, рядомъ съ нимъ находится маленькое овальное сильно окрашивающееся тѣльце (*n*). Это добавочное или побочное ядро (*miscellaneous*); его можно рассматривать, какъ второе меньшее ядро; большое ядро называютъ главнымъ ядромъ (*main nucleus*).

Есть двѣ сократительныя вакуоли; обѣ лежатъ въ корковомъ слоѣ: одна изъ нихъ лежитъ въ передней трети, другая въ задней трети тѣла (*v*).

Дѣятельность сократительныхъ вакуолей можно очень хорошо наблюдать на животномъ, находящемся въ покоѣ; особенно хорошо она видна, если подвергнуть инфузорию небольшому давленію покровнымъ стеклышкомъ, но ее можно видѣть и на такихъ животныхъ, которыя лишь временно приостановили свои плавательныя движенія. Тогда видно, что во время діастолы или періода расширенія вакуоли, вокругъ нея появляется извѣстное число (6—20) тонкихъ, веретенообразныхъ, наполненныхъ жидкостью канальцевъ, которые расположены вокругъ вакуоли въ радіальномъ направленіи, подобно лучамъ звѣзды (верхняя вакуоля на рис. 20). Затѣмъ сама вакуоля сокращается или совершаетъ свое систоле, совершенно исчезая изъ виду, и вслѣдъ затѣмъ радіальные канальцы сливаются вмѣстѣ и наполняютъ ее снова, при этомъ опорожняются и



вслѣдствіе этого на нѣсколько мгновеній становятся невидны (нижняя вакуоля на рис. 20), но скоро появляются снова. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что поглощаемая съ пищей вода собирается въ этихъ каналахъ, заливается въ вакуолю и, наконецъ, выдѣляется наружу въ окружающую среду.

Процессъ принятія пищи у *Ragmatasium* можно очень хорошо изучить, бросая въ воду тонко-раздробленный порошокъ кармина или индиго. Когда животное приближается къ частичкамъ краски, послѣднія вслѣдствіе дѣятельности рѣсничекъ разбрасываются въ разныя стороны; нѣкоторые изъ нихъ при этомъ попадаютъ въ ротовую ямку и въ глотку, рѣснички которыхъ дѣйствуютъ по направленію внизъ, т.-е. по направленію къ внутреннему концу глотки. Такимъ образомъ, зернышки кармина вводятся въ глотку, гдѣ они нѣкоторое время лежатъ, окруженные водою. Затѣмъ вдругъ, вѣроятно вслѣдствіе сокращенія самой глоточной трубки, животное дѣлаетъ какъ будто глотокъ, и зернышки вмѣстѣ съ окружающей ихъ катлей воды въ видѣ такъ наз. „пищевой вакуоли“ въѣзжаютъ во внутреннюю протоплазму. Этотъ процессъ повторяется многократно, такъ что при обильномъ питаніи въ каждомъ *Ragmatasium* можно видѣть множество шаровидныхъ, наполненныхъ водою полостей, котсрыя содержатъ частицы пищи (въ нашемъ примѣрѣ зернышки кармина или индиго). При каждомъ новомъ глоткѣ вновь образовавшаяся пищевая вакуоля какъ бы проталкивается впередъ свою предшественницу; при этомъ играетъ также роль сокращеніе въ извѣстномъ направленіи внутренней протоплазмы, и такимъ путемъ происходитъ циркуляція пищевыхъ вакуолей (*f. v*), какъ показано на рисункѣ стрѣлками.

Послѣ того какъ эти пищевыя вакуоли циркулировали нѣкоторое время такимъ путемъ, вода ихъ мало-по-малу всасывается и въ концѣ концовъ выдѣляется при помощи сократительныхъ вакуолей, и пищевыя частицы лежатъ уже въ самой протоплазмѣ. Циркуляція продолжается еще, пока наконецъ пищевые остатки не придутъ къ мѣсту, лежащему на полѣ-пути между ртомъ и заднимъ концомъ тѣла, и здѣсь при тщательномъ наблюденіи можно видѣть, какъ они приближаются къ поверхности и затѣмъ вдругъ выбрасываются наружу. На это мѣсто можно смотрѣть какъ на потенциальное аналъное



отверстіе, т. - е. отверстіе для выбрасыванія экскрементовъ или непереваренныхъ пищевыхъ веществъ. Это потенціальное, а не дѣйствительное отверстіе; это только лишенное кутикулы болѣе мягкое мѣсто корковаго вещества, черезъ которое вслѣдствіе сокращенія протоплазмы твердыя частицы легко могутъ продавливаться наружу.

Когда Рагатаесіумъ, какъ это обыкновенно и бываетъ, поглощаетъ не карминъ, а маленькіе живые организмы, то послѣдніе конечно перевариваются, циркулируя въ протоплазмѣ, и только непереваримыя части выбрасываются наружу. Найдено путемъ опыта, что эта инфузорія можетъ переваривать не только белковыя вещества, но также крахмалъ и вѣроятно жиръ. Крахмалъ по всей вѣроятности превращается въ декстринъ, углеводъ, имѣющій ту же формулу, что и крахмалъ ( $C_6H_{10}O_5$ ), но растворимый и способный диффундировать. Масла и жиры, по видимому, отчасти превращаются въ жирныя кислоты и глицеринъ. Слѣдовательно питаніе Рагатаесіумъ типичное животное.

Выше было упомянуто, что корковый слой на оптичскомъ разрѣзѣ является радіально исчерченнымъ. Тщательное изслѣдованіе при очень сильномъ увеличеніи показываетъ, что этотъ видъ обусловливается присутствіемъ въ корковомъ слое маленькихъ веретенообразныхъ тѣлецъ, которыя тѣсно расположены другъ за другомъ въ одинъ рядъ и перпендикулярно къ поверхности тѣла. Ихъ называютъ трихоцистами.

Если Рагатаесіумъ умертвить, прибавляя осмиевой кислоты или какого-нибудь другого ядовитаго реактива, или простымъ давленіемъ на покровное стекло, то она часто получаетъ замѣчательный видъ. На поверхности тѣла внезапно появляются торчащія во всѣ стороны длинныя, тонкія нити (рис. 21), такъ что можно подумать, что это рѣснички вдругъ вытянулись во много разъ больше своей обыкновенной длины. Но на самомъ дѣлѣ эти нити не имѣютъ ничего общаго съ рѣсничками; при обыкновенныхъ обстоятельствахъ онѣ заключены въ трихоцистахъ, и вслѣдствіе сокращенія корковаго слоя, слѣдующаго за какимъ-нибудь внезапнымъ раздраженіемъ, выбрасываются наружу. На рис. 20 А (внизу) видно нѣсколько трихоцистовъ въ разряженномъ состояніи, т. - е. съ выброшенными нитями (с). Вѣроятно, однако до сихъ поръ не доказано точно, что



эти тѣльца суть орудія нападенія, подобно сходнымъ съ ними образованіямъ (нематоцистамъ), которыя мы находимъ у полиповъ (см. лекцію XXI).

*Ragataesium* размножается простымъ дѣленіемъ, причемъ дѣленію тѣла всегда предшествуетъ удлинненіе и слѣдующее затѣмъ дѣленіе главнаго и побочнаго ядра (рис. 20, В). Дѣленіе *macronucleus* совершается прямымъ путемъ, дѣленіе *micronucleus* непрямымъ, т.-е. путемъ каріокинезиса.

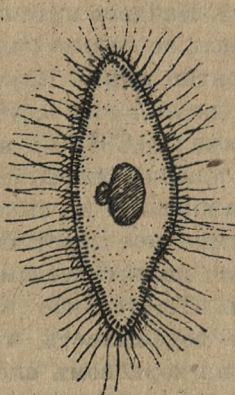


Рис. 21.

*Ragataesium*, убитый осмиевой кислотой, съ выброшенными нитями трихоцистовъ.

Послѣ того какъ размноженіе путемъ дѣленія совершалось болѣе или менѣе продолжительное время, обыкновенно замѣчается конъюгация, но детали этого процесса значительно отличаются отъ того, что мы видѣли у разсмотрѣнныхъ ранее формъ. Два *Ragataesium* прикладываются другъ къ другу своею брюшною поверхностью такъ, что ротъ приходится противъ рта (рис. 22, А); при этомъ главныя ядра обоихъ покрываются буграми или отростками и затѣмъ распадаются на множество мелкихъ обломковъ (рис. 22, В), которые въ концѣ концовъ исчезаютъ, т.-е. вѣроятно, всасываются протоплазмой. Словомъ, *macronucleus* совершенно исчезаетъ и не играетъ далѣе никакой роли во время конъюгациі. Что касается добавочнаго ядра, то

оно въ самомъ началѣ конъюгациі дѣлится каріокинетическимъ путемъ, и этотъ процессъ повторяется дважды, такъ что каждая гамета содержитъ четыре *micronucleus* (В). Изъ нихъ три погибаютъ, превращаясь въ маленькіе шарики, которые пропадаютъ изъ виду между обломками главнаго ядра; четвертый сохраняется и служитъ для обновленія всего ядернаго аппарата. Оставшійся вытягивается въ длину и дѣлится еще разъ, такъ что въ каждой гаметѣ оказывается два ядра; принимая въ соображеніе ихъ дальнѣйшую роль, одно изъ нихъ называютъ странствующимъ, или подвижнымъ, другое стационарнымъ ядромъ. Далѣе гаметы обмѣниваются своими подвижными ядрами, т.-е. подвижное ядро каждой гаметы пере-



ходить въ тѣло другой (C) и сливается тамъ со стационарнымъ ядромъ (D). Такимъ образомъ, каждая гамета снова содержитъ одно ядро, конъюгационное ядро (E), образовавшееся путемъ соединенія двухъ одинаковыхъ ядеръ, изъ которыхъ одно происходитъ отъ одной особи, другое отъ другой. Это слияніе двухъ ядеръ по одному отъ каждой изъ конъюгирующихъ клѣтокъ составляетъ существенную часть всего процесса. Вскорѣ затѣмъ гаметы отдѣляются другъ отъ друга и снова начинаютъ вести самостоятельное существованіе. У раздѣлившихся особей всасываніе обломковъ стараго ядра и замѣна ихъ новыми частями требуетъ еще довольно много времени. Конъюгационное ядро и служить для замѣны стараго исчезающаго ядернаго аппарата. Оно растетъ и дѣлится на двѣ половинки, которыя долгое время остаются связаны между собою соединительною нитью и въ концѣ концовъ довольно сложнымъ путемъ превращаются въ главное и добавочное ядро. Такъ напр., у *Paramecium aurelia* (рис. 22) оба дочернихъ ядра дѣлятся еще разъ и образуютъ четыре ядра (F), изъ которыхъ два (G, №1) дѣлаются добавочными ядрами (у *Paramecium aurelia* два добавочныхъ ядра), а два другія (N<sup>1</sup>) сливаются, образуя главное ядро.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ этомъ случаѣ конъюгация не есть процессъ размноженія. Установлено, что въ продолженіе того времени, котореѣ тратится на конъюгацию двухъ инфузорій, каждая изъ нихъ, продолжая дѣлиться обычнымъ образомъ, могла бы воспроизвести нѣсколько тысячъ потомковъ. Важное значеніе процесса конъюгации заключается въ обмѣнѣ ядернаго вещества между обѣими конъюгирующими особями; какъ показали наблюденія, безъ такого обмѣна эти организмы испытываютъ мало-по-малу процессъ старческаго вырожденія, характеризующійся мельчаніемъ особей и дегенераціей строенія. Итакъ, конъюгация ведетъ здѣсь къ совершенному обновленію ядернаго аппарата, и обновленная, такимъ образомъ, особи снова получаютъ способность болѣе или менѣе продолжительное время размножаться дѣленіемъ, пока снова не наступитъ необходимость въ конъюгации.

Другая рѣсничная инфузорія, часто встрѣчающаяся въ



стоячей водѣ и въ органическихъ настояхъ, есть *Stylonychia mytilus*, маленькое животное, размѣры котораго колеблются между  $\frac{1}{11}$  и  $\frac{1}{3}$  мм. (рис. 23, A).

Подобно *Paramecium*, ее часто можно видѣть быстро пла-

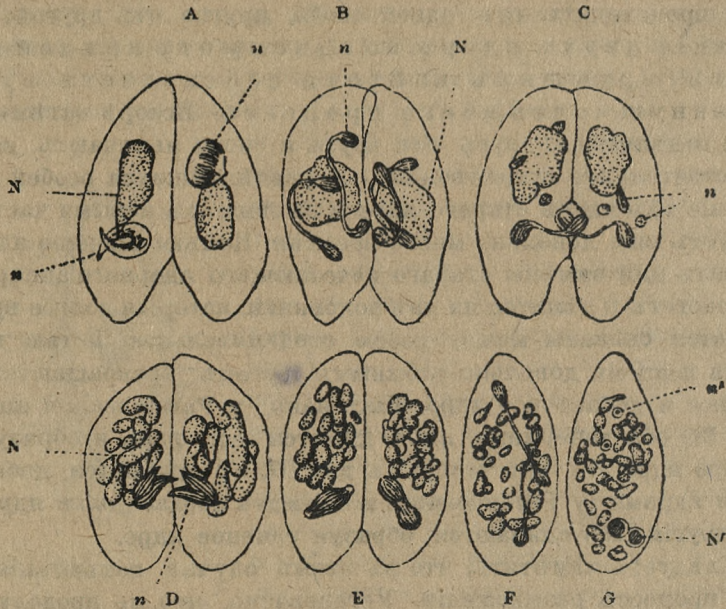


Рис. 22.

#### Стадіи конъюгаціи *Paramecium*.

- А Начало конъюгаціи; N главное ядро; n добавочное ядро.
- В Добавочныя ядра (n) дважды раздѣлились, такъ что каждая гамета содержитъ четыре micronucleus'a.
- С Три micronucleus'a (n) каждой гаметы дегенерируютъ, четвертый дѣлится снова на два ядра, изъ которыхъ одно (стаціонарное) остается, а другое (подвижное) переходитъ въ другую гамету.
- Д Подвижное ядро одной гаметы сливается со стаціонарнымъ ядромъ другой; главное ядро распадается на обломки.
- Е Въ обѣихъ гаметахъ конъюгаціонное ядро, образовавшееся путемъ сліянія подвижнаго и стаціонарнаго ядра.
- Г Гамета по окончаніи конъюгаціи; конъюгаціонное ядро путемъ двукратнаго дѣленія распадается на четыре ядра.
- Г Два изъ этихъ ядеръ (n') дѣлаются добавочными ядрами, а два другія (N) сливаются и образуютъ главное ядро.



вающею въ жидкости, но она отличается отъ *Paramaecium* тѣмъ, что часто ползаетъ, подобно мокрицѣ или гусеницѣ на съкомыхъ, по поверхности растений или другихъ твердыхъ предметовъ, между которыми она живетъ. Въ соответствии съ этимъ она имѣетъ не цилиндрическую форму, а нѣсколько сплюснута

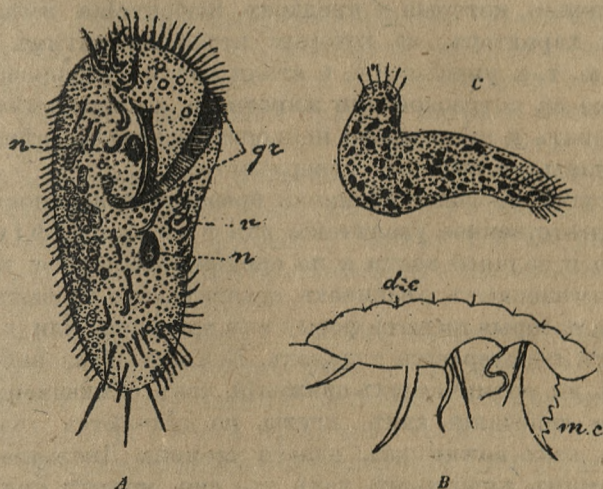


Рис. 23.

A *Stylonychia mytilus*; gc ротовая ямка, n ядро, в сократительная вакуоля. Видны ярычковицныя и щетинковицныя рѣсницы.

В Поперечный разрѣзъ *Gastrostyla*, вида, близкаго къ *Stylonychia*; d. c. рѣснички спинной поверхности, m. c. треугольная вѣерообразная пластинка.

С *Oxytricha flava*, убитая и окрашенная, видно раздробленіе ядра.

на одной—брюшной—сторонѣ, и потому на поперечномъ разрѣзѣ имѣетъ неправильную плоско-выпуклую форму (рис. 23, B).

По общему строенію она похожа на *Paramaecium*, но вслѣдствіе отсутствія трихоцистовъ различіе между корковымъ слоемъ и внутреннею протоплазмой менѣе бросается въ глаза; кромѣ того, она имѣетъ два ядра и только одну сократительную вакуолю.

Но всего рѣзче отличаются *Stylonychia* отъ *Paramaecium*



характеромъ своихъ рѣсничекъ; послѣднія не одинаковы по формѣ и величинѣ, но чрезвычайно видоизмѣнены.

На спинной поверхности рѣснички представлены лишь весьма короткими отростками коркового слоя (*d. s.*), которые расположены по продольнымъ бороздкамъ и обнаруживаютъ небольшую подвижность. Вѣроятно, на нихъ можно смотрѣть какъ на рудиментарныя рѣснички, т.-е. какъ на представителей рѣсничекъ, которыя у предковъ *Stylonychia* имѣли обыкновенный характеръ, но которыя испытали затѣмъ отчасти атрофію, т.-е. уменьшеніе, и стали почти бесполезны, соотвѣтственно съ потребностями животнаго, которое вмѣсто того, чтобы плавать и равномерно пользоваться своими рѣсничками, стало ползать на брюшной поверхности.

Съ другой стороны, рѣснички брюшной поверхности испытали соотвѣтственное увеличеніе или гипертрофію. Близъ передняго и задняго конца и по срединѣ находятся три группы видоизмѣненныхъ рѣсничекъ сравнительно необыкновенной величины, которыя имѣютъ форму или крючковъ или плоскихъ, на концахъ перетертыхъ палочекъ. Всѣ эти образованія не совершаютъ ни ритмическихъ движеній, какъ обыкновенныя рѣснички, ни колебаній, какъ жгуты, но двигаются только при основаніи, какъ ножки изъ одного членика. Движеніе регулируется самимъ животнымъ, такъ что оно можетъ при помощи этихъ крючковъ и пластинокъ ползать точно такъ же, какъ гусеница при помощи своихъ ножекъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что мы имѣемъ здѣсь третью форму сократительности; при амёбообразномъ движеніи замѣчаются неправильные токи протоплазмы; при рѣсничномъ движеніи сгибаніе или колебаніе протоплазматической нити изъ стороны въ сторону; наконецъ, здѣсь мы имѣемъ внезапныя сокращенія, совершающіяся черезъ неправильные интервалы. По этому движенія этихъ локомоторныхъ крючковъ и пластинокъ очень сходны съ мускульными сокращеніями, которыми обуславливаются движенія высшихъ животныхъ. Нельзя сказать, чтобы *Stylonychia* имѣла опредѣленные мускулы, но протоплазма на извѣстныхъ мѣстахъ ея одноклѣточного тѣла видоизмѣнена такимъ образомъ, что способна совершать внезапное сокращеніе въ опредѣленномъ направленіи. Природа мускульнаго сокра-



щенія будетъ разсмотрѣна нами въ одной изъ ближайшихъ лекцій.

Остальная часть брюшной поверхности, за исключеніемъ ротовой ямки, лишена рѣсничекъ, только вдоль ея краевъ тянется рядъ большихъ мерцательныхъ рѣсничекъ, изъ которыхъ три, находящіяся на заднемъ концѣ тѣла, видоизмѣнены въ длинные, крѣпкіе щетинковидные отростки.

Особымъ образомъ дифференцированы рѣснички ротовой ямки (*gr*). На лѣвой сторонѣ находится одинъ рядъ очень большихъ и крѣпкихъ рѣсницъ (рис. 23, *B*), которыя составляютъ главный органъ, вызывающій притокъ пищи, а также главные органы плаванія; каждая такая рѣсница имѣетъ форму треугольной вѣерообразной пластинки (*m. c*). На правой сторонѣ ротовой ямки идетъ рядъ болѣе мелкихъ, но все-таки большихъ рѣсницъ обыкновенной формы, а внутри глотки рядъ очень тонкихъ рѣсницъ, которыя проталкиваютъ частицы пищи внизъ, внутрь сердцевинаго вещества.

У *Stylonychia* и близкихъ родовъ найдены промежуточные формы между обыкновенными рѣсничками и этими своеобразными крючками, пластинками, щетинками и вѣерами; изъ чего можно заключить, что эти различные придатки можно рассматривать, какъ сильно видоизмѣненные или дифференцированныя рѣсницы. Вѣроятно, въ теченіе времени они развились изъ обыкновенныхъ рѣсничекъ и руководствуясь принципомъ, что болѣе сложные и специализированные организмы произошли изъ болѣе простыхъ и менѣе специализированныхъ (см. лекцію XIII), мы можемъ рассматривать *Stylonychia*, какъ высоко специализированнаго потомка какого-нибудь равноѣрно покрытаго рѣсничками предка.

Наконецъ, въ заключеніе этой лекціи упомянемъ еще объ одной рѣсничной инфузоріи. Мы видѣли, какъ у *Paramecium* во время конъюгации ядро распадается на части и, повидимому, исчезаетъ. У *Oxytricha*, рода, очень похожаго на *Stylonychia*, оба ядра распадаются на большое число мелкихъ зеренъ (рис. 23, *C*), которыя становятся видны только послѣ тщательной окраски и при очень сильномъ увеличеніи. Этотъ процессъ называютъ фрагментацией (раздробленіемъ) ядра. Въ другихъ случаяхъ процессъ раздробленія идетъ еще дальше, и



вмѣсто ядра оказывается безчисленное множество хроматиновыхъ зеренъ, которыя едва замѣтны при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ. Отсюда вполнѣ вѣроятно, что организмы, которые, подобно бактеріямъ кажутся безъядерными, на самомъ дѣлѣ имѣютъ элементы ядра въ такомъ раздробленномъ состояніи; а стало быть, ядро въ той или другой формѣ есть существенная составная часть клѣтки.



## ЛЕКЦІЯ XI.

### О р а л і н а.

Въ толстой кишкѣ обыкновенной лягушки часто встрѣчаются рѣсничныя инфузоріи, принадлежащія къ двумъ или тремъ различнымъ родамъ. Мы опишемъ теперь одно изъ этихъ паразитическихъ маленькихъ животныхъ, называемое *Oralina* гапагит. Эту инфузорію легко достать, если убить лягушку, вскрыть ей тѣло, взрѣзать прямую кишку и распуścić небольшое количество ея содержаемаго въ капль воды на предметномъ стеклѣ.

*Oralina* имѣетъ плоское, овальное тѣло (рис. 24), и взрослые экземпляры могутъ достигать длины одного миллиметра. Протоплазматическое тѣло раздѣлено на корковый слой и сердцевинное вещество и покрыто кутикулою; рѣснички всѣ одинаковой величины и расположены равномерно продольными рядами по всей поверхности тѣла.

При первоначальномъ изслѣдованіи, ядра не замѣтно, но послѣ окраски можно видѣть большое количество ядеръ (рис. 24, А, В, С). Каждое ядро есть шаровидное, состоящее изъ ахроматиноваго вещества тѣльце, окруженное оболочкой и заключающее клубокъ или сѣтку хроматина. Эти ядра размножаются въ тѣлѣ инфузоріи и при этомъ испытываютъ различныя измѣненія, характерныя для каріокинезиса или непрямого дѣленія ядра (ср. рис. 24, D); хроматинъ распадается на хромосомы, образуется веретено съ хромосомами по экватору. хромосомы расходятся къ полюсамъ веретена, наконецъ ядро перетягивается и дѣлится надвое.



Присутствіе большого количества ядеръ у *Oralina* есть фактъ, заслуживающій особаго вниманія. Большинство изученныхъ нами до сихъ поръ организмовъ состоятъ изъ одной клѣтки и заключаютъ одно ядро; затѣмъ мы видѣли, что выс-

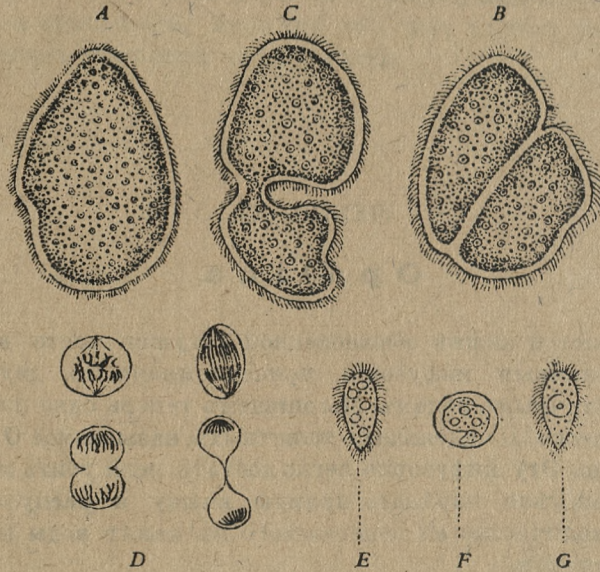


Рис. 24.

- А *Oralina* гапавитъ, видны мерцательныя рѣснички и множество ядеръ.  
В Дѣленіе въ косомъ направленіи.  
С Дѣленіе поперекъ.  
D Стадіи дѣленія ядра.  
Е Конечный продуктъ многократнаго дѣленія.  
F Индистингованная форма.  
G Одноядерная гамета, вышедшая изъ цисты.

шія животныя и растенія состоятъ изъ большого количества клѣтокъ, изъ которыхъ каждая имѣетъ ядро; съ другой стороны, *Oralina* многоядерна, но ея протопlasма нераздѣлена, такъ что она представляетъ состояніе, промежуточное между одноклѣточнымъ и многоклѣточнымъ типомъ строенія. Нѣкоторое приближеніе къ этому состоянію показываетъ намъ *Stylonychia*, которая одноклѣточна, но содержитъ два ядра (рис. 23, 4); но единственные изъ изученныхъ нами организмовъ,



въ которыхъ многочисленныя ядра обыкновеннаго характера, находятся въ нераздѣльной протоплазматической массѣ, это—трихосферии, и также какъ у нихъ многоядерное состояніе у *Oralina* происходитъ вслѣдствіе повторнаго дѣленія первоначально одного ядра.

Сократительной вакуоли нѣтъ, а также нѣтъ ни рта, ни глотки, такъ что принятіе твердой пищи невозможно. Животное обитаетъ, какъ уже упомянуто, въ кишечномъ каналѣ лягушки; подобно плазмодію маляріи это внутренній паразитъ или эндопаразитъ, которому хозяиномъ служить лягушка. Кишечный каналъ содержитъ отчасти переваренную пищу лягушки, и *Oralina* питается, поглощая ее всею поверхностью тѣла. Не имѣя рта, она питается исключительно путемъ всасыванія; совершаетъ ли она при этомъ какой-нибудь пищеварительный процессъ, съ точностью неизвѣстно, но по аналогіи съ другими безротыми паразитами можно думать, что она просто всасываетъ пищу, уже переваренную ея хозяиномъ, отъ котораго она вполне зависитъ въ этомъ отношеніи.

Размноженіе оналины представляетъ нѣкоторые интересные пункты, кслорые находятся въ связи съ ея особымъ образомъ жизни. Ясно, что, если бы оналины размножались просто дѣленіемъ или другимъ путемъ въ кишечномъ каналѣ лягушки, то скоро населеніе превысило бы средства къ существованію; кромѣ того, со смертью лягушки былъ бы положенъ конецъ и паразитамъ. Поэтому какъ для этихъ, такъ и для другихъ внутреннихъ паразитовъ нуженъ такой способъ размноженія, который вмѣстѣ съ тѣмъ служилъ бы для ихъ распространенія, другими словами, давалъ бы возможность потомкамъ паразитовъ найти путь въ тѣло новыхъ хозяевъ и, такимъ образомъ, основывать новыя колоніи, вмѣсто того, чтобы оставаться на родинѣ и истощать ее.

*Oralina* размножается круглый годъ путемъ дѣленія. Животное дѣлится въ косомъ направленіи (B), и затѣмъ каждая половинка, вмѣсто того, чтобы расти до размѣровъ материнской клѣтки, дѣлится еще поперѣкъ (C). Процессъ этотъ повторяется нѣсколько разъ снова, причемъ плоскость дѣленія по-



перемѣнно косая и поперечная. Ядра дѣлятся митотически, при чемъ дѣленіе ихъ происходитъ независимо отъ дѣленія самого животнаго.

Весною, въ періодъ размноженія лягушки дѣленіе опалины происходитъ нѣсколько инымъ путемъ, а именно, не сопровождаясь ростомъ тѣла и размноженіемъ ядеръ. Въ результатъ получаются маленькія тѣльца съ 2—4 ядрами. Каждый маленький продуктъ дѣленія (*E*) отдѣляется цистой (*F*) и въ такомъ пассивномъ состояніи выбрасывается съ экскрементами лягушки наружу, гдѣ попадаетъ на какое-нибудь водное растение или какой-нибудь другой находящійся въ водѣ предметъ. Затѣмъ не происходитъ никакихъ дальнѣйшихъ измѣненій до тѣхъ поръ, пока циста не будетъ проглочена головастикомъ, какъ это часто должно случаться, когда эти животныя, въ громадномъ количествѣ вылупляющіяся изъ лягушечьихъ яицъ, обглаживаютъ составляющія ихъ главную пищу водныя растенія.

Поступивши въ заднюю кишку головастика, циста лопається или растворяется, и изъ нея выходятъ маленькія одноядерныя споры (*G*), между которыми по величинѣ можно различить два рода: большія и малыя. Это — половыя формы, макре- и микрогаметы. Онѣ соединяются попарно, конъюгируютъ и образуютъ зиготу, которая растетъ, поглощая переваренную пищу въ кишечникѣ своего хозяина, и въ то же время ядро повторно дѣлится описаннымъ путемъ, такъ что животное, достигая со временемъ максимальной величины, получаетъ и характерное для него большое число ядеръ.

Такимъ образомъ мы имѣемъ здѣсь другой интересный примѣръ развитія: организмъ начинаетъ свою жизнь въ видѣ очень маленькаго, одноядернаго протоплазматическаго тѣльца, и по мѣрѣ того какъ возрастаетъ его величина, возрастаетъ вслѣдствіе повторнаго дѣленія ядра, и сложность его организации.



## ЛЕКЦІЯ XII.

### **Vorticella и Zoothamnium.**

Слѣдующій организмъ, который намъ предстоитъ разсмотрѣть, есть рѣсничная инфузорія, еще болѣе обыкновенная, чѣмъ описанныя въ двухъ предыдущихъ лекціяхъ. Старательно изслѣдуя воду какого-нибудь пруда, трудно не найти въ ней прикрѣпленными то къ растеніямъ, то къ ножкамъ водяныхъ блохъ или жуковъ, то къ лежащимъ на днѣ камнямъ или кускамъ дерева, очень крѣпкихъ маленькихъ животныхъ, каждое изъ которыхъ похоже на колокольчикъ съ очень длинною рукояткой или на рюмку съ очень длинною ножкой. Это хорошо извѣстныя колокольчатыя инфузоріи, изъ которыхъ самыя обыкновенныя принадлежать къ различнымъ видамъ рода *Vorticella* (рис. 25).

Первое, что бросается въ глаза у *Vorticella*, это то, что она, подобно растенію, постоянно прикрѣплена, причемъ проксимальный (ближній) конецъ стебелька прикрѣпленъ къ какому-нибудь находящемуся въ водѣ предмету, а на дистальномъ (дальнемъ) концѣ сидитъ собственно тѣло животного.

Но, несмотря на свою особую форму, *Vorticella* (сувойка) представляетъ значительное сходство съ *Paramecium*, *Stylonychia* и *Opalina*. Протоплазматическое тѣло также дифференцировано на корковый слой и сердцевину и покрыто тонкой кутикулой; въ корковомъ слой мы замѣчаемъ сложную систему твердыхъ и растяжимыхъ скелетныхъ нитей, присутствіе которыхъ закрѣпляетъ опредѣленную виѣшнюю форму, но не лишаетъ сократимости. Есть одна сократительная вакуоля (v), движенія которой очень удобно изучать, благодаря той легкости, съ



которую можно наблюдать это прикреплённое животное. Главное ядро (macronucleus) отличается своею удлиненною лентовидною формою (B, n); по соседству съ нимъ находится маленькое круглое добавочное ядро. Есть также и рёснички, но расположены



Рис. 25.

### Vorticella.

A Vorticella въ совершенно вытянутомъ состояніи, s стебелекъ съ осевымъ волокномъ, d дискъ, p перистомъ, v сократительная вакуоля.

B оптический разрёзъ, n ядро, g глотка, v сократительная вакуоля.

C Vorticella въ свернутомъ сокращенномъ состояніи.

D'—D³ Дѣленіе суовки. D³ оторвавшаяся отъ стебля особь.

E Конъюгація.

H¹ Дѣленіе личистированной формы, ядро распадается на множество частей, H²—продуктъ многократнаго дѣленія—спора, H³—H⁵ развитие споры.



онъ совершенно особымъ и характернымъ образомъ. Чтобы понять это, мы должны сначала болѣе подробно изучить форму тѣла.

Конусовидное тѣло своею вершиною или проксимальнымъ концомъ сидитъ на стебелькѣ; его основаніе или дистальный конецъ расширяется и образуетъ утолщенный край, перистомъ (А, р), внутри котораго находится приподнятый на одной сторонѣ кружокъ, такъ наз. дискъ, похожій на нѣсколько приподнятую крышку сосуда. Между приподнятой стороной диска и перистомомъ находится углубленіе, ротъ, ведущій въ конусовидную глотку (В, g).

Единственный рядъ рѣсничекъ тянется вдоль внутренняго края перистома и продолжается съ одной стороны внизъ въ глотку, съ другой вокругъ приподнятой части диска; весь рядъ рѣсничекъ имѣетъ такимъ образомъ спиральное направленіе. Остальное тѣло совершенно свободно отъ рѣсницъ.

Движенія рѣсничекъ производятъ весьма любопытный оптический обманъ. Если наблюдать вполне развернутое животное, то невольно начинаешь думать, что перистомъ и дискъ вращаются; между тѣмъ это могло бы быть только тогда, если бы они не были соединены съ остальнымъ тѣломъ. На самомъ дѣлѣ это явленіе происходитъ вслѣдствіе того, что всѣ рѣсницы ряда послѣдовательно мерцаютъ въ одномъ и томъ же направленіи, и вполне аналогично той картинѣ, которую представляетъ волнующая сильнымъ вѣтромъ нива. Сгибаніе слѣдующихъ другъ за другомъ стеблей производитъ рядъ волнъ, которыя тянутся по полю въ направленіи вѣтра. Если мы представимъ себѣ вмѣсто поля широкую кольцевидную полосу травы, приводимую въ движеніе циклономъ, то волна пошла бы по окружности круга, и тогда казалось бы, что этотъ кругъ вращается.

Конечно, колебаніе кольца рѣсничекъ производитъ по соѣдству съ *Verticella* небольшой водоворотъ, какъ это можно видѣть, бросая въ воду тонко истолченный порошокъ кармина. Вслѣдствіе этого водоворота частицы пищи увлекаются въ ротъ и глотку, гдѣ онѣ, какъ у *Paramecium*, окружаются каплей воды; образовавшіеся такимъ образомъ пищевыя вакуоли вталкиваются внутрь протоплазмы и циркулируютъ тамъ, а части,



не послужившія для питанія, въ концѣ концовъ выбрасываются на одномъ мѣстѣ, близъ основанія глотки.

Стебелекъ (9) состоитъ изъ очень тонкаго, прозрачнаго наружнаго слоя, который непрерывно продолжается въ кутикулу тѣла и заключаетъ также осевое волокно, идущее вдоль стебелька въ спиральномъ направленіи. Это волокно составляетъ продолженіе корковаго слоя тѣла; при очень сильномъ увеличеніи оно обнаруживаетъ болѣе тонкую, сложную структуру.

Поразительную особенность сувойки составляетъ ея необыкновенная возбудимость, т.-е. быстрота, съ которой она реагируетъ на всякое вѣншнее раздраженіе. Малѣйшее сострясеніе микроскопа, соприкосновеніе съ какимъ-нибудь другимъ организмомъ или токъ воды, вызванный какой-нибудь свободно плавающей формой, подобно *Raganaesium*, сейчасъ же чувствуется нашей инфузоріей, которая отвѣчаетъ на эти раздраженія моментальнымъ измѣненіемъ во взаимномъ положеніи своихъ частей. Стебелекъ сокращается и свертывается въ узкую спираль, такъ что составляетъ лишь незначительную часть своей первоначальной длины, а похожее на колокольчикъ тѣло становится шаровиднымъ, причѣмъ дискъ втягивается внутрь, а перистомъ замыкается надъ нимъ (C).

Интересныя особенности представляетъ размноженіе сувойки. Она размножается дѣленіемъ параллельно продольной оси тѣла (рис. 25,  $D^1$ — $D^2$ ). Изъ рисунковъ видно, что процессъ начинается появленіемъ на дистальномъ концѣ щели ( $D^1$ ), которая постепенно становится все глубже, пока наконецъ образуются двѣ особи нормальной величины, сидящія на одномъ стебелькѣ ( $D^2$ ). Это состояніе продолжается недолго: одна изъ двухъ дочернихъ кѣтокъ получаетъ приблизительно цилиндрическую форму, втягиваетъ внутрь свой дискъ и перистомъ и получаетъ новое кольцо рѣсничекъ близъ проксимальнаго конца тѣла ( $D^3$ ); затѣмъ она отрывается отъ стебелька, который оставляетъ въ полное обладаніе своей оставшейся сестрѣ, и плаваетъ нѣкоторое время свободно. Спустя нѣкоторое время, она опускается внизъ, прикрѣпляется своимъ проксимальнымъ концомъ, теряетъ находящееся здѣсь кольцо рѣсничекъ и развиваетъ стебелекъ, который мало по малу достигаетъ нормальной длины.



Значеніе этого процесса очевидно. Если бы при дѣленіи сувойки расщепленіе простиралось бы и на стебелекъ, и такимъ путемъ образовались бы рядомъ другъ съ другомъ двѣ обыкновенныя прикрѣпленныя формы, то постоянное повтореніе этого процесса настолько увеличило бы число особей въ данномъ мѣстѣ, что для нихъ не хватило бы здѣсь пищи. Это предотвращается такимъ образомъ, что одна изъ образовавшихся путемъ дѣленія дочернихъ клѣтокъ ведетъ свободный образъ жизни, такъ что можетъ эмигрировать и поселиться на другомъ мѣстѣ, гдѣ конкуренція съ собратьями менѣе сильна. Образование такихъ свободно плавающихъ зооидовъ (животныхъ) есть слѣдовательно средство распространенія; приспособленія, служащая для этой цѣли, очень распространены какъ у прикрѣпленныхъ, такъ и у паразитическихъ животныхъ.

Иногда происходитъ конъюгація, которая представляетъ нѣкоторыя особенности. *Vorticella* дѣлится либо на двѣ неравныя части, либо на двѣ половинки, изъ которыхъ одна дѣлится повторно, образуя такимъ образомъ 2—8 болѣе мелкихъ дочернихъ клѣтокъ. Такимъ путемъ образуются 1—8 микрзооидовъ, которые похожи на бочковидныя формы ( $D^8$ ) и подобно имъ отрываются и плаваютъ свободно при помощи базальнаго кольца рѣсницъ. Поплававши нѣкоторое время, одинъ изъ этихъ микрзооидовъ приходитъ въ соприкосновеніе съ обыкновенной болѣе крупной формой или макрзооидомъ, прикрѣпляется близъ проксимальнаго конца послѣдняго ( $E$ ). Между макро-и микрзооидомъ происходитъ обмѣнъ ядеръ, какъ въ парѣ конъюгировавшихъ парamecieвъ; но только въ макрзооидѣ ядро, развившееся изъ слиянія мужского и женскаго, продолжаетъ развиваться отдѣльно, а микрзооидъ съ своимъ двойнымъ ядромъ редуцируется.

*Vorticella* иногда индистигуируется (рис. 25.  $H^1$ ); при этомъ наблюдается, что ядро индистигуирующей формы распадается на известное число частей, изъ которыхъ каждая, конечно, окружается слоемъ протоплазмы. Спустя нѣкоторое время, циста разрывается и изъ нея выходятъ небольшія тѣльца или споры ( $H^2$ ); каждая спора содержитъ одинъ изъ продуктовъ дѣленія ядра. Эти споры получаютъ кольцо рѣсничекъ ( $H^3$ ), при помощи котораго онѣ свободно плаваютъ, и наблюдалось даже,



что онѣ размножаются дѣленіемъ. Наконецъ, онѣ садятся и прикрѣпляются тѣмъ концомъ, который несетъ рѣсницы; этотъ конецъ начинаетъ удлиняться въ стебелекъ, который ( $H^a$ ) постепенно становится длиннѣе; базальное кольцо рѣсницъ исчезаетъ, а на свободномъ концѣ образуется окаймленный рѣсничками перистомъ и дискъ ( $H^b$ ). Такимъ образомъ животное получаетъ свою обыкновенную форму посредствомъ процесса развитія, который напоминаетъ подобный же процессъ у *Heteromita*, но отличается отъ него въ одномъ важномъ пунктѣ. Происходящія изъ споръ свободно плавающія молодые формы *Vorticella* ( $H^3$ ) по своей формѣ и образу жизни сильно отличаются отъ взрослыхъ формъ. Это выражаютъ коротко, говоря, что развитіе въ этомъ случаѣ сопровождается метаморфозомъ (превращеніемъ); это выраженіе употребляется въ биологii, чтобы обозначить поразительное и основное различіе въ формѣ и въ образѣ жизни между молодыми и взрослыми особями вида, напр. между головастикомъ и лягушкой или между гусеницей и бабочкой. Ясно, что въ нашемъ случаѣ метаморфозъ есть дальнѣйшее средство обезпечить распространеніе вида.

Какъ мы видѣли, у сувойки въ результатъ дѣленія образуются неодинаковыя дочернія клѣтки, но одна форма сидячая, другая свободно плавающая. Но возможно представить себѣ подобный сувойкѣ организмъ, который дѣлится на двѣ одинаковыхъ дочернихъ клѣтки, изъ которыхъ каждая остается въ соединеніи со стволикомъ. Если бы этотъ процессъ повторялся все дальше и дальше, и плоскость дѣленія простиралась бы внизъ и дошла бы до дистальнаго конца стволика, то въ результатъ получился бы развѣтвленный, древовидный стволикъ, несущій на концѣ каждой вѣтви подобное сувойкѣ тѣло.

Дѣйствительно, такой процессъ имѣетъ мѣсто, хотя не у сувойки, но у одной близко стоящей къ ней инфузорii, у *Zoothamnium*, распространеннаго рода, представители котораго встрѣчаются по большей части въ морской водѣ, прикрѣпленные къ растеніямъ и другимъ предметамъ. *Zoothamnium arbuscula* (рис. 26, А) состоитъ изъ главнаго стволика, который



проксимальнымъ концомъ прикрѣпляется къ какому-нибудь предмету, а на дистальномъ концѣ даетъ нѣсколько вѣточекъ, изъ которыхъ каждая несетъ на короткихъ стебелькахъ множество колокольчатыхъ животныхъ, похожихъ на цвѣты колокольчика или наперстянки.

Весь стволѣкъ имѣетъ въ вышину 1 см. и, слѣдовательно, можетъ быть легко видѣнъ невооруженнымъ глазомъ; на рис. 26, В онъ изображенъ въ натуральную величину.

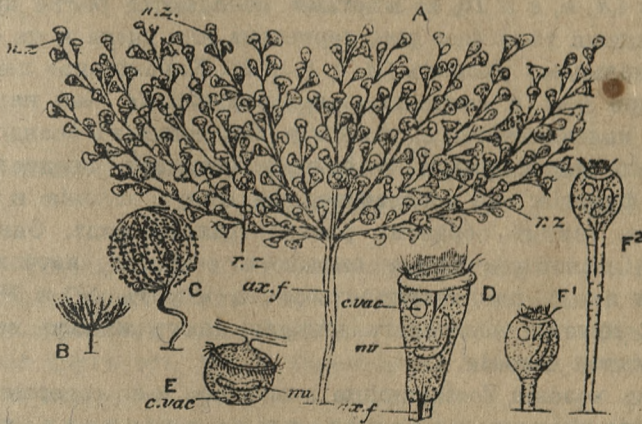


Рис. 26.

*Zoothamnium arbuscula.*

А. Цѣлая колонія, увеличенная, съ питательными (n. z.) и воспроизводительными зооидами (r. z.); ax. f. осевая нить стволѣка.

В То же въ натуральную величину.

С Колонія въ состояніи сокращенія.

Д Питательный зооидъ; ni ядро; c. vac. сократительная вакуоля.

Е Воспроизводительный зооидъ.

F<sup>1</sup> и F<sup>2</sup> Двѣ стадіи развитія воспроизводительнаго зооида.

Мы видимъ такимъ образомъ, что *Zoothamnium* отличается отъ всѣхъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ нами животныхъ тѣмъ, что представляетъ сложный организмъ. Все дерево называютъ колоніей, а каждое отдѣльное колокольчатое животное есть особь или зооидъ и морфологически соотвѣтствуетъ отдѣльной сувойкѣ или *Paramecium*.



Какъ у сувойки, стволникъ состоитъ изъ кутикулярной оболочки и осевого мускульнаго волокна, которое на дистальномъ концѣ главнаго ствола развѣтвляется, подобно самому стволу, такъ что продолженія его можно прослѣдить до каждаго зооида. Такимъ образомъ мы имѣемъ адѣсь мускульную систему, общую всей колоніи, и всякое раздраженіе вызываетъ общее сокращеніе, причемъ древовидный организмъ принимаетъ форму шара (С).

Изъ рисунка видно, что не всѣ зоонды колоніи одинаковы, наибольшая часть имѣетъ форму колокольчика и похожа на сувойку (А, и, з и D), но мѣстами попадаются болѣе крупныя шаровидныя тѣла безо рта, перистема или диска и съ базальнымъ кольцомъ рѣсничъ (А, г, з и E). Характерное лентовидное ядро (и) и сократительныя вакуоли (с. *bas*) находятся какъ у колокольчатыхъ, такъ и у шаровидныхъ зоондовъ.

Этимъ шаровиднымъ безротымъ зооидамъ предназначена особая функція: они воспроизводятъ цѣлую колонію и обезпечиваютъ такимъ образомъ распространеніе вида. Они отрываются, нѣкоторое время плаваютъ свободно, затѣмъ опускаются внизъ, развиваютъ стебелекъ и ротъ ( $K^1$  и  $K^2$ ) и наконецъ, путемъ повторнаго дѣленія, даютъ начало взрослой древовидной колоніи.

Итакъ колонія *Zoothamnium* диморфна, т.-е. содержитъ особей двухъ сортовъ: питательныхъ зоондовъ, которые принимаютъ пищу и путемъ дѣленія увеличиваютъ размѣры колоніи, но не способны дать начало новой колоніи, и воспроизводительныхъ зоондовъ, которые, будучи прикрѣплены, не принимаютъ пищи, но способны послѣ періода свободной жизни развить ротъ и стебелекъ и, наконецъ, образовать новую колонію. Диморфизмъ есть дифференцировка особей колоніи, подобно тому, какъ образование осевого волокна, глотки, сократительной вакуоли и рѣсничекъ суть случаи дифференцировки протоплазмы отдѣльной кѣтки.



### ЛЕКЦІЯ XII.

#### Виды и ихъ происхожденіе.—Принципы классификаціи.

Уже неоднократно въ теченіе предыдущихъ лекцій намъ приходилось употреблять слово „видъ“; такъ напр. въ лекціи I было упомянуто, что есть различные виды амёбъ, отличающіеся другъ отъ друга характеромъ своихъ псевдоподій, строеніемъ ядеръ и др.

Теперь мы должны рассмотреть болѣе подробно, что мы разумѣемъ подъ „видомъ“, и такъ какъ во всѣхъ предметахъ такого рода изученіе конкретныхъ примѣровъ есть лучшее средство, чтобы составить ясное понятіе о предметѣ, то мы для этой цѣли и рассмотримъ нѣсколько различныхъ видовъ *Zoothamnium*.

Видъ, описанный въ предыдущей лекціи, носитъ названіе *Zoothamnium aglaucula*. Онъ состоитъ, какъ показывается рисунокъ 26, изъ главнаго ствола, отъ дистальнаго конца котораго отходитъ большое количество болѣе тонкихъ вѣтвей, которыя расходятся на подобіе кустика и на короткихъ вѣточкахъ второго порядка несутъ отдѣльныя особи колоній; эти особи двухъ сортовъ—колошкovidныя питательныя зооиды и шаровидныя воспроизводительныя зооиды, такъ что колонія диморфна.

*Zoothamnium* (или для сокращенія *Z.*) *alternans* (рис. 27, 4) встрѣчается также въ морской водѣ и по общему виду колоніи замѣтно отличается отъ *Z. aglaucula*. Главнѣйшій стволъ



продолжается до крайняго дистальнаго конца колоніи и оканчивается зооидомъ; вправо и влево отъ него отходятъ вѣтви, на которыхъ сидятъ остальные зооиды. Пользуясь сравненіемъ Севиль-Кента, *Z. arbuscula* можно сравнить съ высокоствольнымъ фруктовымъ деревомъ, а *Z. alternans* со шпалернымъ растеніемъ. У этого вида колонія также диморфна.

*Z. dichotomum* (рис. 27, B) также диморфный видъ и представляетъ третій способъ вѣтвленія. Главный стволъ дѣ-

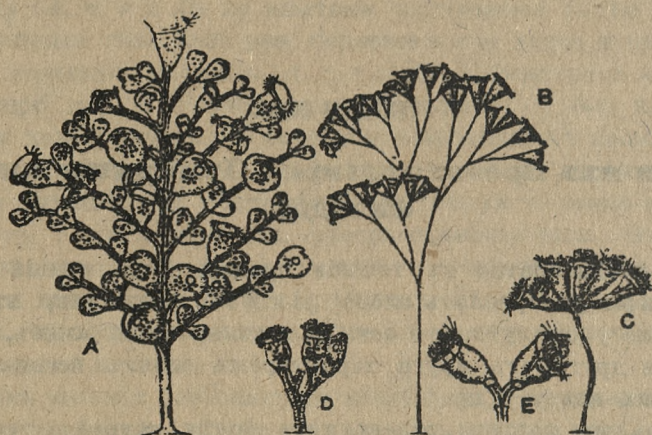


Рис. 27.

Виды *Zoothamnium* по Севиль-Кенту.

A—*Z. alternans*; B—*Z. dichotomum*; C—*Z. simplex*, D—*Z. affine*, E—*Z. nutans*.

лится на два, и каждая изъ вторичныхъ вѣтвей дѣлаетъ то же самое, такъ что образуется повторно раздваивающійся стволъ. Вѣтвление этого вида называютъ дихотомическимъ, тогда какъ вѣтвление *Z. alternans* будетъ моноподіальное, а вѣтвление *Z. arbuscula* зонтичное.

Иной способъ соединенія зооидовъ встрѣчается у *Z. simplex* (рис. 27, C), у котораго стволъ не вѣтвится и на дистальномъ концѣ несетъ пучекъ изъ шести зооидовъ. Зооиды болѣе удлинены, чѣмъ у другихъ рассмотрѣнныхъ видовъ, и всѣ одинаковы; особыхъ воспроизводительныхъ зооидовъ не существуетъ, такъ что колонія гомоморфна.



У *Z. affine* (рис. 27, D) стволикъ дихотомическій, но сравнительно толще, чѣмъ у другихъ видовъ, и несетъ только четыре одинаковыхъ зооида. Онъ встрѣчается въ прѣсной водѣ, на наѣскомахъ и другихъ водныхъ животныхъ.

Послѣдній видъ, который мы рассмотримъ, *Z. nutans* (рис. 27, E) есть простѣйшій изъ извѣстныхъ видовъ: на немъ никогда не бываетъ больше двухъ зооидовъ, иногда даже всего одинъ зооидъ.

Уже бѣглый взглядъ на рис. 26 и 27 показываетъ, что эти шесть видовъ сходны между собой по общей формѣ зооидовъ, по характеру ядра и сократительной вакуоли, по положенію рѣсницъ и, наконецъ, въ томъ, что всѣ они суть сложные организмы, состоящіе изъ двухъ или болѣе зооидовъ, прикрѣпленныхъ къ общему стволу, осевое волокно котораго развѣтвляется вмѣстѣ съ нимъ, т. е. непрерывно тянется вдоль всей колоніи.

Въ виду того, что всѣ они обладаютъ этими важными общими признаками, всѣ описанные виды соединяють въ одинъ родъ (*genus*) *Zoothamnium*, а всѣ перечисленные признаки называютъ родовыми признаками. Съ другой стороны, отличительные признаки между различными видами, напр., вилообразное вѣтвление ствола у *Z. dichotomum*, присутствіе только двухъ зооидовъ у *Z. nutans* и т. д., называютъ специфическими или видовыми признаками. Поэтому, названіе *Zoothamnium*, общее всѣмъ видамъ, есть родовое имя, тогда какъ названія, обозначающія каждый отдѣльный видъ, какъ, напр., *arbuscula*, *simplex* и пр. суть специфическія или видовыя имена. Какъ было упомянуто въ первой лекціи, этотъ способъ обозначать организмы и есть введенная Линнеемъ система двойной номенклатуры.

Изъ предыдущаго ясно, что подъ видомъ мы разумѣемъ собраніе простыхъ или сложныхъ индивидуальных организмовъ, которые сходны другъ съ другомъ во всѣхъ пунктахъ, кромѣ несущественныхъ, какъ, напр., точное число зооидовъ у *Zoothamnium*, которое можетъ значительно варьировать у одного и того же вида, и потому находится въ предѣлахъ индивидуальных варьяцій. Подобнымъ же образомъ подъ родомъ мы разумѣемъ группу видовъ, которые сходны другъ



съ другомъ въ главныххъ чертахъ своей организаціи, но отличаются въ подробностяхъ, при чемъ эти различія постоянны.

Сравненіе шести описанныхъ видовъ показываетъ намъ интересное отношеніе между ними. Такъ напримѣръ ясно, что *Zoothamnium arbuscula* и *Z. alternans* построены гораздо сложнее, т. е. обнаруживаютъ большую дифференцировку всей колоніи, чѣмъ *Z. simplex* или *Z. nutans*, такъ что мы въ предѣлахъ рода можемъ различать сравнительно простые или низшіе и специализированные или высшіе виды. Тѣмъ не менѣе, мы не можемъ расположить виды въ одинъ рядъ, начинающійся низшими и оканчивающійся высшимъ видомъ, но, хотя мы не колеблясь помѣстимъ *Z. nutans* въ начало ряда, но невозможно сказать, будетъ ли *Z. affine* выше или ниже, чѣмъ *Z. simplex*, или будетъ ли *Z. arbuscula* выше чѣмъ *Z. alternans*.

Нетрудно, конечно, расположить виды по группамъ, руководствуясь извѣстной системой. Напр., если мы возьмемъ за критерій способъ развѣтвленія, то придется соединить вмѣстѣ съ одной стороны *Z. nutans*, *affine* и *dichotomum*, такъ какъ всѣ они развѣтвляются дихотомически, а, съ другой стороны *Z. simplex* и *Z. arbuscula*, имѣющіе зонтичное вѣтвленіе, причемъ заслонды одного вида и вѣтви другого всѣ отходятъ отъ верхушки главнаго ствола, въ этой системѣ *Z. alternans*, имѣющій моноподиальное вѣтвленіе, будетъ стоять особнякомъ. Или мы можемъ составить двѣ группы: одну изъ диморфныхъ формъ, каковы *Z. arbuscula*, *alternans* и *dichotomum*, а другую изъ гомоморфныхъ видовъ, каковы *Z. affine*, *simplex* и *nutans*. Такимъ образомъ мы имѣемъ два способа расположить въ группы или классифицировать виды *Zoothamnium*, и является вопросъ который изъ нихъ правильный, и вѣренъ ли хоть одинъ изъ нихъ? Существуетъ ли хоть какой-нибудь признакъ, на основаніи котораго можно было бы признать правильною данную классификацію тѣхъ или другихъ организмовъ или все зависить отъ произвола классификатора, подобно расположенію книгъ въ библіотекѣ? Другими словами, всѣ ли системы живыхъ существъ болѣе или менѣе искусственны, или существуетъ естественная классификація.

Положимъ, намъ нужно раздѣлить на группы и классифицировать всѣхъ членовъ какого-нибудь семейства—родителей



и дѣдовъ, дядей и тетокъ, близкихъ и дальнихъ родственниковъ. Конечно, существуетъ множество способовъ, какъ можно было бы дѣлить на группы—на брюнетовъ и блондиновъ, высокихъ и низкихъ, на курчавыхъ и гладковолосыхъ. Но ясно, что всѣ эти дѣленія совершенно искусственны, и что единственный путь, т.-е. путь, ведущій насъ къ познанію дѣйствительной связи отдѣльныхъ членовъ семейства, будетъ классификація по ихъ кровному родству, другими словами, наше расположение должно получить форму родословнаго дерева.

Могутъ спросить: что общаго имѣетъ это съ обсуждаемымъ предметомъ, съ классификаціей родовъ *Zoothamnium*.

Есть двѣ теоріи, пытающіяся объяснить существованіе безчисленныхъ видовъ живыхъ существъ, населяющихъ нашу планету: теорія творенія и теорія развитія.

По теоріи творенія всѣ особи каждого нынѣ живущаго вида, какъ животныя, такъ и растенія, произошли естественнымъ путемъ отъ одной особи или отъ пары таковыхъ, которыя во всякомъ случаѣ во всѣхъ существенныхъ отношеніяхъ были подобны своимъ нынѣ живущимъ потомкамъ и которыя были призваны къ жизни посредствомъ особаго процесса, лежащаго внѣ обычнаго теченія явленій природы, процесса, который называютъ творческимъ актомъ. По этой теоріи исторія рода *Zoothamnium* иллюстрируется приложенной схемой (рис. 28); каждый видъ происходитъ отъ отдѣльной особи, которая появилась на свѣтъ, независимо отъ предковъ всѣхъ остальныхъ видовъ въ какой-нибудь очень отдаленный геологическій періодъ.

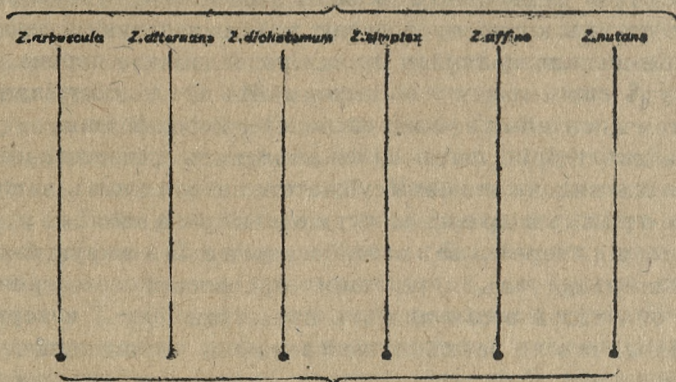
Слѣдуетъ обратить вниманіе, что по этой теоріи между различными видами *Zoothamnium* предполагается не больше дѣйствительнаго родства, чѣмъ между ними и сувойкой или даже, напр., человекомъ. Особи каждого отдѣльнаго вида дѣйствительно родственны, такъ какъ онѣ имѣютъ общее происхожденіе, но между особями двухъ независимо другъ отъ друга созданныхъ видовъ не больше родства, чѣмъ между двумя независимо другъ отъ друга сдѣланными стульями или столами. Слово „родство“ въ примѣненіи къ различнымъ видамъ для теоріи творенія есть чисто образное и означаетъ не болѣе, какъ существованіе извѣстнаго сходства или общности стро-



енія, подобно тому какъ мы можемъ сказать, что кресло ближе стоитъ къ стулу, чѣмъ оба они къ скамейкѣ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что различныя степени сходства или несходства между видами не находятъ объясненія въ теоріи творенія, и что эта теорія не даетъ намъ общаго критерія для классификаціи; мы можемъ располагать орга-

Нынѣ живущіе виды.



Первоначальная особь.

Рис. 28

Схема, показывающая происхожденіе видовъ Зоофамиліумъ путемъ самостоятель-  
наго творчества.

ныя по сходствамъ и различіямъ, насколько позволяютъ наши свѣдѣнія, но сравнительная важность признаковъ, на которые мы при этомъ опираемся, остается дѣломъ чисто субъективнымъ.

По противоположной теоріи — теоріи происхожденія или органическаго развитія — каждый нынѣ живущій видъ естественнымъ путемъ происходитъ отъ другого вида, жившаго въ болѣе ранній геологическій періодъ. По этой гипотезѣ, если бы мы могли прослѣдить изъ поколѣнія въ поколѣніе особей нынѣ живущаго вида, то мы увидели бы, что ихъ характеръ постепенно мѣняется, пока наконецъ наступитъ моментъ, когда различія станутъ настолько значительны, что мы будемъ при-



нуждены отнести основную форму къ другому виду, чѣмъ ея нынѣ живущіе потомки. Подобнымъ же образомъ, если бы мы могли прослѣдить назадъ виды отдѣльнаго рода, то мы нашли бы, что они по своему строенію постепенно приближаются другъ къ другу и, наконецъ, сходятся въ одинъ видъ, который отличается отъ нынѣ живущихъ видовъ, но стоитъ ко всѣмъ имъ въ отношеніи дѣйствительнаго предка или родоначальника.

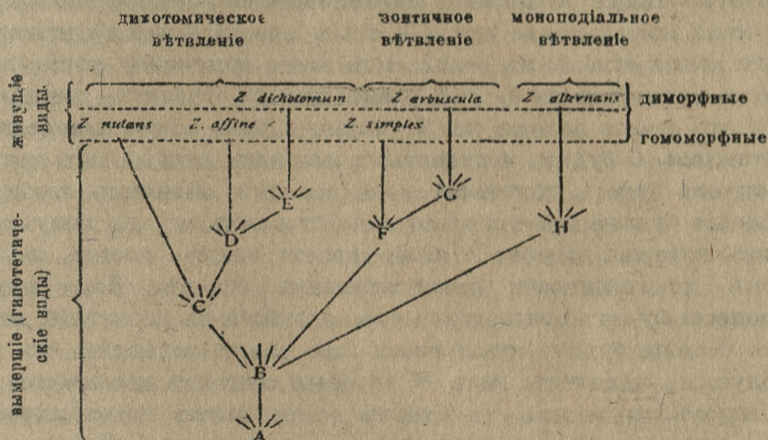


Рис. 29.

Схема, показывающая происхождение видовъ *Zootherium* путемъ развитія.

Пояснимъ это относительно *Zootherium*. Фактически мы совсѣмъ не знаемъ исторіи этого рода, но мы гораздо легче поймемъ, что разумѣютъ подъ развитіемъ видовъ, если составимъ такую гипотезу.

Предположимъ, что въ очень отдаленный геологическій періодъ существовалъ похожій на сувойку организмъ, который мы обозначимъ буквой А, и который имѣлъ общія свойства отдѣльнаго, сидячаго на стебелькѣ зооида *Zootherium*; предположимъ дальше, что изъ многочисленныхъ потомковъ этой формы, которые обозначены линіями, отходящими отъ А, были нѣкоторые, у которыхъ обѣ происшедшія путемъ дѣленія особи оставались на стебелькѣ, вмѣсто того, чтобы одной изъ нихъ



отрываться и плавать свободно, какъ у *Vorticella*. Чѣмъ это было вызвано, мы касаться не будемъ, но въ результатъ должна была получиться простая колонія, состоящая изъ двухъ сидящихъ на концѣ одного нераздѣльнаго стволика зооидовъ. Назовемъ эту форму *B*.

Представимъ себѣ теперь, что у нѣкоторыхъ потомковъ *B* (которые также обозначены расходящимися линиями) плоскость дѣленія пошла далѣе внизъ и стала простирается до дистальнаго конца ствола; въ результатъ этого получается форма изъ двухъ сидящихъ на одномъ раздвоенномъ стволикѣ зооидовъ (*C*); эта форма похожа на *Z. nutans*. Если этотъ процессъ у потомковъ *C* будетъ повторяться, причемъ каждый изъ двухъ зооидовъ будетъ дѣлиться снова на двѣ сидящихъ особи, и дѣленію будетъ простирается и на стволикѣ, то мы получимъ видъ, который подобенъ *Z. affine*, посели четыре зооида на одномъ дихотомически развѣтвленномъ стволѣ. Если этотъ процессъ будетъ повторяться изъ поколѣнія въ поколѣніе, такъ что колонія будетъ становиться все многочисленнѣе, то мы получимъ, наконецъ, видъ *E*, который состоитъ изъ множества зооидовъ, сидящихъ на одномъ многократнѣ дихотомически развѣтвленномъ стволѣ и потому напоминаетъ *Z. dichotomum*.

Предположимъ далѣе, что у нѣкоторыхъ потомковъ нашей гипотетической формы *B* происходило повторное дѣленіе, которое не простиралось на стволѣ; отсюда произошла новая форма *F*, состоящая изъ многихъ зооидовъ, сидящихъ кучкой на концѣ нераздѣльнаго ствола, на подобіе *Z. simplex*. Отсюда могла произойти болѣе сложная зонтичная форма (*G*), подобная *Z. arbuscula*, а съ другой стороны, изъ формы *B* путемъ измѣненія способа развѣтвленія могла развиваться монокодальная форма (*H*).

Наконецъ, предположимъ, что въ то время, какъ нѣкоторые потомки формъ *C*, *D* и *F* развивались въ болѣе сложные виды, другіе сравнительно съ меньшими измѣненіями продолжали существовать до нашихъ дней и образовали нынѣ живущіе виды *Z. nutans*, *affine* и *simplex*, и что у выжившихъ представителей формъ *E*, *G* и *H* произошла дифференцировка отдельныхъ зооидовъ, которая привела къ развитію диморфныхъ видовъ *Z. dichotomum*, *arbuscula* и *alternans*.



Итакъ, по этой гипотезѣ сравнительное сходство и несходство видовъ *Zoothamnium* объясняется тѣмъ, что они съ большимъ или меньшимъ измѣненіемъ или расхожденіемъ и р. д. и а. к. о. в. развились изъ основной формы *A*. И такимъ образомъ мы получимъ расположение или классификацію въ формъ родословнаго дерева; по нашей гипотезѣ это будетъ вполне естественная классификація, такъ какъ она точно показываетъ родство отдѣльныхъ видовъ между собой и съ основною формою. Такимъ образомъ по теоріи развитія естественная классификація какой-нибудь данной группы родственныхъ организмовъ представляетъ ихъ генеалогическое дерево или, какъ обыкновенно говорятъ, ихъ филогенію.

Не дужко забывать, что формы *A, B, C, D, E, F, G* и *H* суть чисто гипотетическія; мы предположили ихъ существованіе, чтобы только иллюстрировать теорію происхожденія видовъ на конкретномъ примѣрѣ. Единственный путь, какимъ можно навѣрное получить абсолютно естественную классификацію видовъ *Zoothamnium*, былъ бы найти экземпляры изъ отдаленнаго періода когда этотъ родъ появился впервые; а объ этомъ не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ маленькіе, нѣжные организмы, подобные этимъ, не имѣютъ шансовъ сохраниться въ ископаемомъ состояніи.

Ясно, что теорія развитія имѣетъ то преимущество передъ теоріей творенія, что она даетъ разумное объясненіе нѣкоторыхъ фактовъ. Прежде всего различныя степени сходства и несходства видовъ объясняются тѣмъ, что они отвѣтвились одинъ отъ другого въ различные періоды; такъ, напр., большее сходство строенія между *Z. affine* и *Z. dichotomum*, чѣмъ между каждымъ изъ нихъ и какимъ-нибудь другимъ видомъ объясняется тѣмъ, что эти два вида имѣютъ общаго родоначальника въ *D*, тогда какъ для того, чтобы соединить каждый изъ нихъ напр. съ *Z. arbuscula*, мы должны идти назадъ до *B*. Далѣе, тотъ фактъ, что всѣ виды, какъ бы сложны они ни были во взросломъ состояніи, начинаютъ жизнь въ видѣ простыхъ зоонидовъ, которые путемъ повторнаго дѣленія и развѣтвленія постепенно достигаютъ болѣе сложнаго взрослаго состоянія, — основывается на томъ, что каждый организмъ въ теченіе своей индивидуальной жизни повторяетъ цѣлый рядъ измѣненій.



черезъ которыхъ прошли его предки въ теченіе вѣковъ. Другими словами, онтогенія или развитіе особи, есть въ главныхъ чертахъ повтореніе филогеніи или развитіе племени.

Въ заключеніе этой лекціи мы должны коснуться еще одного предмета. Ясно, что развитіе одного вида изъ другого предполагаетъ существованіе варьаций у основной формы. Дѣйствительно, такія индивидуальныя варьаціи встрѣчаются повсюду; повседневное наблюденіе показываетъ, что нѣтъ двухъ листьевъ, двухъ ракушекъ, двухъ людей вполнѣ одинаковыхъ между собою, и въ нашемъ родѣ *Zoothamnium* число зооидовъ, ихъ специальное расположеніе, подробности ихъ развѣтвленія и т. п. измѣнчивы. Это можно выразить, сказавши, что наследственность, въ силу которой потомки стремятся въ существенныхъ чертахъ походить на родителей, видоизмѣняется измѣнчивостью, въ силу которой потомки стремятся въ подробностяхъ отличаться отъ родителей. Если индивидуальная варьація почему-либо сдѣлается постоянной, то образуется то, что называютъ разновидностью вида, и по теоріи происхожденія видовъ путемъ эволюціи, такая разновидность въ теченіе времени можетъ сдѣлаться новымъ видомъ. Такимъ образомъ разновидность есть находящійся въ развитіи видъ, а видъ (сравнительно) постоянная разновидность.

Здѣсь не мѣсто подробно обсуждать причины измѣнчивости, а также тѣ причины, которыя заставляютъ разновидность подниматься до степени вида; оба вопроса настолько сложны, что требуютъ подробнаго разсмотрѣнія, и краткій очеркъ можетъ только ввести въ заблужденіе <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Въ видѣ подготовки для изученія сочиненія Дарвина „Происхожденіе видовъ“ мы можемъ рекомендовать читателямъ книгу проф. К. Тимирязева „Ч. Дарвинъ и его ученіе“ или книгу Романеса „Теорія Дарвина“.



#### ЛЕКЦІЯ XIV.

### Фораминиферы, Радиоларіи и Діатомей.

Значительная внѣшняя сложность формы тѣла парамеція, сувойки и другихъ организмовъ, разсмотрѣнныхъ въ послѣднихъ лекціяхъ, объясняется присутствіемъ кутикулы и тончайшихъ скелетныхъ волоконецъ, которыя придаютъ одноклѣточному организму опредѣленный внѣшній видъ и въ то же время благодаря своей растяжимости допускаютъ сократимость. Теперь мы разсмотримъ рядъ одноклѣточныхъ организмовъ, у которыхъ скелетъ, по большей части пропитанный неорганическими солями, выступаетъ особенно ясно въ видѣ раковины или болѣе или менѣе связанныхъ между собою игловокъ.

Названіе „Фораминиферы“ принадлежитъ обширной группѣ организмовъ, которые очень обыкновенны въ морѣ, и изъ которыхъ одни живутъ на поверхности, другіе на различной глубинѣ. Ихъ величина колеблется отъ песчинки до серебряннаго рубля. Они состоятъ изъ различной формы протоплазматической массы, содержащей ядра и продолжающейся во множество псевдоподій, которыя очень длинны и часто соединяются другъ съ другомъ, образуя сѣть (рис. 30). Клѣточное тѣло этихъ организмовъ очень просто и можетъ быть сравнено съ многоядерной амёбой, выпускающей тонкія, лучистыя псевдоподіи.

Но что придаетъ фораминиферамъ особый характеръ, такъ это то, что вокругъ протоплазмы образуется клѣточная стѣнка, иногда перепончатая, но обыкновенно пропитанная углекислымъ



кальциемъ и образующая такимъ путемъ раковину. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ, напр., у рода *Rotalia* (рис. 30), раковина пронизана множествомъ мелкихъ отверстій, черезъ которыя проходятъ псевдоподіи, въ другихъ случаяхъ она имѣетъ

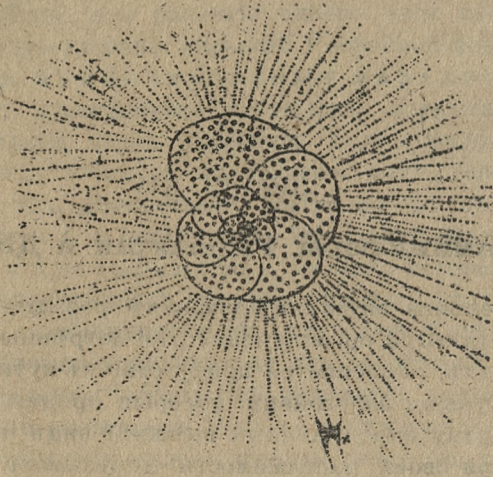


Рис. 30.

Живая фораминифера (*Rotalia*), показываетъ тонкія лучистыя псевдоподіи, проходящія черезъ отверстія въ раковинѣ, при чѣмъ нѣсколько псевдоподій соединяются вмѣстѣ.

одно большое отверстіе (рис. 31), черезъ которое выходитъ протоплазма, посылающая псевдоподіи и иногда обволакивающая всю наружную поверхность раковины. Такимъ образомъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ раковина представляетъ клеточную стѣнку съ однимъ или нѣсколькими отверстіями, въ другихъ она дѣлается до нѣкоторой степени внутреннимъ образованіемъ, будучи покрыта снаружи и наполнена внутри протоплазмой.

Способъ роста фораминиферъ опредѣляется ихъ твердой и нерастяжимой клеточной стѣнкой, которая, разъ образовавшись, не можетъ болѣе расширяться. Въ молодомъ состояніи онѣ состоятъ изъ простой протоплазматической массы, покрытой бо-



лѣе или менѣе шаровидной раковиной по крайней мѣрѣ съ однимъ отверстіемъ. Но въ большинствѣ случаевъ клѣточное тѣло по мѣрѣ дальнѣйшаго роста выходитъ наружу черезъ отверстіе раковины, сначала въ видѣ голой протоплазматической массы, которая впрочемъ скоро получаетъ покрывку, причемъ на ея поверхности выдѣляется второй отдѣлъ или вторая камера раковины. Последняя состоитъ теперь изъ двухъ камеръ, сообщающихся другъ съ другомъ при помощи небольшого отверстія, и одна изъ нихъ — послѣдняя по времени образованія — открывается наружу. Этотъ процессъ можетъ повторяться дальше, причемъ слѣдующія другъ за другомъ камеры остаются въ соединеніи между собой при помощи небольшихъ отверстій, посредствомъ которыхъ поддерживается взаимная связь протоплазмы, а послѣдняя камера имѣетъ конечное отверстіе, посредствомъ котораго протоплазма сообщается съ внѣшнимъ міромъ.

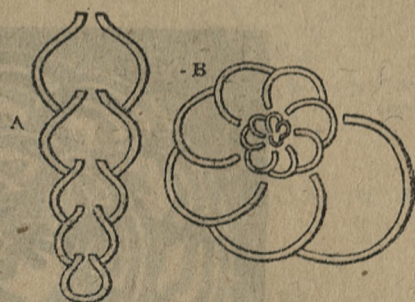


Рис. 31.

А. Схема фораминиферы, камеры которой расположены по прямой линіи; самая маленькая, прежде всѣхъ образовавшаяся камера находится внизу, послѣдняя, самая большая изверху, и сообщается съ внѣшнимъ міромъ.

В. Схема фораминиферы, камеры которой нарастаютъ спирально; самая старая и маленькая камера лежитъ въ центрѣ, самая новая и большая открывается наружу (по Карпентеру).

Новыя камеры могутъ присоединяться или по прямой линіи (рис. 31, А), или по кривой, или сплюснутой спиралью (рис. 31, В), или на подобіе камеръ раковины Nautilus, или болѣе или менѣе неправильно. Такимъ путемъ образуются весьма разнообразныя и красивыя раковины, которыя напоминаютъ раковины моллюсковъ и иногда достигаютъ очень сложнаго строенія (рис. 32).

Размноженіе корнепожекъ происходитъ исключительно путемъ спорообразованія; наблюдаются двоякаго рода споры: сѣжугатами и амёбообразныя. Амёбообразныя споры непосредствен-



но превращаются во взрослую форму и одѣваются раковиной, а жгутиковые предварительно конъюгируютъ.

Радиоларіи образуютъ другую группу морскихъ животныхъ, многочисленные представители которыхъ, подобно фораминиферамъ, принадлежатъ къ числу самыхъ красивыхъ микроскопическихъ объектовъ. Онѣ также состоятъ изъ массы



Рис. 32.

Разрѣзъ одной изъ наиболее сложныхъ фораминиферъ (*Alveolina*); показываетъ множество содержащихъ протоплазму камеръ (темныхъ), отдѣленныхъ другъ отъ друга перегородками раковины (бѣлыя). Увелич. въ 60 разъ (по Карпентеру).

протоплазмы, дающей множество тонкихъ псевдоподій, которыя обыкновенно имѣютъ радіальное направленіе и часто соединяются, образуя сѣти (рис. 33). Въ центрѣ протоплазматическаго тѣла находится одно или нѣсколько ядеръ (*ни*) необыкновенной величины и сложнаго строенія.

Внутри протоплазмы, окружающей ядро, находится перепончатая раковина, называемая центральной капсулой (*сент. сарг.*); она пронизана порами, черезъ которыя заключенная внутри протоплазма (*int. сарс. рг.*) находится въ сообщеніи съ окружающей капсулу протоплазмой (*ext. сарс. рг.*). Но кромѣ этой простой перепончатой раковины нѣрѣдко развивается, особенно въ наружномъ слое протоплазмы, обра-



зованный въ большинствѣ случаевъ изъ чистаго кремнезема скелеть, часто чрезвычайно красивый и сложный. Превосходная форма изображена на рис. 34; она состоитъ изъ трехъ пробур-  
ранныхъ концентрическихъ сферъ, соединенныхъ другъ съ другомъ радіальными ши-  
нами. Матерьяль, изъ ко-  
торого состоитъ этотъ ске-  
леть, похожъ на самое про-  
зрачное стекло.

Читателю слѣдовало бы просмотрѣть препара-  
ты кремневыхъ скелетовъ  
этихъ организмовъ, а так-  
же рассмотреть таблицы  
въ специальномъ сочиненіи  
Геккеля о радіоляріяхъ  
— тогда онъ будетъ пора-  
женъ сложностью и раз-  
нообразіемъ, которыхъ до-  
стигаютъ скелеты этихъ  
организмовъ, которые са-  
ми немного сложнее амёбы.

Прежде чѣмъ оставить радіолярій, мы должны коснуться  
еще одного очень интереснаго предмета, который находится въ  
связи съ физиологіей этой группы. Въ наружномъ слое ихъ  
протоплазмы находится обыкновенно маленькія, круглыя тѣл-  
ца желтаго цвѣта, извѣстныя подъ названіемъ „желтыхъ клѣ-  
токъ“ (рис. 33, *Z*). Каждое такое тѣльце состоитъ изъ прото-  
плазмы, окруженной целлюлёзной клѣточной стѣнкой и окра-  
шенной хлорофилломъ въ соединеніи съ желтымъ красящимъ  
веществомъ подобнаго же характера, такъ называемымъ діа-  
томиномъ.

Долго эти тѣла оставались совершенной загадкой для би-  
ологовъ, но теперь доказано, что это — самостоятельные орга-  
низмы—*Zooxanthella nutricula*, которые напоминаютъ  
покоющуюся форму хламидомонады.

Такимъ образомъ обыкновенная радіолярія, какъ напр. *Li-  
thothircus*, состоитъ изъ двухъ совершенно различныхъ вещей.

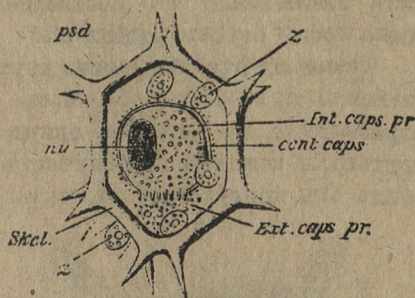


Рис. 33.

*Lithothircus annularis*, одна изъ ра-  
діолярій. Показываетъ центральную капсулу  
(*cent. caps.*), и лежащую снаружи и внутри  
ея протоплазму (*int. caps. pr.*; *ext. caps.  
pr.*); ядро (*nu*), псевдоподіи (*psd*), кремнез-  
емный скелеть (*skcl*) и клѣтки *Zooxanthella*  
(*Z*) (по Бюкли).



нѣтъ *Lithocircus* въ тѣсномъ смыслѣ слова + большое число со-  
единенныхъ съ нимъ *Zooxanthellae*. Оба организма размножа-  
ются совершенно независимо другъ отъ друга; на самомъ дѣлѣ  
есть наблюденія, что *Zooxanthellae* размножаются дѣленіемъ  
даже послѣ смерти радіолярій.

Такая совмѣстная жизнь двухъ организмовъ извѣстна подъ  
именемъ симбіоза. Симбіозъ существенно отличается отъ  
паразитизма, въ которомъ одинъ организмъ питается насчетъ  
другого, и хозяинъ не получаетъ никакой выгоды, но одинъ  
вредъ отъ присутствія паразита. Въ симбіозѣ, напротивъ, оба

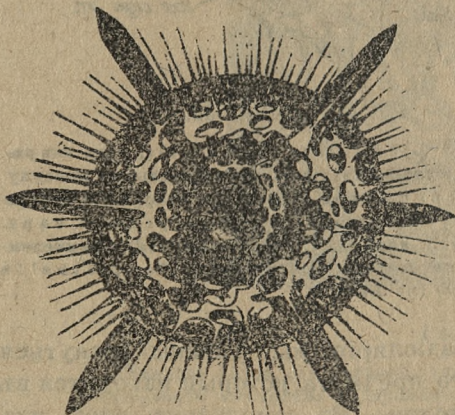


Рис. 34.

Скелетъ радіолярій (*Astellomma*), со-  
стоящій изъ трехъ, пробуравленныхъ конко-  
трическихъ сферъ, которыя соединены между  
собой радіальными линиями. Обѣ наружныя  
равелины взаимныя, чтобы показывать внутрен-  
нюю (по Геккелю).

организма находятся въ  
состояніи взаимно выгод-  
наго товарищества. Угле-  
кислота и азотистые про-  
дукты распада, выдѣ-  
ляемые радіоляріями, слу-  
жаютъ для *Zooxanthellae*  
постояннымъ источникомъ  
пищи; съ другой стороны  
*Zooxanthellae*, разлагая  
углекислоту, обезпечива-  
ютъ радіоляріямъ посто-  
янный притокъ кислорода,  
а вмѣстѣ съ тѣмъ снаб-  
жаютъ ихъ двумя важны-  
ми питательными веще-  
ствами — крахмаломъ и  
бѣлковыми веществами,  
которыя, будучи раство-  
рены, диффундируютъ изъ

протоплазмы *Zooxanthellae* въ протоплазму радіолярій. Поэтому  
можно сказать, что *Zooxanthellae* постоянно удобряются радіо-  
ляріями и въ свою очередь обильно снабжаютъ радіолярій ки-  
слородомъ и уже переваренной пищей. Представимъ себѣ, что  
хламидомонада, поглощенная амѣбой, вмѣсто того чтобы быть  
переваренной, сохраняетъ свою жизнеспособность; при  
такихъ обстоятельствахъ она стала бы утилизировать углеки-  
слоту и азотистыя вещества, образованныя амѣбой, и въ то же



время выделяла бы кислородъ и образовала бы крахмаль и бѣлковыя вещества. Образующійся кислородъ доставлялъ бы: добавочный притокъ этого необходимаго для амѣбы газа; крахмаль послѣ превращенія въ сахаръ, а бѣлковыя вещества послѣ растворенія стали бы отчасти диффундировать черезъ клѣточную стѣнку хламидомонады въ окружающую протоплазму амѣбы, для которой они представляли бы весьма цѣнную пищу.

Такимъ образомъ отношенія между радиоларіей и живущими совместно съ ней желтыми клѣтками точно такія же, какъ между животнымъ и растительнымъ царствомъ вообще.

Діатомеи представляютъ группу мелкихъ организмовъ, заключающую большое количество родовъ и видовъ, и такъ обыкновенны, что едва ли найдется прудъ или рѣка, гдѣ бы онѣ не встрѣчались цѣлыми миллионами.

Діатомеи неопредѣленно варьируютъ въ своей формѣ: онѣ могутъ быть налочковидными, треугольными, круглыми и т. д. Въ сущности строеніе ихъ очень однообразно: клѣточное тѣло (рис. 35) содержитъ ядро (*nu*), двѣ вакуоли (*vac*) и два большихъ хроматофора (*chr*) бурого или желтаго цвѣта; найдено, что онѣ содержатъ хлорофиллъ, харак-

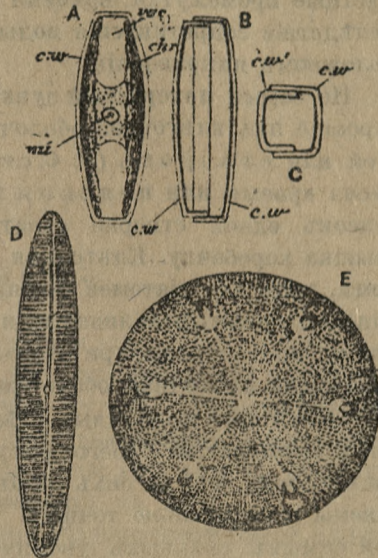


Рис. 35.

A Полусхематический видъ діатомеи съ плоской стороны; *c. w.* клѣточная оболочка; *nu* ядро; *vac* вакуоли; *chr* хроматофоры.

B Схема раковины діатомеи сбоку, т. е. относительно рис. A повернута вокругъ своей оси на прямой уголъ. Видны оба створка (*c. w.*, *c. w.*) съ ихъ схватывающими другъ друга поперечными.

C То же самое въ поперечномъ разрѣзѣ.

D Поверхностный видъ кремневаго панциря *Navicula truncata*.

E Поверхностный видъ кремневаго панциря *Alia codiscus solitarius*.



терный зеленый цвѣтъ котораго скрытъ, также какъ у *Zooxanthella*, діатоминѣ. Клѣтка подвижна, и совершаетъ своеобразныя, то медленныя и скользящія, то порывистыя движенія, происходящія вслѣдствіе выталкиванія тонкихъ нитей изъ-за створокъ клѣточной стѣнки: нити выскакиваютъ черезъ извѣстные промежутки времени въ извѣстномъ направленіи, и вслѣдствіе сопротивленія воды діатомей толкается въ противоположномъ направленіи.

Но самый интересный пунктъ въ организаціи діатомей есть строеніе ихъ клѣточной оболочки; она состоитъ изъ двухъ частей или створокъ (*B, C, s.w, s.w<sup>1</sup>*), изъ которыхъ каждая снабжена краемъ или пояскомъ, и онѣ расположены такъ, что поясокъ одной створки охватываетъ поясокъ другой, какъ крышка коробочку. Клѣточная оболочка пропитана кремнеземомъ, такъ что діатомей можно кипятить въ крѣпкой кислотѣ или подвергать накаливанію, и онѣ при этомъ не теряютъ свою форму; протоплазма при этомъ конечно разрушается но кремнеземная клѣточная оболочка остается безъ измѣненія.

Кромѣ того клѣточные стѣнки діатомей отличаются красотой и сложностью своего рисунка, который иногда бываетъ такъ тонокъ, что до сихъ поръ микроскописты не вполне согласны относительно точнаго толкованія картинъ, видимыхъ при самыхъ сильныхъ увеличеніяхъ микроскопа. На рис. 35, *D* и *E* изображены два вида; но чтобы имѣть нѣкоторое понятіе о необыкновенномъ разнообразіи формы и узора, нужно изслѣдовать отпрепарированныя клѣточные оболочки или разсмотрѣть рисунки специальныхъ сочиненій.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что, хотя діатомей въ сущности по своему строенію такъ просты, какъ хламидомонады, онѣ обладаютъ способностью извлекать изъ окружающей воды кремнеземъ и дѣлать изъ него такія образованія, которыя по красотѣ формы и тонкости рисунка могутъ соперничать съ лучшими образцами работъ изъ металла и слоновой кости.



## ЛЕКЦІЯ XV.

### Плѣсень.

Предыдущія пять лекцій показали намъ, какого сложнаго строенія можетъ достигнуть клетка или въслѣдствіе дифференцировки своей протоплазмы, или путемъ дифференцировки клеточной оболочки. Въ этой и слѣдующей лекціи мы увидимъ, какая значительная степень спеціализаціи можетъ быть достигнута тѣмъ, что клетки удлинняются въ нити.

Мусоръ есть научное названіе обыкновенной бѣлой или сѣрой плѣсени, которая каждому извѣстна въ видѣ пушистаго налета на сырыхъ органическихъ веществахъ, какъ напр. на кожѣ, фруктахъ, хлѣбѣ, на озѣ и пр. Для изслѣдованія легко достать ее, если кусокъ сырого хлѣба или свѣжаго конскаго навоза помѣстить подъ стаканъ, такъ чтобы избѣжать испаренія и связаннаго съ нимъ высыханія. По прошествіи двухъ или трехъ дней изъ хлѣба или навоза вырастаетъ во всѣ стороны большое количество тонкихъ бѣлыхъ нитей. Это — нити плѣсени. Видъ, растущій на хлѣбѣ, носить названіе *Mucor stolonifer*; видъ, растущій на навозѣ, — *M. mucedo*.

Общее строеніе и способъ роста плѣсени легко можно видѣть невооруженнымъ глазомъ. Она является прежде всего, какъ уже было сказано, въ видѣ очень тонкихъ бѣлыхъ нитей, которыя отходятъ съ поверхности вещества; эти тонкія нити (рис. 36, А, а. *hy*), какъ легко можно убѣдиться, стоятъ въ связи съ другими нитями (*my*), образующими сѣть въ веще-



ствѣ хлѣба или конскаго навоза. Эта сѣть называется мицеліемъ; нити изъ которыхъ состоитъ она, называются гифами мицелія, а тѣ нити, которыя поднимаются вверхъ, на воздухъ, и придаютъ растенію характерный пушистый видъ, — воздушными гифами.

Воздушныя гифы нѣсколько толще, чѣмъ образующія мицелій, и имѣютъ вездѣ одинаковый діаметръ; онѣ продолжаютъ расти, пока (у *M. musceto*) достигаютъ длины въ 6 — 8 см. Во время роста ихъ концы расширяются, такъ что каждый оканчивается маленькимъ шарикомъ (*A, spg*); послѣдній увеличивается, получаетъ темную окраску и наконецъ становится совершенно чернымъ. На первыхъ порахъ можно осторожно дотронуться до шарика, не вредя ему, но когда онъ достигъ своей полной величины, то отъ малѣйшаго прикосновенія онъ лопается и, повидимому, исчезаетъ—его дѣйствительная судьба не замѣтна для невооруженнаго глаза. Какъ мы увидимъ, черныя шарики содержатъ споры и потому называются спорангіями.

Подъ микроскопомъ гифа является въ видѣ тонкой, болѣе или менѣе развѣтвленной трубочки съ свѣтлой, прозрачной оболочкой (*B*), и слегка зернистымъ содержимымъ; ея свободный конецъ постепенно суживается (*H*), и оболочка на концѣ нѣсколько тоньше, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ. Если бы можно было получить отдѣльную, цѣлую, неповрежденную гифу, то можно было бы видѣть, что противоположный конецъ имѣетъ такое же строеніе, и каждая вѣтвь ея оканчивается такимъ же образомъ. Такимъ образомъ плѣсень состоитъ изъ сплетенія развѣтвленныхъ цилиндрическихъ нитей, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ зернистаго вещества, одѣтаго тонкой прозрачной оболочкой.

Употребляя обыкновенныя реактивы, можно убѣдиться въ томъ, что зернистое вещество есть протоплазма, а окружающая оболочка состоитъ изъ целлюлозы. Протоплазма содержитъ кромѣ того вакуоли на неправильныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, а также множество маленькихъ ядеръ.

Итакъ, гифа плѣсени состоитъ изъ такихъ же точно составныхъ частей, какъ дрожжевая клѣтка — изъ содержащей ядра и вакуоли протоплазмы, окруженной целлюлозною оболоч-



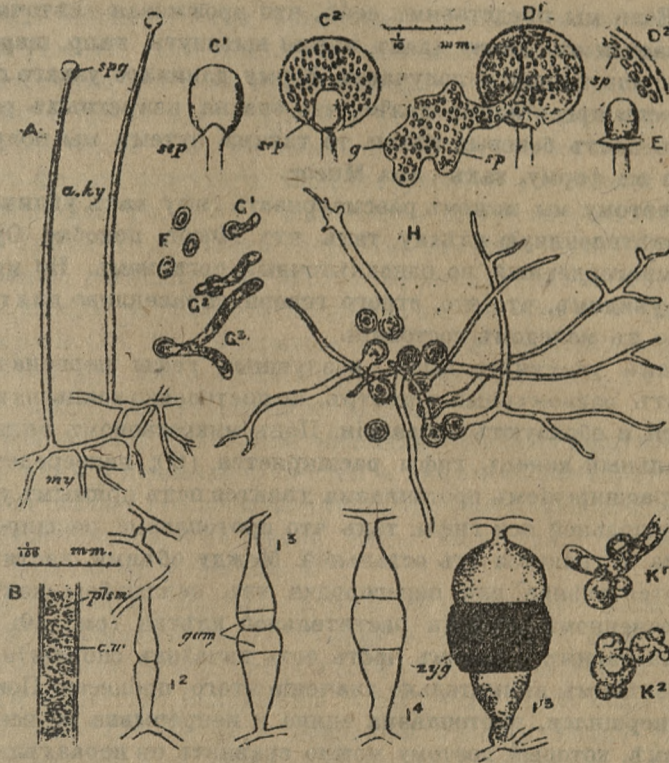


Рис. 36.

A Часть мицелия *M. muscicola* (*my*) с двумя воздушными гифами, (*a. hy*), из которых каждая оканчивается спорангием (*spg*).

B Небольшая часть воздушной гифы, при сильном увеличении; видна протоплазма (*plsm*) и клеточная оболочка (*c. w.*).

C<sup>1</sup> Незрелый спорангий, *sep* перегородка, C<sup>2</sup> зрелый спорангий, в котором протоплазма разделилась на споры.

D<sup>1</sup> Зрелый спорангий в момент разрыва оболочки, видны окруженные слизью (*g*) споры (*sp*), D<sup>2</sup> небольшая часть его при более сильном увеличении.

E Колонка, после разрыва спорангия.

Масштаб над C. относится к C<sup>1</sup>, C<sup>2</sup>, D<sup>1</sup> и E.

F Споры.

G<sup>1</sup>, G<sup>2</sup>, G<sup>3</sup> Три стадия проростания споры.

H Группа прорастающих спор, образующих небольшой мицелий.

I<sup>1</sup>—I<sup>5</sup> Пять стадий конъюгации. Две гаметы (*gam*), которые соединяются для образования зиготы (*zyg*).

K<sup>1</sup>—K<sup>2</sup> Развитие ферментных клеток из погруженных в жидкость гиф.



кой. Если мы представимъ себѣ, что дрожжевая клѣточка вытягивается въ длину (какъ можно вытянуть напр. шаръ изъ глины или гипса) и получаетъ форму длиннаго, узкаго цилиндра, если представимъ далѣе, что она на извѣстныхъ разстояніяхъ даетъ боковыя вѣтви, то такимъ путемъ мы получимъ такую же форму, какъ гифа Мисог.

Поэтому мы можемъ разсматривать гифу, какъ удлинѣнную и развѣтвленную клѣтку, такъ что Мисог, подобно *Opalina*, есть многоядерный, но одноклѣточный организмъ. Но мы сейчасъ увидимъ, что это, строго говоря, справедливо для грибка только въ молодомъ состояніи.

Какъ упомянуто выше, воздушныя гифы первоначально имѣютъ равномерный діаметръ, но постепенно концы ихъ вдуваются и образуютъ спорангіи. Подъ микроскопомъ видно, что дистальный конецъ гифы расширяется (*C'*); непосредственно подъ расширеніемъ протоплазма дѣлится подъ прямымъ угломъ къ продольной оси гифы, такъ что протоплазма расширеннаго отѣла отдѣляется отъ остальной. Между обѣими частями образуется стѣнка или перегородка изъ целлюлёзы, какъ при обыкновенномъ дѣленіи растительной клѣтки (рис. 10). Отдѣленная такимъ образомъ часть есть зачатокъ спорангія.

Взвѣсимъ внимательнѣе значеніе этого процесса. Пока онъ не совершился, протоплазма едина и непрерывна во всемъ организмѣ, который поэтому можно сравнить съ нераздѣлившейся растительной клѣткой, изображенной на рис. 9, *B*. Какъ и здѣсь, протоплазма дѣлится на двѣ части, и между дочерними клѣтками образуется новая целлюлёзная стѣнка. Только у обыкновенной растительной клѣтки продукты дѣленія одинаковой величины (рис. 10), у Мисог же они весьма не одинаковы: одинъ изъ нихъ — сравнительно маленькій спорангій, другой — вся остальная гифа.

Такимъ образомъ растеніе Мисог съ одной воздушной гифой вслѣдствіе образованія спорангія становится двуклѣточнымъ; если же оно, какъ обыкновенно бываетъ, несетъ множество воздушныхъ гифъ, каждую съ своимъ спорангіемъ, то оно будетъ многоклѣточнымъ.

При неблагоприятныхъ условіяхъ питанія перегородки часто являются на болѣе или менѣе неправильныхъ разстояніяхъ



и въ гифахъ мицелія; тогда организмъ становится явственно многоклеточнымъ, такъ какъ онъ образованъ изъ множества цилиндрическихъ клетокъ, примыкающихъ другъ къ другу.

Спорангій продолжаетъ расти, и въ это время перегородка дѣлается все болѣе и болѣе выпуклой. Вверхъ, пока наконецъ получаетъ форму короткаго, палицеобразнаго удлиненія; это такъ называемая колонка, вдающаяся внутрь спорангія ( $O^2$ ). Въ то же время протоплазма спорангія подлежитъ многократному дѣленію, распадаясь на множество овальныхъ тѣлецъ, изъ которыхъ каждое окружается целлюлѣзной оболочкой и дѣлается спорой ( $D^1$ ,  $D^2$ ). Небольшое количество протоплазмы не потребляется при образованіи споръ и превращается въ студенистую массу, разбухающую въ водѣ.

Первоначальная клеточная оболочка спорангія окружаетъ споры въ видѣ чрезвычайно тонкой и ломкой оболочки; въ ней отлагаются мелкіе, игольчатые кристаллы щавелекислаго кальция, которые придаютъ ей такой видъ, какъ будто она была покрыта короткими рѣсничками.

Когда спорангій созрѣлъ, достаточно малѣйшаго прикосновенія, чтобы прорвать слабую стѣнку и освободить споры, которыя разсѣваются вслѣдствіе разбуханія прозрачнаго промежуточнаго вещества. Воздушныя гифы послѣ этого оканчиваются колонкой ( $E$ ), вокругъ основанія которой видно узкое кольцо, показывающее мѣсто прикрѣпленія спорангія.

Споры суть свѣтлыя, блестящія, овальныя тѣла ( $F$ ). Онѣ состоятъ изъ протоплазмы, содержащей ядро и окруженной толстой клеточной оболочкой. Поэтому спора есть обыкновенная клетка, которую вполне можно сравнить съ дрожжевой клеткой.

Развитіе споръ очень поучительный процессъ, который легко можно изучить слѣд. образомъ. Къ обыкновенному предметному стеклу приклеиваютъ стеклянное или металлическое кольцо (рис. 37), такъ что образуется мелкая цилиндрическая камера. Верхній край кольца смазываютъ масломъ и накладываютъ на него покровное стекло съ каплей Пастёровскаго раствора на нижней поверхности. Прежде чѣмъ помѣщать на мѣсто покровное стекло, зрѣлый спорангій *Mucor* трогаютъ кончикомъ иглы, который затѣмъ вводятъ въ каплю Пастёровскаго



раствора, чтобы посвятить въ ней споры. Такимъ образомъ каплю питательнаго раствора предохраняють отъ испаренія, и можно слѣдить за намѣненіями, которые испытываютъ споры, наблюдая ихъ отъ времени до времени подъ микроскопомъ съ сильными увеличеніями.

При такихъ условіяхъ спора, пропитываясь жидкостью, растётъ, изъ прозрачной и блестящей становится зернистой и образуетъ одну или нѣсколько вакуолей. Теперь ея сходство съ дрожжевой клѣткой паразитическаго, чѣмъ когда-либо. Затѣмъ

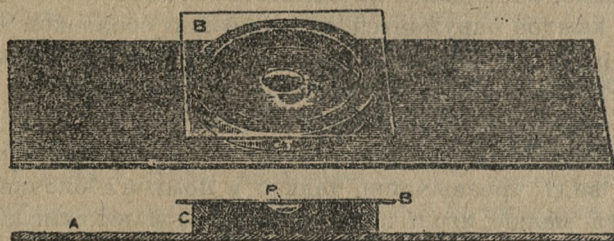


Рис. 37.

Илажня камера. Къ предметному стеклу (А) прилежено стеклянное кольцо (С), послѣднее покрыто покровнымъ стекломъ (В), на нижней поверхности котораго находится вислая капля питательнаго раствора (Р). Верхній рисунокъ изображаетъ аппаратъ въ перспективѣ, нижній въ вертикальномъ разрѣзѣ.

спора на одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ образуетъ выпуклости, такъ что становится похожа на образующій почки *Saccharomycetes* ( $G^1$ ). Но почки здѣсь не отрываются, а растутъ въ длину и становятся нитями, діаметръ которыхъ нѣсколько меньше, чѣмъ діаметръ споръ, и которыя оканчиваются закругленіемъ ( $G^2$ ). Эти нити продолжаютъ расти, давая боковыя вѣтви ( $G^3$ ), которыя переплетаются съ такими же нитями отъ сосѣднихъ споръ (Н). Очевидно, эти нити суть гифы, а ихъ сплетеніе — мицелій.

Такимъ образомъ высказанное раньше положеніе, что растеніе *Мисог* можно сравнить съ вытянувшейся въ нить дрожжевой клѣткой, вполне оправдывается развитіемъ, которое показываетъ, что развѣтвленные гифы, образующія растеніе *Ми-*



сег, вырастают изъ споръ, изъ которыхъ каждую можно сравнить съ отдельнымъ *Saccharomycet*.

Слѣдуетъ замѣтить, что ростъ мицелія центробѣжный, т.-е. каждая спора или группа споръ служитъ центромъ, отъ котораго во всѣ стороны расходятся гифы ( $H$ ), продолжающія расти отъ центра къ периферіи, пока вмѣсто одной или нѣсколькихъ невидимыхъ для невооруженнаго глаза споръ, появляется бѣлое, кругловатое пятно, заключающее въ центрѣ споры, отъ которыхъ и исходить ростъ. Вслѣдствіе этого центробѣжнаго роста мицелій въ центрѣ всегда толще, чѣмъ на периферіи, такъ какъ болѣе старыя и болѣе центральныя части гифъ имѣли больше времени развѣтвляться и переплетаться другъ съ другомъ.

При извѣстныхъ обстоятельствахъ у *Mucor* замѣчается своеобразный процессъ конъюгаціи. Двѣ сосѣднія гифы высыпаютъ короткія вѣтви, которыя своими нѣсколькими вадутыми концами приходятъ въ соприкосновеніе другъ съ другомъ ( $G^1$ ,  $G^2$ ). Въ каждой вѣтви является перегородка которая ограничиваетъ особую концевую клѣтку отъ остальной части гифы ( $G^3$ , *gam*). Обращенныя другъ къ другу стѣнки обѣихъ клѣтокъ всасываются ( $G^4$ ), ихъ содержимое смѣшивается, образуя общую протоплазматическую массу ( $G^5$ , *zyg*).

Клѣточная оболочка ея сильно утолщается и дѣлится на два слоя: внутренній, тонкій и прозрачный и наружный, темный и значительной толщины, часто снабженный шипами.

Очевидно, вадутыя концевыя клѣтки (*gam*) короткихъ боковыхъ гифъ суть гаметы, или конъюгаціонныя тѣла, а большее, похожее на спору, образование (*zyg*), происходящее изъ ихъ соединенія, есть зигота. Особенность этого процесса состоитъ въ томъ, что гаметы неподвижны, если не считать того, что ростъ ихъ навстрѣчу другъ другу есть своего рода движеніе. У *Heteromita* обѣ гаметы активны и своеобразно подвижны, у *Vorticella* одна изъ нихъ свободно плаваетъ, другая прикреплена, но еще способна къ активному движенію; здѣсь оба конъюгирующие тѣла совершаютъ лишь медленное движеніе въ одномъ направленіи, которое есть слѣдствіе роста.

Точно также важныя различія появляются въ результатъ этого процесса въ различныхъ случаяхъ. У *Heteromita* про-



топлазма зиготы почти непосредственно распадается на споры, у *Vorticella* зигота подвижна, и результат конъюгации есть только повышенная дѣятельность питанія и размноженія дѣленіемъ; у *Mucor* какъ у хламидомонады зигота остается болѣе или менѣе продолжительное время въ покоѣ и затѣмъ при благопріятныхъ условіяхъ прорастаетъ приблизительно такимъ же образомъ, какъ обыкновенная спора, образуя мицелій, изъ котораго происходятъ несущія спорангіи воздушныя гифы.

Замѣтимъ, что у *Mucor* появляется очень важная дифференцировка. Въ связи съ его сравнительно значительной величиной, функція размноженія совершается не всѣмъ организмомъ, какъ у изученныхъ до сихъ поръ формъ, но известная часть протоплазмы отдѣляется отъ остальной—въ видѣ споры или гаметы,—и на нее возлагается задача воспроизведенія цѣлаго организма. Такимъ образомъ мы впервые встрѣчаемъ органы размноженія, которые могутъ быть двоякаго рода: неполовые—спорангіи, и половые—гаметы.

При описаніи размноженія амѣбы было указано на то, что, такъ какъ весь организмъ дѣлится на двѣ дочернія клѣтки, изъ которыхъ каждая начинаетъ самостоятельную жизнь, то про амѣбу нельзя сказать, что она умираетъ естественной смертію. То же самое справедливо и относительно другихъ разсмотрѣнныхъ нами одноклѣточныхъ формъ, у большинства которыхъ весь организмъ производитъ путемъ простого дѣленія двѣ новыхъ особи <sup>1)</sup>. У *Mucor* дѣло обстоитъ иначе. Сравнительно небольшая часть организма отчленяется для воспроизведенія, и только образованная такимъ путемъ воспроизводительная клѣтка, — споры или зиготы — продолжаютъ жизнь вида; остальной организмъ умираетъ, истощивши наличный запасъ пищи и произведя возможно большее число

---

<sup>1)</sup> Исключеніе составляютъ колоніальныя формы, какъ, напр., *Zoothamnium*, у которыхъ только воспроизводительныя зоиды продолжаютъ жизнь отъ одного поколѣнія къ другому. По всей вѣроятности, спустя нѣкоторое время, сама колонія умираетъ, подобно одноклѣтнему растенію. Кромѣ того, какъ упомянуто выше, найдено, что рѣсничныя инфузоріи вырождаются и погибаютъ, послѣ того какъ онѣ въ продолженіе цѣлаго ряда поколѣній размножались дѣленіемъ.



продуктовъ размноженія, т.-е. всѣ жизненныя отправления, какъ, напр., питаніе, прекращаются, и начинается процессъ разложенія, причемъ протоплазма превращается въ постепенно все болѣе и болѣе простыя соединенія, и конечные продукты суть главнымъ образомъ углекислота, вода и амміакъ.

Мусог можетъ расти какъ въ Пастѣровскомъ растворѣ, такъ и въ какой-либо подобной питательной жидкости или на различныхъ органическихъ веществахъ, какъ напр., хлѣбъ, фруктовый сокъ, навозъ и пр. Въ послѣднихъ случаяхъ грибокъ повидимому проявляетъ ферментативное дѣйствіе, такъ какъ заплѣсневѣвшія питательныя вещества обнаруживаютъ нѣкоторое измѣненіе въ своемъ видѣ и запахѣ, причемъ настоящаго гніенія не замѣчается. Когда Мусог, какъ это часто бываетъ, растетъ на органическихъ веществахъ, его питаніе бываетъ сапрофитнымъ, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр., когда онъ растетъ на хлѣбѣ, его способъ питанія очень приближается къ животному. Относительно *M. stolonifer* извѣстно, что онъ посылаетъ свои гифы внутрь зрѣлыхъ плодовъ, вызывая въ нихъ гніеніе и такимъ образомъ дѣйствуя подобно паразиту. Однако, паразитизмъ въ этомъ случаѣ не такой, какъ у *Oralina*; Мусог питается не переваренной уже пищей своего хозяина, а его живымъ веществомъ, которое онъ перевариваетъ дѣйствіемъ своихъ собственныхъ ферментовъ. Такимъ образомъ паразитическій грибокъ Мусог, въ отличіе отъ внутреннихъ паразитовъ, каковы напр. *Oralina* или ленточная глиста, принужденъ къ работѣ пищеваренія не меньше, чѣмъ напр., собака или овца; организмъ, на счетъ котораго онъ живетъ, можно разсматривать скорѣе какъ его жертву, чѣмъ какъ его хозяина.

Замѣчательно, что при извѣстныхъ условіяхъ Мусог можетъ вызывать въ сахаристомъ растворѣ алкогольное броженіе. Найдено, что когда гифы погружены въ такой жидкости, онъ распадается, образуя круглыя кѣтки (рис. 36, К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>), которыя не только по своей внѣшности напоминаютъ дрожжевыя кѣтки, но также подобно имъ, могутъ вызывать алкогольное броженіе.

Интересно то, что воздушныя гифы Мусог обнаруживаютъ



геліотропизмъ, т.-е. наклонность поворачиваться къ свѣту. Это можно ясно видѣть, если плѣсень помѣстить въ комнатѣ, освѣщенной съ одной стороны: длинныя воздушныя гифы изгибаются все въ сторону окна. Это происходитъ потому, что ростъ каждой гифы на сторонѣ, отвращенной отъ свѣта, идетъ быстрее, чѣмъ на болѣе освѣщенной сторонѣ.



## ЛЕКЦІЯ XVI.

### *Vaucheria* и *Caulerpa*.

Стоячіе пруды, лужи и другіе виды стоячихъ прѣсныхъ водъ содержатъ обыкновенно нѣкоторое количество зеленой пѣны, которая въ массѣ не обнаруживаетъ для невооруженнаго глаза составныхъ частей, но является однородной и на солнечномъ свѣтѣ развиваетъ множество пузырьковъ. Если небольшое количество этой пѣны распуścić въ сосудѣ съ водой, можно видѣть, что она состоитъ изъ множества рыхло переплетенныхъ зеленыхъ нитей.

Есть много организмовъ, которые имѣютъ такой видъ для невооруженнаго глаза; всѣ они принадлежать къ водорослямъ, группѣ растений, заключающей большую часть мелкихъ прѣсноводныхъ растений и громадное большинство морскихъ растений. Одна изъ этихъ нитевидныхъ водорослей, встрѣчающаяся въ формѣ темнозеленыхъ, густо переплетенныхъ нитей, называется *Vaucheria*. Кромѣ воды она часто находится на сырой почвѣ, напр., на горшкахъ въ оранжереяхъ.

При микроскопическомъ изслѣдованіи находятъ, что организмъ состоитъ изъ цилиндрическихъ нитей съ закругленными концами и часто развѣтвленныхъ (рис. 38, А). Каждая нить имѣетъ наружную покрывку изъ целлюлёзы (В), внутри которой находится протоплазма, заключающая такую большую вакуолю, что сама протоплазма является не болѣе, какъ выстилающей целлюлёзную стѣнку оболочкой. Въ протоплазмѣ



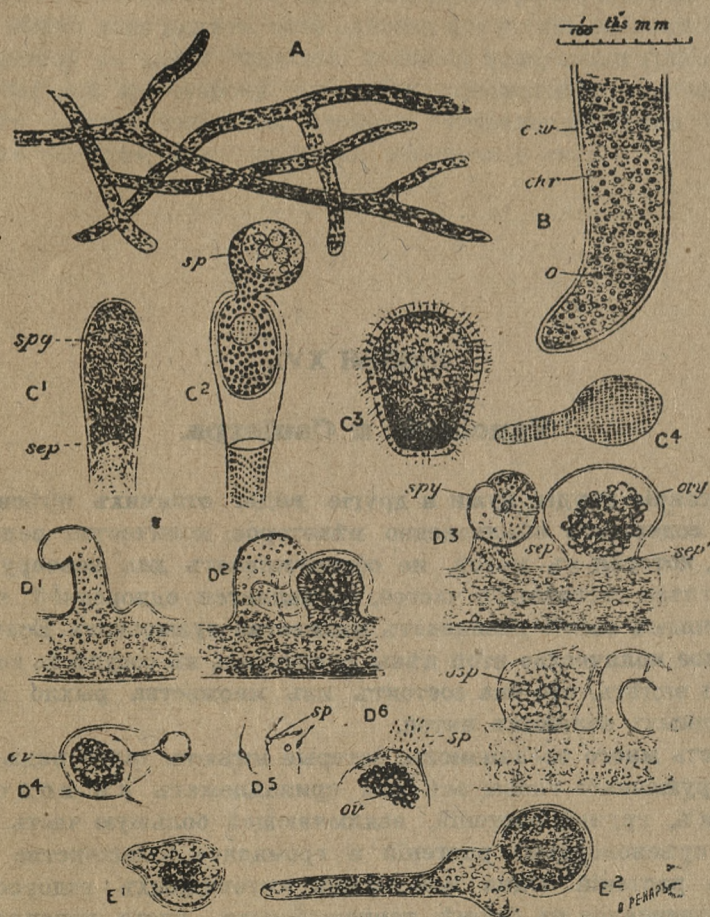


Рис. 38.

*Vaucheria.*

А Переплетенныя нити живого растенія.

В Конецъ нити; видна кліточная оболочка (*c. w.*) и протоплазма съ хроматофорами (*chr*) и каплями масла (*o*). Масштабъ наверху относится только къ этому рис.

С<sup>1</sup> Незрѣлый спорангій (*spg*), отдѣленный отъ нити перегородкой (*sep*); С<sup>2</sup> зрѣлый спорангій съ выходящей спорой (*sp*); С<sup>3</sup> свободно-плавающая спора; С<sup>4</sup> спора въ началѣ проростанія.

Д<sup>1</sup> Болѣе ранняя и Д<sup>2</sup> болѣе поздняя стадія въ развитіи гонадъ, нѣтъ сперматидъ, направо оваріи, Д<sup>3</sup> вполнѣ образовавшійся сперматидъ (*spy*) и оваріи (*ovy*), и



тотъ и другой отдѣлены перегородкой (*sep*) отъ нити; D<sup>4</sup> оварій послѣ разрыва стѣнки, явное яйцо (*ov*) съ небольшою отдѣлившейся частью протоплазмы; D<sup>5</sup> сперматозонды; D<sup>6</sup> дистальный конецъ зрѣлаго оварія; видны сперматозонды, черезъ отверстіе проникающіе къ яйцу; D<sup>7</sup> гонады послѣ оплодотворенія, включающее еще въ оварія оплодотворенное яйцо (*osp*) и лежущій сперматій.

E<sup>1</sup> и E<sup>2</sup> Развитие оосперма.

(По Страсбургеру, Саксу и Привсгейму).

встрѣчается множество мелкихъ ядеръ, а также капли масла и маленькіе, тѣсно сгруппированные, овальные хроматофоры, которые окрашены хлорофилломъ и содержатъ крахмалъ.

Такимъ образомъ растение *Vaucheria*, подобно растенію *Mucor*, можно сравнить съ одной многоядерной клѣткой, удлиненной въ одномъ направленіи и образующей нить.

У различныхъ видовъ *Vaucheria* встрѣчаются различные способы безцелого размноженія; мы рассмотримъ только тѣ изъ нихъ, которые встрѣчаются у *V. sessilis*. У этого вида конецъ вѣтви надувается (C<sup>1</sup>) и отдѣляется перегородкой, образуя спорангій, который въ принципѣ похожъ на спорангій *Mucor*, но отличается отъ него по формѣ. Протоплазма спорангія не дѣлится, но отстаетъ отъ стѣнки и получаетъ форму голой, яйцевидной споры, которая состоитъ изъ безцвѣтнаго коркового слоя, содержащаго множество ядеръ и несущаго попарно расположенныя рѣснички, и внутреннего или сердцевиннаго вещества, содержащаго множество хроматофоровъ.

Стѣнка спорангія лопается на дистальномъ концѣ (C<sup>2</sup>), и содержащаяся тамъ спора выходитъ наружу и нѣкоторое время свободно плаваетъ въ водѣ вълѣдствіе вибраціи рѣсничъ (C<sup>3</sup>). Послѣ непродолжительной активной жизни она приходитъ въ покой, образуетъ клѣточную оболочку и прорастаетъ (C<sup>4</sup>), т.е. даетъ одинъ или нѣсколько отростковъ, которые вытягиваются и получаютъ форму обыкновенныхъ нитей *Vaucheria*; такъ что здѣсь, также какъ и у *Mucor*, развитіе растенія показываетъ, что это чрезвычайно удлиненная клѣтка, которая становится многоядерной, безъ соответствующаго дѣленія протоплазмы.

По способу полового размноженія *Vaucheria* сильно отличается не только отъ *Mucor*, но и отъ всѣхъ изученныхъ нами до сихъ поръ организмовъ.

Часто находятъ, что нити несутъ маленькіе, боковые, расположенные попарно отростки, каждый изъ которыхъ предста-



влиять небольшую, вырастающую изъ нити и непрерывно съ ней связанную почку. Это зачатки половых органовъ или гонады. Болѣе короткій изъ нихъ вздувается и закругляется ( $D^2$ ,  $D^3$ ); его протоплазма отдѣляется отъ протоплазмы нитей, и между обѣими образуется перегородка; образованная такимъ образомъ новая клѣтка есть оварій<sup>1)</sup> (т.-е. вмѣстилище женскихъ элементовъ, или яицъ). Болѣе длинная почка растетъ дальше въ длину и закручивается, затѣмъ ея дистальный конецъ отграничивается перегородкой и также образуетъ особую клѣтку, спермарій (вмѣстилище мужскихъ элементовъ, или сперматозоидовъ).

Затѣмъ происходятъ дальнѣйшія измѣненія, различныя въ обоихъ органахъ. На закругленномъ дистальномъ концѣ оварія клѣточная оболочка ослизняется, и протоплазма выходитъ здѣсь наружу въ видѣ небольшого выступа, который отдѣляется и пропадаетъ ( $D^4$ ). Остальная протоплазма отдѣляется отъ стѣнки оварія и образуетъ голую клѣтку, яйццо или яйцеклѣтку, которая вслѣдствіе ослизненія и слѣдующаго затѣмъ исчезновенія части стѣнки оварія находится въ свободномъ сообщеніи съ окружающей водой.

Въ то же время протоплазма спермарія испытываетъ многократное дѣленіе, образуя множество маленькихъ зеленыхъ тѣлецъ ( $D^5$ ), каждое съ двумя жгутами; это сперматозоиды. Послѣ разрыва стѣнки спермарія на дистальномъ концѣ, они выходятъ наружу и свободно плаваютъ въ водѣ.

Нѣкоторые изъ сперматозоидовъ направляются къ оварію и какъ бы ощупываютъ отверстіе, черезъ которое они наконецъ и проходятъ ( $D^6$ ), и затѣмъ двигаются въ пространствѣ между этимъ отверстіемъ и дистальнымъ концомъ яйца. Одинъ изъ нихъ, и вѣроятно только одинъ, прикрѣпляется къ яйцу и вполне соединяется съ нимъ. Такимъ путемъ образуется оплодотворенное яйцо (ооспермъ), которое тщательно нужно различать отъ неоплодотвореннаго яйца, такъ какъ, несмотря на

<sup>1)</sup> Во избѣжаніе недоразумѣній слѣдуетъ замѣтить, что названія „оварій“ (яичникъ) и „спермарій“ (сѣменникъ), принятые въ зоологіи, Паркеръ переноситъ и на растительное царство и проводитъ эту терминологию во всей книгѣ.



сходство съ послѣднимъ по формѣ и величинѣ, оно отличается отъ него тѣмъ, что вмѣстѣ съ яйцомъ заключаетъ въ себѣ и вещество сперматозоида; этимъ и объясняется названіе „ооспермъ“.

Почти непосредственно затѣмъ ооспермъ окружается целлюлёзной оболочкой и внутри его образуется множество масляныхъ капелекъ. Онъ отдѣляется отъ оварія и послѣ періода покоя прорастаетъ и образуетъ новое растение ( $E^1$ ,  $E^2$ ).

Ясно, что сліяніе сперматозоида съ яйцомъ есть процессъ конъюгаціи, въ которомъ конъюгирующія тѣла рѣзко отличаются другъ отъ друга по формѣ и величинѣ; одно изъ нихъ — яйцо или макрoгaмeтa — большая, неподвижная и болѣе или меньше амёбовидная клѣтка, другое — сперматозоидъ или микрoгaмeтa — небольшая, подвижная, жгутиковая клѣтка. Другими словами, мы имѣемъ здѣсь такой же ясный случай половой дифференцировки, какъ у плазмодія маляріи. Большая неподвижная клѣтка — яйцо, есть женская гамета; маленькая, активная клѣтка — сперматозоидъ — мужская гамета.

Какъ въ случаѣ плазмодія маляріи, мы видимъ здѣсь что оплодотворенное яйцо образуется соединеніемъ высоко дифференцированныхъ гаметъ, яйца и сперматозоида, тогда какъ въ другихъ случаяхъ зигота образуется соединеніемъ двухъ гаметъ совершенно одинаковой величины.

Какъ мы увидимъ, эта форма конъюгаціи, называемая обыкновенно оплодотвореніемъ, встрѣчается у большей части безцвѣтковыхъ растений, каковы мхи и папоротники, а также у всѣхъ животныхъ, кромѣ самыхъ низшихъ. Отъ низшихъ водныхъ растений до папоротниковъ и плауновыхъ и отъ губокъ и полиповъ до человѣка процессъ полового размноженія въ сущности одинъ и тотъ же и состоитъ въ конъюгаціи сперматозоида съ яйцомъ, причемъ образуется ооспермъ или одноклѣточный зародышъ, который затѣмъ развивается въ самостоятельное растение или животное новаго поколѣнія. Замѣчательно, что то, что мы разсматриваемъ, какъ высшую форму полового процесса, встрѣчается уже такъ низко въ ряду живыхъ существъ.

Питаніе *Vaucheria* чисто растительное; ея пища состоитъ



изъ воднаго раствора минеральныхъ солей и углекислоты, причемъ послѣдняя подъ вліяніемъ хроматофоровъ расщепляется на углеродъ и кислородъ.



Рис. 39.

*Caulerpa scalpelliformis*  
( $\frac{2}{3}$  натуральной величины).

Эти „листья“ могутъ достигать въ длину 30 см. и болѣе. Такимъ образомъ на первый взглядъ *Caulerpa* является такимъ же сложнымъ организмомъ, какъ мохъ (ср. рис. 39 съ рис. 110), но микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что растеніе состоитъ изъ одной сплошной массы вакуолизированной протоплазмы, содержащей множество ядеръ и зеленыхъ хроматофоровъ, и одѣтой непрерывной клѣточной оболочкой. Несмотря на величину и сложную форму, все растеніе есть не болѣе, какъ одна развѣтвленная клѣтка или, какъ можно также выразиться, непрерывная масса протоплазмы, въ которой незамѣтно состава изъ клѣтокъ.

*Mucor* и *Vaucheria* суть примѣры одноклѣточныхъ растеній, которыя достигаютъ нѣкоторой сложности путемъ удлиненія и развѣтвленія. Maximum дифференцировки, достижимой такимъ путемъ для одноклѣточного растенія, представляетъ морское растеніе, принадлежащее къ роду *Caulerpa*.

*Caulerpa* (рис. 39) находится обыкновенно между скалами въ предѣлахъ прилива и имѣетъ форму ползучаго стебля, отъ котораго отходятъ внизъ корнеподобныя всло-

кна, а вверхъ листовидные органы.



## ЛЕКЦІЯ XVII.

### Отличительные признаки животных и растений.

До сихъ поръ мы или избѣгали словъ „животное“ и „растение“ или употребляли ихъ, не пытаясь опредѣлить, что они означаютъ. Теперь мы можемъ опредѣлить точно значеніе обоихъ словъ, такъ какъ въ послѣднихъ лекціяхъ мы изучили организмы, которые безъ колебанія можно отнести къ той или другой изъ двухъ большихъ группъ живыхъ существъ. Никому не придетъ въ голову назвать *Paramecium* и *Stylonychia* растениями, а *Mucor* и *Vaucheria* животными, и потому мы можемъ взять эти формы за исходный пунктъ, чтобы составить ясное представленіе, что собственно означаютъ названія „растение“ и „животное“, и до какой степени возможно низшіе организмы, описанные въ первыхъ лекціяхъ, отнести къ растительному или животному царству.

Разсмотримъ прежде всего важнѣйшія сходства и различія между несомнѣннымъ животнымъ *Paramecium*, съ одной стороны, и двумя несомнѣнными растениями *Mucor* и *Vaucheria* съ другой.

Прежде всего существенная составная часть всѣхъ трехъ организмовъ есть протоплазма, въ которой находится одно или нѣсколько ядеръ. Но у *Paramecium* протоплазма одѣта только тонкой прерывающейся около рта и анальнаго отверстія кутикулой, тогда какъ у *Mucor* и *Vaucheria* наружный слой образованъ плотнымъ и непрерывнымъ покровомъ изъ целлюлозы. Такимъ образомъ мы можемъ разсматривать, какъ первое мор-



фологическое различіе между взятыми нами животными и растительными организмами, отсутствіе целлюлёзной клѣточной оболочки у первыхъ и присутствіе ея у послѣднихъ. Это основное различіе, и оно одинаково примѣнимо и къ высшимъ формамъ. Составныя клѣтки растеній почти во всѣхъ случаяхъ покрыты целлюлёзной оболочкой, тогда какъ у высшихъ животныхъ такой оболочки на клѣткахъ нѣтъ.

Затѣмъ остановимся на физиологическихъ признакахъ. Во всѣхъ трехъ организмахъ происходитъ постоянная трата вещества, которая пополняется превращеніемъ питательныхъ веществъ въ протоплазму, другими словами, конструктивный и деструктивный метаболизмъ совершается непрерывно. Но если мы обратимъ вниманіе на характеръ пищи и на способъ ея приманія, то мы сейчасъ же наталкиваемся на основное различіе. У *Paramecium* пища состоитъ изъ живыхъ организмовъ, цѣликомъ поступающихъ внутрь тѣла, и перевариваніе этой твердой бѣлковой пищи есть необходимая подготовительная ступень для конструктивнаго метаболизма. У *Vaucheria* пища состоитъ изъ воднаго раствора углекислоты и минеральныхъ солей, т.-е. жидкая и неорганическая, а азотъ находится въ формѣ азотнокислыхъ солей или простыхъ амміачныхъ соединений. Мисог, подобно *Paramecium*, не содержитъ хлорофилла и потому не можетъ утилизировать углекислоту въ качествѣ пищи; подобно *Vaucheria*, вслѣдствіе присутствія сплошной целлюлёзной оболочки, онъ не можетъ принимать твердой пищи и потому долженъ питаться водными растворами. Онъ получаетъ углеродъ въ формѣ сахара или сходнаго соединенія, а азотъ можетъ получать либо въ простой формѣ азотнокислой или амміачной соли, либо въ болѣе сложной формѣ бѣлковыхъ тѣлъ.

И въ этомъ взятые нами организмы сходны съ остальными животными и растеніями. Животныя за исключеніемъ нѣкоторыхъ внутреннихъ паразитовъ, принимаютъ твердую пищу и должны получать весь азотъ въ формѣ бѣлковыхъ тѣлъ, такъ какъ они неспособны образовать свою протоплазму изъ болѣе простыхъ соединений. Растенія принимаютъ свою пищу въ формѣ водныхъ растворовъ; тѣ, которые содержатъ хлорофиллъ, получаютъ углеродъ въ формѣ углекислоты, а азотъ въ формѣ



азотнокислыхъ или амміачныхъ солей; лишенные хлорофилла растенія не могутъ (за исключеніемъ нѣкоторыхъ бактерій) пользоваться углекислотой въ качествѣ пищи и способны получать азотъ или изъ простыхъ солей, или изъ бѣлковыхъ тѣлъ. Безхлорофильныя растенія питаются, слѣдовательно, отчасти подобно зеленымъ растеніямъ, отчасти подобно животнымъ.

Это различіе въ характеръ пищи находится въ связи съ морфологическимъ различіемъ. Животныя имѣютъ обыкновенно вводное отверстіе или ротъ и нѣкотораго рода пищеварительную полость, или постоянную (желудокъ), или временную (пищевую вакуолю). У растеній не существуетъ ничего подобнаго.

Другое различіе, о которомъ мы уже упоминали, существуетъ строго говоря, не между растеніями и животными, но между организмами съ хлорофилломъ и безъ хлорофилла. Это различіе заключается въ томъ, что у зеленыхъ растеній питательный процессъ основывается на раскисленіи (возстановленіи), причемъ болѣе выдѣляется, чѣмъ принимается свободного кислорода, тогда какъ у животныхъ и незеленыхъ растеній наблюдается прямо противоположное.

Точно также существуетъ различіе въ способъ выдѣленія. У *Paramecium* есть особое образованіе, сократительная вакуоля, которая собираетъ лишнюю, поглощенную вмѣстѣ съ пищей воду и выбрасываетъ ее, несомнѣнно, вмѣстѣ съ азотистыми и другими продуктами распада. У *Vaucheria* и *Mucor* не существуетъ сократительной вакуоли, выдѣленіе совершается просто путемъ диффузіи всей поверхностью организма въ окружающую среду.

И этотъ признакъ имѣетъ общее значеніе. У громаднаго большинства животныхъ есть особые выдѣлительные органы у растеній нѣтъ ничего подобнаго.

Дальнѣйшее различіе обнаруживается въ общей формѣ организмовъ. *Paramecium* имѣетъ опредѣленную, постоянную форму и, разъ достигнувши развитою состоянія, не образуетъ новыхъ частей. *Vaucheria* и *Mucor* постоянно образуютъ новыя вѣтви, такъ что ихъ форма постоянно мѣняется, и ихъ ростъ никогда нельзя считать законченнымъ.

Наконѣцъ, быть можетъ самый ясный и рѣзкій отличитель-



ный признак состоитъ въ томъ, что *Paramecium* обладаетъ ясно выраженною способностью къ самостоятельному движенію, а у *Mucor* и *Vaucheria* организмъ въ цѣломъ не обнаруживаетъ самостоятельной подвижности, но лишь медленные движенія роста. Но споры и сперматозоиды *Vaucheria* способны къ активному движенію.

Такимъ образомъ, взявши *Paramecium* за типъ животныхъ, а *Mucor* и *Vaucheria* за типъ растений, мы можемъ установить слѣдующія опредѣленія.

**Животныя** суть организмы постоянной и опредѣленной формы, у которыхъ клѣточное тѣло не покрыто целлюлёзной оболочкой. Они принимаютъ твердую бѣлковую пищу, ихъ процессъ питанія основывается на окисленіи, они имѣютъ опредѣленный органъ выдѣленія и способны къ самостоятельному движенію.

**Растенія** суть организмы постоянно мѣняющейся формы, у которыхъ клѣточное тѣло одѣто целлюлёзной оболочкой; они не могутъ принимать твердую пищу, но питаются воднымъ растворомъ питательныхъ веществъ. Если они содержатъ хлорофиллъ, то источникомъ углерода служить для нихъ углекислота воздуха; азотъ они получаютъ изъ простыхъ солей, и питательный процессъ ихъ сводится къ раскисленію; если хлорофилла нѣтъ, то углеродъ получается изъ сахара или подобныхъ соединений, а азотъ или изъ простыхъ солей, или изъ бѣлковыхъ веществъ, и процессъ питанія будетъ въ этомъ случаѣ процессъ окисленія. У нихъ нѣтъ особаго выдѣлительнаго органа и, за исключеніемъ нѣкоторыхъ воспроизводительныхъ тѣлъ, они обыкновенно неспособны къ перемѣщенію.

Попытаемся примѣнить эти опредѣленія къ простымъ формамъ, описаннымъ въ первыхъ восьми лекціяхъ, и посмотримъ, насколько они помогутъ намъ помѣстить эти организмы въ то или другое изъ двухъ „царствъ“, на которыя обыкновенно дѣлятъ всѣ живыя существа.

**Амѣба** имѣетъ въ покоющемся состояніи клѣточную оболочку, вѣроятно азотистую; она принимаетъ твердую пищу, слѣдовательно питается подобно животному; она имѣетъ сократительную вакуолю и совершаетъ амѣбовидныя движенія.

**Хламидомонада** имѣетъ целлюлёзную оболочку; она



содержитъ хлорофиллъ, и питаніе ея чисто растительное; имѣются сократительныя вакуоли; движенія ея рѣсничныя.

*Euglena* имѣетъ въ инцистированномъ состояніи целлюлёзную оболочку; благодаря хлорофиллу, она питается, поглощая углекислоту и минеральныя соли, но можетъ также поглощать всею поверхностью своей бѣлки, растворенныя въ загнившей водѣ; она имѣетъ сократительную вакуолю и совершаетъ эвгленообразныя и мерцательныя движенія.

Въ обоихъ этихъ организмахъ мы имѣемъ, очевидно, противорѣчивые признаки: целлюлёзная стѣнка и растительный способъ питанія заставляютъ отнести ихъ къ растеніямъ, тогда какъ на основаніи присутствія сократительной вакуоли и активныхъ движеній обоихъ родовъ, приходится отнести ихъ къ животнымъ. Что это затрудненіе не легко преодолѣть, можно видѣть изъ того факта, что до настоящаго времени на обѣ эти формы претендуютъ какъ зоологи, такъ и ботаники; почти во всякомъ учебникѣ и зоологій и ботаники можно найти описаніе хламидомонады и эвглены.

У *Heteromita* единственная клѣточная оболочка — тонкая кутикула, которая въ зиготѣ достаточно плотна, чтобы сдерживать споры до момента ихъ выхода, пища принимается исключительно путемъ всасыванія, и питаніе вполне сапрофитное: существуетъ сократительная вакуоля, и движенія — рѣсничныя.

И здѣсь мы имѣемъ противорѣчивые признаки; вѣроятное отсутствіе целлюлёзы, сократительная вакуоля и рѣсницы придаютъ организму животный характеръ, а способъ питанія, какъ у гриба.

У плазмодія маляріи мы находимъ преобладаніе животныхъ признаковъ: движенія, какъ амёбовидныя, такъ и рѣсничныя. Хлорофилла нѣтъ, и составъ клѣточной оболочки неизвѣстенъ. Питаніе паразитическое, которое можетъ встрѣчаться и у животныхъ и у растеній.

У *Saccharomycetes* ясно преобладаютъ растительныя признаки. Клѣточная оболочка состоитъ изъ целлюлёзы, питаніе происходитъ путемъ всасыванія, и бѣлковыя тѣла при этомъ не необходимы; сократительной вакуоли нѣтъ, а также нѣтъ подвижной стадіи развитія.

Наконецъ у бактерій клѣточная оболочка состоитъ изъ



целлюлозы, питаніе обыкновенно сапрофитное, сократительной вакуоли нѣтъ, движенія рѣсничныя, такъ что по всѣмъ этимъ признакамъ, за исключеніемъ присутствія целлюлозы и отсутствія сократительной вакуоли, бактеріи сходны съ Heteromita, однако онѣ вообще относятся къ растеніямъ, тогда какъ Heteromita причисляется къ животнымъ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что тогда какъ высшіе организмы совершенно легко раздѣлить на двѣ различныя группы животныхъ и растеній, такое рѣзкое разграниченіе для низшихъ формъ не выполнимо. Въ виду этого Геккель предложилъ много лѣтъ тому назадъ установить третье „царство“, такъ наз. царство протистовъ, обнимающее всѣ одноклеточныя организмы. Хотя на практикѣ это встрѣчаетъ большія затрудненія, однако можно сказать многое въ пользу этого предложенія. Съ строго научной точки зрѣнія съ такимъ же правомъ можно раздѣлить живыя существа на три отдѣла, какъ и на два; граница между животными и растеніями такъ же произвольна, какъ между протистами и растеніями или между протистами и животными. Главное возраженіе противъ этого новшества то, что оно удваиваетъ затрудненія, создавая вмѣсто одной искусственной границы цѣлыхъ двѣ.

Для читателя важно знать, что эти границы искусственны, и что въ природѣ нѣтъ пограничныхъ линій, которыя ради удобства изученія проводить наука. Какъ при сгущеніи газовъ есть „критическій пунктъ“, когда испытываемое вещество не газообразно и не жидко, какъ въ гористой мѣстности не возможно сказать, гдѣ кончается гора и начинается долина, какъ при развитіи животнаго трудно точно определить пунктъ, когда напр. яйцо становится головастикомъ, или головастикъ лягушкой, точно также и въ разсматриваемомъ нами случаѣ. Различіе между высшими растеніями и животными вполне рѣзко и ясно, но слѣдя за обѣими группами можно видѣть, что онѣ постепенно переходятъ въ совокупность организмовъ, которые имѣютъ признаки обѣихъ царствъ и безъ нѣкотораго насилія не могутъ быть ни включены въ одно изъ нихъ, ни исключены оттуда. Куда отнести даннаго протиста, этотъ вопросъ долженъ быть рѣшенъ отдѣльно въ каждомъ случаѣ: ор-



ганизмъ нужно сравнить въ подробностяхъ со всеми тѣми, которые близко стоятъ къ нему по анатомическимъ и физиологическимъ признакамъ и по исторіи развитія; все это нужно вавѣсить, и сомнительную форму отнести въ то царство, съ которымъ оно въ цѣломъ имѣетъ наиболѣе общихъ признаковъ.

Безъ сомнѣнія читатель замѣтилъ, что тотъ фактъ, что растительное и животное царство относятся другъ къ другу, какъ два происходящія отъ одного корня дерева, на основаніи теоріи развитія можно объяснить гипотезой, что первые организмы были протисты, и что изъ нихъ въ разныхъ направленіяхъ развились животныя и растенія. Въ связи съ этимъ приобращаетъ особое значеніе тотъ фактъ, что нѣкоторыя бактеріи—простѣйшіе безхлорофильные организмы—могутъ развиваться въ растворахъ, совершенно лишенныхъ органическихъ веществъ.



## ЛЕКЦІЯ XVIII.

### **Penicillium и Agaricus.**

Одинъ изъ самыхъ обыкновенныхъ и наиболѣе извѣстныхъ низшихъ организмовъ есть „зеленая плѣсень“, которая въ сырости такъ быстро, покрываетъ густымъ зеленымъ налѣтомъ всякое органическое вещество, какъ напр. тѣсто, фруктовый сокъ, сыръ, кожу и т. п. Эта плѣсень есть растеніе, принадлежащее, подобно *Mucor*, къ группѣ грибовъ и называемое *Penicillium glaucum*.

При разсматриваніи невооруженнымъ глазомъ, налѣтъ *Penicillium* имѣетъ видъ пыли, и если провести пальцемъ по поверхности, то на пальцѣ остается нѣкоторое количество чрезвычайно тонкой пыли зеленого цвѣта. Эта пыль состоитъ, какъ мы увидимъ, изъ споръ *Penicillium*. Чтобы изучить это растеніе, всего лучше посѣять небольшое количество споръ въ сосудъ съ Пастеровскимъ растворомъ; для этого проводить по плѣсени иглой или кисточкой и полученную пыль размѣшивать въ жидкости.

Прежде всего слѣдуетъ описать процессы, видимые простымъ глазомъ. Если количество споръ не очень велико, и онѣ достаточно хорошо распределены въ жидкости, то простымъ глазомъ почти или совсѣмъ незамѣтно ихъ. Но черезъ нѣсколько дней на поверхности жидкости появляются чрезвычайно маленькія, бѣлыя точки; онѣ увеличиваются, и можно видѣть, особенно при помощи лупы, что онѣ состоятъ изъ маленькихъ дисковъ, приблизительно круглой формы, и явственно толще



въ серединѣ, чѣмъ къ краямъ: онѣ плаваютъ на поверхности жидкости, такъ что ихъ верхняя поверхность сухая. Каждый изъ этихъ дисковъ есть молодой мицелій *Penicillium*, который, какъ мы увидимъ далѣе, происходитъ путемъ прорастанія группы споръ.

Слѣдя за прорастающими растеніями изо дня въ день, можно видѣть, что они постоянно увеличиваются и въ то же время становятся все толще въ серединѣ; ихъ ростъ очевидно идетъ отъ центра къ периферіи. Болѣе толстая центральная часть пріобрѣтаетъ пушистый видъ; и когда дискъ достигаетъ діаметра около 4 или 5 мм., наступаетъ слѣдующее видимое измѣненіе; середина его получаетъ блѣдно-синюю окраску, тогда какъ окружность его остается чисто бѣлой. Когда діаметръ возрастаетъ до 6—10 мм., цвѣтъ центра постепенно измѣняется въ темнозеленый; вокругъ него находится голубоватое кольцо и наконецъ наружный бѣлый кругъ.

По всей вѣроятности, отдѣльныя растеніица, которыхъ довольно много въ сосудѣ, въ это время сталкиваются между собой: затѣмъ они совершенно переплетаются другъ съ другомъ, и ихъ первоначальныя границы остаются нѣкоторое время замѣтны въ видѣ бѣлыхъ участковъ. Но со временемъ бѣлый цвѣтъ замѣняется синимъ, а затѣмъ зеленымъ, пока наконецъ вся поверхность жидкости покрывается однимъ общимъ налѣтомъ равномерно зеленого цвѣта.

Когда диски имѣютъ въ діаметрѣ еще не болѣе 2—3 мм., они уже настолько плотны, что ихъ можно снять съ жидкости, и тогда при слабомъ увеличеніи можно видѣть, что они состоятъ изъ крѣпкаго войлокообразнаго вещества, мицеліа (рис. 40, А), отъ верхней поверхности котораго отходятъ вверхъ воздушныя гифы, а отъ нижней поверхности спускаются въ жидкость отвѣсно внизъ подобныя же, но болѣе короткія нити, погруженныя гифы.

Пока мицелій имѣетъ бѣлый или синій цвѣтъ, при прикосновеніи къ воздушнымъ гифамъ ниль съ нихъ еще вовсе не сходить, изъ чего слѣдуетъ, что споры еще не совсѣмъ образовались; но какъ только появилась типичная, зеленая окраска, малѣйшаго прикосновенія достаточно, чтобы снять большое количество споръ.





Рис. 40.

*Penicillium glaucum.*

A Схематический разрез молодого мицелия (*my*); *s. hy* погруженные гифы; *a. hy* воздушные гифы.

B Группа спор: 1 до начала прорастания, 2 разбухшая спора, три остальных — прорастающие споры.

C Очень молодой мицелий, образованный небольшой группой прорастающих спор.



В болѣе развитой мицеліи: гифы выросли въ длину и начали вѣтвиться, причемъ появляются перегородки.

Е Прорастающая спора (*sp*) при сильномъ увеличеніи, отъ которой вырастаютъ короткая и длинная гифа, послѣдняя съ короткой боковой вѣточкой и нѣсколькими перегородками (*sp*). Какъ спора, такъ и гифы содержатъ въ своей протоплазмѣ вакуоли (*vac*).

F'—F<sup>a</sup> развитие несущей споры нисетки путемъ развѣтвленія воздушной гифы: короткія концевыя вѣтви или стеригмы перешнуровываются для образованія споръ.

F<sup>a</sup> Вполнѣ развитая нисетка, на каждой стеригмѣ (*sig*) рядъ споръ (*sp*).

F<sup>b</sup> Отдѣльная стеригма со спорами.

F<sup>c</sup> Соорѣнная вѣточка со спорами, отдѣлившимися отъ стеригмы.

B—D. F'—F<sup>a</sup> и F<sup>b</sup> увелич. въ 150 разъ; F<sup>c</sup> въ 200 разъ; E въ 500 разъ.

Кусочекъ войлокобразнаго мицелія легко расправить или расщипать иглами, и тогда можно видѣть, что онъ подобно настоящему войлоку состоитъ изъ густого сплетенія тонкихъ нитей (D). Это г и ф ы м и ц е л і я; онѣ имѣютъ правильную, цилиндрическую форму, около  $\frac{1}{100}$  мм. въ діаметрѣ, часто развѣтвляются и отличаются отъ сходныхъ съ ними въ общемъ гифъ Мисог одной важной особенностью. Протоплазма у нихъ не непрерывна, но раздѣлена на правильныхъ разстояніяхъ перегородками (E). Другими словами то, что у гифы Мисог появляется при неблагоприятныхъ условіяхъ (см. стр. 145), у гифы *Penicillium* вполнѣ нормально; она м н о г о к л ѣ т о ч н а; перегородки дѣлятъ ее на отдѣльныя части, изъ которыхъ каждая морфологически соответствуетъ отдѣльной дрожжевой клѣткѣ.

Такимъ образомъ мы видимъ у *Penicillium* въ строеніи очень важный шагъ впередъ сравнительно съ рассмотрѣнными до сихъ поръ организмами. Тогда какъ у послѣднихъ весь организмъ представляетъ либо одну клѣтку въ тѣсномъ смыслѣ слова, либо непрерывную многоядерную массу протоплазмы, не раздѣленную на клѣтки, у *Penicillium* онъ представляетъ кл ѣ т о ч н ы й а г г р е г а т ѣ—соединеніе многихъ клѣтокъ, которыя находятся всѣ въ органической связи другъ съ другомъ. Такъ какъ клѣтки расположены въ одинъ продольный рядъ, то *Penicillium* представляетъ примѣръ линейнаго клѣточного агрегата.

Каждая клѣтка окружена, какъ уже описано, целлюлозной оболочкой; ея протоплазма болѣе или менѣе вакуолизирована (E), иногда такъ сильно, что образуетъ лишь тонкій слой на внутренней поверхности клѣточной оболочки, тогда какъ вся



внутренняя часть клѣтки занята большой вакуолей. При окраскѣ гематоксилиномъ найдены многочисленные ядра, такъ что клѣтка *Penicillium*, подобно *Oxytricha* или нити *Mucor* или *Vaucheria*, многоядерна.

Погруженные гифы имѣютъ такое же строеніе, но ихъ концы легче найти, чѣмъ у гифъ мицелія. Свободные концы суживаются и оканчиваются закругленіемъ, на которомъ целлюлѣзная оболочка тоньше, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ.

Воздушныя гифы изъ самой молодой (бѣлой) части диска состоятъ изъ неразвѣтвленныхъ нитей; но если взять ихъ изъ той части, которая начала снѣтъ, то онѣ имѣютъ очень характерный видъ ( $F^4$ — $F^5$ ). Каждая дѣлится на своемъ дистальномъ или верхнемъ концѣ на большее или меньшее количество вѣтвей, которыя остаются короткими, и растутъ параллельно другъ другу: первичныя вѣточки образуютъ вторичныя, вторичныя—третичныя, такъ что гифа въ концѣ концовъ принимаетъ видъ маленькой кисточки, или точнѣе—небольшого кактуса съ тѣсно расположенными, развилыстыми вѣтвями. Крайнія или дистальныя вѣтви суть короткія клѣтки и называются стеригмами ( $F^6$ ).

Затѣмъ концы стеригмъ отшнуровываются, какъ будто бы они были перетянуты ниткой ( $F^6$ ), въ результатъ чего дистальный конецъ стеригмы отчленяется въ видѣ шарообразной дочерней клѣтки такимъ же образомъ, какъ отдѣляется почка у *Saccharomycetes*. Такимъ путемъ образуется спора. Процессъ повторяется, конецъ стеригмы снова перетягивается, и образуется новая спора, отгнѣсняя старую далѣе кнаружи. При повтореніи этого процесса образуется продольный рядъ споръ ( $F^7$ ), изъ которыхъ нижняя будетъ самая молодая, а верхняя—самая старая. Споры растутъ нѣкоторое время послѣ образованія, и потому можно видѣть, что онѣ становятся все больше и больше, чѣмъ болѣе приближаемся отъ нижняго конца цѣпочки къ верхнему ( $F^7$ ). Затѣмъ онѣ теряютъ свою связь другъ съ другомъ, отрываются и опадаютъ, покрывая все растеніе тонкой пылью, которая, благодаря липкому характеру споръ, пристаётъ всюду. На этой стадіи нелегко увидать строеніе кисточекъ, такъ какъ онѣ сплошь усыяны спорами.

Въ этотъ періодъ полного образованія споръ, растеніе по



лучаетъ зеленую окраску. Этимъ цвѣтомъ оно вовсе не обязано присутствію хлорофилла. При сильномъ увеличеніи споры являются совершенно безцвѣтными, тогда какъ клѣтка такой же величины, окрашенная хлорофилломъ, имѣла бы свѣтлозеленый цвѣтъ.

Прорастаніе споръ (В) можно легко изучать если посѣять ихъ въ капль Пастѣровской жидкости во влажной камерѣ (рис. 37). Споры, которыя обыкновенно по нѣскольку пристають другъ къ другу, сначала свѣтлы и прозрачны; скоро онѣ значительно разбухаютъ, и протоплазма становится зернистой и вакуолизированной; на этой стадіи ихъ едва ли можно отличить отъ дрожжевыхъ клѣтокъ. Затѣмъ отъ каждой споры происходятъ одна или нѣсколько почекъ, которыя удлиняются въ гифы, точно также, какъ у Мисог. Но скоро выступаетъ различіе между обоими видами плѣсени; когда гифа достигла длины, превышающей въ 6—8 разъ ея поперечникъ, ея протоплазма дѣлится поперечно и образуется целлюлёзная перегородка (D, E, ser), дѣлящая молодую гифу на двѣ клѣтки (ср. рис. 36, H). Верхушечная клѣтка затѣмъ удлиняется и дѣлится снова, и такимъ образомъ гифы почти съ самаго начала дѣлятся на клѣтки приблизительно одинаковой величины.

Ростъ верхушечной клѣтки гифы совершается, вѣроятно, слѣд. образомъ. Свободный конецъ суживается, и целлюлёзная оболочка вблизи верхушки становится тоньше. Протоплазма увеличивается въ объемъ и стремится расти по всѣмъ направленіямъ; но такъ какъ одѣвающая ее целлюлёзная оболочка на верхушкѣ тоньше, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ, то она растетъ конечно, по принципу наименьшаго сопротивленія, въ этомъ направленіи, и такимъ путемъ увеличивается длина клѣтки, безъ увеличенія ея толщины. Такимъ образомъ ростъ гифы *Penicillium* верхушечный, т. е. совершается только на свободномъ концѣ, и разъ образовавшіяся клѣтки не растутъ больше. Слѣдовательно, самыя старыя клѣтки суть тѣ, которыя лежатъ всего ближе къ первоначальной спорѣ, изъ которой произошла гифа, а самыя молодыя тѣ, которыя всего дальше удалены отъ нея.

У *Penicillium* встрѣчается иногда, хотя очень рѣдко, процессъ, который описываютъ, какъ половой, и который въ сущности состоитъ



въ конъюгациі двухъ гаметъ, имѣющихъ форму переулетѣнныхъ гифъ, и въ слѣдующемъ затѣмъ развитіи споръ въ развѣтвленной зиготѣ. Но такъ какъ подробности этого процесса очень сложны, и половой характеръ его сомнителенъ, то мы и не будемъ на немъ останавливаться. Въ элементарной биологіи Гексли и Мартина описано половое размноженіе близкаго къ нему пѣсеневаго грибка *Eugotium*.

Питаніе *Penicillium* въ сущности похоже на питаніе *Mucor*. Но, какъ замѣчено, онъ часто довольствуется самой скудной пищей, которая была бы недостаточна для высшихъ грибовъ. Онъ живетъ въ человѣческомъ ухѣ, не гнушается поношеннымъ платьемъ, сырой обувью или высохшими чернилами. Иногда онъ довольствуется растворомъ сахара съ весьма небольшимъ количествомъ азотистаго органическаго вещества, въ другихъ случаяхъ онъ, повидимому, предпочитаетъ чистѣйшій растворъ соли съ небольшими слѣдами органическаго вещества. Онъ переноситъ даже вредное дѣйствіе ядовитыхъ растворовъ мѣди и мышьяковой кислоты. Всего лучше онъ произрастаетъ въ растворѣ пептоновъ и сахара.

Этотъ эклектизмъ относительно питательныхъ веществъ объясняетъ повсемѣстное распространеніе *Penicillium*; съ другой стороны его распространенность объясняется необыкновенной жизненностью его споръ. Онѣ прорастаютъ при всякой температурѣ между 1,5° и 43° C; ихъ optimum лежитъ около 22° C. Въ сухомъ состояніи онѣ не убиваются при температурѣ 108° C, и нѣкоторыя выдерживаютъ даже температуру въ 120° C. Наконецъ, онѣ могутъ прорасти, послѣ того какъ ихъ сохраняли два года.

Мы видѣли, что форма *Penicillium* неправильна, и опредѣляется поверхностью, на которой живетъ. Но есть грибы, имѣющіе постоянную и опредѣленную форму и величину, хотя изслѣдованія показываютъ, что они состоятъ исключительно изъ переплетенныхъ гифъ, т. е. принадлежатъ къ типу линейныхъ клѣточныхъ агрегатовъ. Къ числу наиболѣе замѣчательныхъ изъ нихъ принадлежатъ шляпочные грибы.

Пластинчатый грибъ (*Agaricus*) состоитъ изъ крѣпкой вертикальной ножки, на верхнемъ концѣ которой находится зонтиковидный дискъ или шляпка (рис. 41). Нижній конецъ ножки



находится въ связи съ подземнымъ мицеліемъ, изъ котораго онъ происходитъ.

На нижней поверхности шляпки находятся многочисленныя радіальныя и вертикальныя пластинки которыя тянутся отъ ножки къ окружности шляпки. У обыкновеннаго съѣдобнаго шампиньона (*Agaricus campestris*) эти пластинки въ молодости красныя, а позднѣе становятся темнубурыми.

Такой грибъ слишкомъ плотенъ, такъ что его нелегко рѣзать, подобно мицелію *Penicillium*, и его строеніе всего лучше можно изучить, дѣлая разрѣзы черезъ различныя части и изслѣдуя ихъ при сильномъ увеличеніи.

Такіе разрѣзы показываютъ, что весь грибъ состоитъ изъ громаднаго количества переплетенныхъ, развѣтвляющихся гифъ (В), которыя раздѣляются перегородками на клѣтки. Въ ножкѣ гифы идутъ въ продольномъ направленіи; въ шляпкѣ онѣ поворачиваются наружу, идутъ отъ центра къ окружности и посылаютъ вѣтви внизъ, чтобы образовывать пластинки. Часто гифы расположены такъ тѣсно, что ихъ трудно отличить одну отъ другой.

На поверхности пластинокъ гифы поворачиваются наружу, такъ что ихъ концы перпендикулярны къ свободной поверхности пластинки. Ихъ концевыя

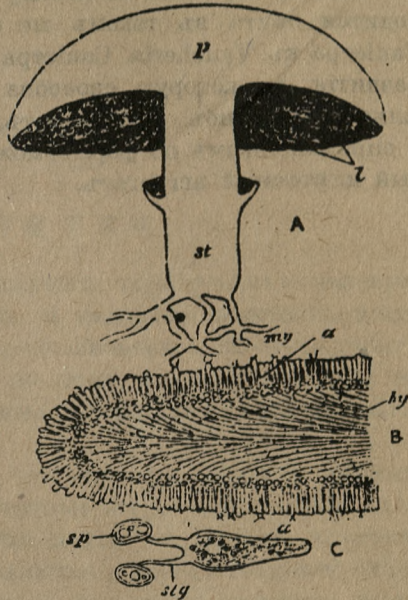


Рис. 41.

*Agaricus campestris.*

А Схематическій продольный разрѣзъ, показывающій вырастающую изъ мицеліа (my) и продолжающуюся въ шляпку (p) ножку (st). На нижней поверхности шляпки находятся радіальныя пластинки (l).

В Поперечный разрѣзъ черезъ пластинку; видны гифы (hy), загнѣбающія наружу и образуя слой палицеобразныхъ клѣтокъ, отъ которыхъ отходятъ стеригмы.

С Сильно увеличенная палицеобразная клѣтка (a) съ двумя стеригмами (stg), каждая изъ которыхъ несетъ споры (sp).



клетки расширены палицеобразно (*B, C*) и дают двѣ маленькія клеточки или стеригмы, концы которыхъ вдуваются и образуютъ споры. Последнія отрываются и падаютъ на землю, прорастаютъ и образуютъ мицелій, изъ котораго происходятъ новые грибы.

Такимъ образомъ по своему строенію шляпочный грибъ находится почти въ такомъ же отношеніи къ *Penicillium*, какъ *Caulerpa* къ *Vaucheria*. *Caulerpa* показываетъ высшую степень развитія, на которую способна одна развѣтвленная клетка; шляпочный грибъ показываетъ, сколь сложнымъ по строенію и опредѣленнымъ по формѣ можетъ сдѣлаться простой линейный клеточный агрегатъ.



## ЛЕКЦІЯ XIX.

### *Spirogyra*.

Среди многочисленныхъ растений, образующихъ зеленую пѣну на поверхности стоячихъ и медленно текущихъ водъ, *Spirogyra* быть можетъ самое обыкновенное. Ее легко узнать сразу при слабомъ увеличеніи по тому, что составляющія ее длинныя нити содержатъ зеленыя, правильно идущія, спиральныя ленты.

Подъ микроскопомъ видно, что эти нити, подобно гифамъ *Penicillium* суть линейные клѣточные агрегаты, т.-е. состоятъ изъ одного ряда расположенныхъ другъ за другомъ клѣтокъ. Но у *Penicillium* гифы развѣтвляются и всегда возможно отличить суженный дистальный конецъ отъ проксимальнаго, который происходитъ либо отъ другой гифы, либо отъ споры. У *Spirogyra* нити не вѣтвятся, и здѣсь нѣтъ никакого различія между двумя противоположными концами.

Клѣтки, изъ которыхъ состоятъ нити (рис. 42, A), имѣютъ цилиндрическую форму, одѣты целлюлѣзной оболочкой и отдѣлены отъ прилежащихъ клѣтокъ перегородками изъ того же вещества; протоплазматическое тѣло клѣтки показываетъ нѣкоторыя характерныя особенности.

Мы уже не разъ замѣчали, что въ крупныхъ растительныхъ клѣткахъ образованіе вакуолей такъ сильно, что протоплазма редуцируется въ тонкій, прилежащій къ клѣточной оболочкѣ слой. У *Spirogyra* это доходитъ до крайней степени: центральная вакуоля такъ велика, что протоплазма имѣетъ видъ очень



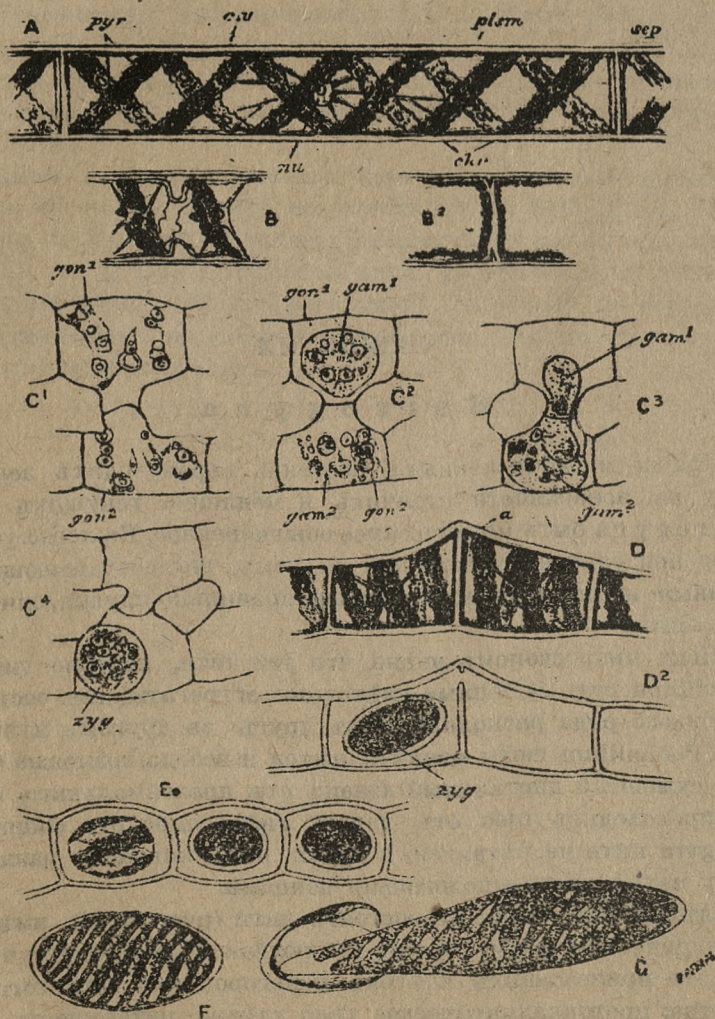


Рис. 42.

*Spirogyra*.

А Небольшая часть живой нити, показывающая клетку с оболочкой (з. в). перегородки (sep), отделяющая ее от соседних клеток, периферический слой протоплазмы (plasm), соединенный с центральной массой, заключающей ядро (nu), два спиральных хроматофора (chr) и пиреноиды (pyr).



В<sup>1</sup> и В<sup>2</sup> Средняя часть клѣтки: двѣ стадіи дѣленія.

С Четыре стадіи двудомной конъюгации: въ С<sup>1</sup> гонады (*gon<sup>1</sup>, gon<sup>2</sup>*) соединены другъ съ другомъ короткими отростками; въ С<sup>2</sup> активная или мужская гамета (*gam<sup>1</sup>*) отстала отъ стѣнки гонады и готова перейти черезъ соединительный каналъ къ пассивной или женской гаметѣ (*gam<sup>2</sup>*); въ С<sup>3</sup> актъ конъюгации обѣихъ гаметъ, при чемъ женская гамета также отстала отъ стѣнки гонады; въ С<sup>4</sup> обѣ гаметы сливаются и образуютъ зиготу.

Д Двѣ стадіи однодомной конъюгации: въ Д<sup>1</sup> прилежащія клѣтки посылаютъ другъ другу конъюгационныя отростки (*a*) и въ Д<sup>2</sup> конъюгация закончилась образовавіемъ зиготы (*zug*).

Е Партегенетическое образованіе зиготы.

Г Вполнѣ развитая зигота.

С Ранняя стадія проростанія зиготы.

(По Саксу, Страсбургеру и Принсгейму).

тонкой, беазцвѣтной перепонки на внутренней поверхности клѣточной оболочки. Чтобы ясно видѣть это, нужно обработать водоросль жидкостью болѣе густой, чѣмъ вода, напр. 100% растворомъ поваренной соли, которая, поглощая воду вакуолей, заставляеть протоплазму сморщиваться и отставать отъ клѣточной оболочки и такимъ образомъ ясно обнаруживаетъ ее. Этотъ слой протоплазмы въ ботаникѣ называютъ первичнымъ мышочкомъ, но пусть читатель не забываетъ, что первичный мышочекъ не особая составная часть клѣтки, но лишь протоплазматическій слой растительной клѣтки, въ которой вакуоля достигаетъ необыкновенно большихъ размѣровъ.

Однако протоплазма клѣтокъ *Spirogyra* не ограничивается однимъ первичнымъ мышочкомъ; въ центрѣ вакуоли находится маленькая неправильная масса протоплазмы, соединенная съ периферическимъ слоемъ чрезвычайно тонкими протоплазматическими нитями. Въ этой центральной массѣ лежитъ ядро, имѣющее форму двояковыпуклой линзы и содержащее явственное ядрышко.

Хроматофоры отличаются отъ всѣхъ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ; они имѣютъ форму зеленыхъ спиральныхъ лентъ (*chr*), которыхъ каждая клѣтка можетъ имѣть одну (*D*) или двѣ, завитыя въ противоположныхъ направленіяхъ (*A*). Въ хроматофорахъ заключены многочисленные пиреноиды, до которыхъ можно прослѣдить протоплазматическія нити, идущія отъ центральной, содержащей ядро, массы.

Ростъ *Spirogyra* происходитъ путемъ простого дѣленія составляющихъ ее клѣтокъ. Дѣленіе совершается при обыкно-



венныхъ условіяхъ ночью (отъ 11 до 12 ч. вечера), но если растеніе на ночь выставить на холодъ, можетъ быть задержано до утра.

Ядро дѣлится путемъ уже описаннаго сложнаго процесса (ср. гл. VI), такъ что образуется два ядра на равномъ разстояніи отъ центра клѣтки. Затѣмъ начинается дѣлиться поперекъ, какъ разъ въ центрѣ, клѣточное тѣло съ хроматофорами; этотъ процессъ начинается у клѣточной оболочки и идетъ постепенно внутрь; при этомъ между половинками дѣлящейся протоплазмы выделяется целлюлоза, такъ что въ серединѣ клѣтки образуется кольцо изъ целлюлозы, которое снаружи постепенно переходитъ въ клѣточную оболочку ( $B^2$ ). Сначала кольцо это очень узко, но по мѣрѣ того, какъ кольцевая бороздка углубляется вокругъ дѣлящагося клѣточного тѣла, кольцо становится шире и въ тотъ моментъ, когда протоплазма вполне раздѣлилась, оно становится полной перегородкой, раздѣляющей вновь образованныя дочернія клѣтки.

Каждая изъ клѣтокъ нити можетъ дѣлиться такимъ образомъ, такъ что нить спирогиры растетъ путемъ вставки новыхъ клѣтокъ между старыми. Это примѣръ и нтерстиціальнаго, т.е. промежуточнаго роста. Слѣдуетъ обратить вниманіе на различіе между нимъ и верхушечнымъ ростомъ, который мы видѣли у *Penicillium*, различіе, которое объясняетъ намъ вышеупомянутый фактъ, что между двумя концами нити спирогиры нѣтъ никакой разницы, тогда какъ у *Penicillium* можно различать всегда проксимальный и дистальный конецъ гифы.

Половое размноженіе *Spirogyra* представляетъ интересъ, такъ какъ оно занимаетъ середину между весьма различными процессами, которые встрѣчаются у *Mucor* и *Vaucheria*.

Лѣтомъ или осенью сосѣднія нити располагаются параллельно другъ другу, и противолежащія клѣтки обѣихъ высыпаютъ короткіе, закрученные отростки, которые сходятся ( $C^1$ ) и наконецъ, послѣ всасыванія оболочекъ, соединяются другъ съ другомъ, образуя такимъ образомъ свободное сообщеніе между двумя соединенными клѣтками или гонадами. Когда одновременно соединяются нѣсколько паръ клѣтокъ обѣихъ нитей то получается картина, похожая на лѣстницу.



Протоплазматическія клітчныя тѣла ( $C^2$ ) обѣихъ гонадъ закругляются и образуютъ гаметы или конъюгаціонныя тѣла; можно замѣтить, что процессъ отставанія отъ оболочки гонады у одной гаметы происходитъ раньше, чѣмъ у другой. Затѣмъ гамета, которая образовалась раньше ( $g a m^1$ ), проходитъ черезъ соединительный каналъ ( $C^3$ ) и конъюгируетъ съ другой гаметой, образуя зиготу, которая вскорѣ одѣвается толстой кліточной оболочкой ( $C^4$ ). При этомъ замѣчено, что ядра гаметъ соединяются и образуютъ ядро зиготы.

Такимъ образомъ гаметы, какъ и у *Mucor*, сходны и имѣютъ одинаковую величину, и въ результатъ процесса получается покоящаяся зигота или зигоспора. Но тогда какъ у *Mucor* каждая гамета встрѣчается съ другой на пути, такъ что нѣтъ никакого полового различія, у *Spirogyra*, какъ у *Vaucheria*, одна гамета пассивна, а конъюгація осуществляется благодаря подвижности другой. Такъ что мы имѣемъ здѣсь простѣйшій случай половой дифференцировки: гаметы, хотя одинаковой величины и сходнаго вида, можно раздѣлить на активную или мужскую клітку, которая соответствуетъ сперматозоиду вошеріи, и пассивную или женскую клітку, соответствующую яйцу. Можно видѣть также, что у спирогиры вся протоплазма каждой гонады идетъ на образованіе одной гаметы, тогда какъ у *Vaucheria* это замѣчается только въ оваріи, а изъ протоплазмы спермарія образуется множество гаметъ (сперматозоидовъ).

У нѣкоторыхъ формъ спирогиры конъюгація происходитъ не между противолежащими клітками различныхъ нитей, а между сосѣдними клітками той же нити. Каждая изъ этихъ гонадъ высылаетъ короткій отростокъ ( $D, a$ ), который сталкивается съ соответствующимъ отросткомъ сосѣдней клітки; оба эти отростка приходятъ въ соединеніе другъ съ другомъ черезъ небольшое отверстіе, черезъ которое проходитъ мужская гамета, чтобы соединиться съ женской и образовать зиготу ( $D^2$ ).

При обыкновенномъ лѣстницеобразномъ способѣ конъюгаціи, конъюгирующія нити, повидимому, противоположныхъ половъ, причемъ одна производитъ только мужскія, другая только женскія гаметы; въ этомъ случаѣ растеніе называется двудомнымъ, что означаетъ, что полы раздѣлены между разными особями, и конъюгація представляетъ процессъ пе-



рекрестнаго оплодотворенія. При другомъ описанномъ способѣ конъюгаціи, когда конъюгируютъ босѣднія клѣтки той же нити, эти нити называютъ однодомными, что означаетъ, что каждая нить производитъ какъ мужскія, такъ и женскія клѣтки, и конъюгація представляетъ процессъ самооплодотворенія.

Иногда находятъ нити, въ которыхъ протоплазма нѣкоторыхъ клѣтокъ отстаетъ отъ стѣнки и окружается толстой целлюлозной оболочкой, такъ что образуется тѣло, которое нельзя отличить отъ зиготы (*Z*). Еще неизвѣстно, прорастаютъ ли такіа клѣтки, но онѣ вполнѣ имѣютъ видъ женскихъ клѣтокъ, которыя безъ предшествовавшаго оплодотворенія развились въ похожія на зиготу тѣла. Такое развитіе изъ неоплодотворенной женской гаметы, хотя не вполнѣ доказано для спирогиры, встрѣчается въ нѣкоторыхъ другихъ случаяхъ и называется партеногенезисомъ, что означаетъ дѣвственное размноженіе. Мы видѣли, что партеногенезисъ макрогаметы имѣетъ мѣсто у плазмодія маляріи въ случаѣ рецидива болѣзни.

Когда зигота вполнѣ образовалась, клѣточная оболочка ея распадается на три слоя, изъ которыхъ средний испытываетъ особое измѣненіе, дѣлающее его непроницаемымъ для воды; въ то же время крахмаль въ протоплазмѣ замѣщается масломъ. Въ этомъ состояніи она испытываетъ продолжительный періодъ покоя, и ея строеніе дѣлаетъ ее способной противостоять дѣйствию сухости, холода и т. д.

Наконецъ она прорастаетъ; двѣ наружныхъ пленки прорываются, и окруженная внутреннимъ слоемъ протоплазма выходитъ въ видѣ палицеобразнаго отростка (*G*), который мало по малу принимаетъ форму обыкновенной нити *Spirogyta*, причемъ дѣлится на множество клѣтокъ.

Такимъ образомъ въ этомъ случаѣ, какъ у *Penicillium* и у шляпочныхъ грибовъ, многоклѣточные во взросломъ состояніи организмы первоначально бываютъ одноклѣточны.

Питаніе спирогиры типичное растительное; подобно хламидонадѣ и *Vaucheria*, она питается углекислотой и минеральными солями, растворенными въ окружающей водѣ. Подобно этимъ организмамъ она разлагаетъ углекислоту и образуетъ крахмаль только подѣ влияніемъ солнечнаго свѣта.



## ЛЕКЦІЯ XX.

### **Monostroma, Ulva и Nitella.**

Въ предпоследней лекціи было показано, что высшіе, самые сложные грибы, каковы пластинчатые грибы, при ближайшемъ разсмотрѣніи оказываются состоящими изъ линейныхъ, клеточныхъ агрегатовъ; они состоятъ изъ гифъ, которыя такъ переплетаются другъ съ другомъ, что часто образуютъ тѣла значительной величины и правильной и определенной формы.

Этого нельзя сказать о водоросляхъ, группѣ низшихъ зеленыхъ растений, къ которой принадлежатъ *Vaucheria*, *Caulerpa*, *Spirogyra*, діатомеи и, по мнѣнію нѣкоторыхъ авторовъ, также хламидомонада и *Euglena*. Онѣ сходны съ грибами въ томъ, что низшія изъ нихъ (напр. *Zooxanthella*) одноклеточны, другія (напр. *Spirogyra*) суть простые линейные клеточные агрегаты, а высшія формы, каковы большинство морскихъ водорослей, въ своемъ строеніи пошли дальше грибовъ и достигли замѣтно высшей степени морфологической дифференцировки. Это мы ясно увидимъ изъ изученія трехъ типичныхъ родовъ.

Среди громаднаго разнообразія морскихъ растений, находящихся среди камней въ предѣлахъ прилива, есть нѣкоторые виды, имѣющіе форму неправильныхъ пластинокъ, свѣтлозеленаго цвѣта и очень прозрачныхъ. Одна изъ такихъ формъ есть родъ *Monostroma*, который въ прѣсной водѣ представленъ видомъ *M. bulbosum*.

При микроскопическомъ изслѣдованіи найдено, что растение



(рис. 43) состоитъ изъ одного слоя тѣсно расположенныхъ зеленыхъ клѣтокъ, клѣточные оболочки которыхъ тѣсно прилегаютъ другъ другу, такъ что кажется, что онѣ погружены въ сплошной слой прозрачной целлюлозы. Такимъ образомъ, *Monostroma*, подобно *Spiroguga*, имѣетъ толщину одной клѣтки, но въ отличие отъ нея имѣетъ ширину не одной, а многихъ клѣтокъ. Другими словами, это не линейный, а плоскостной клѣточный агрегатъ.

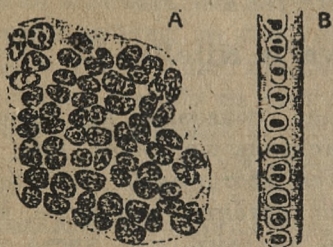


Рис. 43.

*Monostroma* a.

A Поверхностный видъ *M. bullosum*: показываетъ клѣтки, погруженные въ общий слой целлюлозы; нѣкоторые изъ нихъ въ разныхъ стадіяхъ дѣленія.

B Вертикальный разрѣзъ *M. laceratum*, показывающій расположеніе клѣтокъ въ одинъ рядъ.

Употребляя геометрическое сравненіе, одноклѣточный организмъ, подобный хламидомонадѣ, можно сравнить съ точкой, линейный клѣточный агрегатъ, подобный *Penicillium* или *Spiroguga*, съ линіей, а плоскостной агрегатъ, подобный *Monostroma*, съ плоскостью.

Ростъ происходитъ путемъ дѣленія клѣтокъ; но и здѣсь замѣчается важное отличіе отъ *Spiroguga*. У послѣдней плоскость дѣленія всегда стоитъ подѣ угломъ къ продольной оси нити, такъ что ростъ происходитъ въ одномъ направленіи пространства, именно въ длину.

У *Monostroma* плоскость дѣленія можетъ имѣть любое направленіе, но всегда перпендикулярна къ поверхности растенія, такъ что ростъ можетъ происходить по двумъ направленіямъ пространства, въ длину и въ ширину.

Другое плоское, листовидное зеленое морское растеніе есть очень обыкновенный родъ *Ulva*, часто называемый „морской капустой“. Она состоитъ изъ неправильныхъ, болѣе или менѣе лопастныхъ пластинокъ съ искривленными краями и при микроскопическомъ изслѣдованіи очень похожа на *Monostroma*, съ однимъ важнымъ различіемъ: она состоитъ не изъ одного, а изъ двухъ клѣточныхъ слоевъ, и потому представляетъ не плоскостной, но тѣлесный клѣточный агрегатъ.



Возвращаясь къ нашему геометрическому сравненію, мы можемъ сравнить ее не съ плоскостью, а съ тѣломъ.

Какъ у *Monostroma*, ростъ происходитъ путемъ діленія кѣтѣй. Но онъ дѣлится не только въ различныхъ направленіяхъ перпендикулярно къ поверхности, но плоскость діленія можетъ быть также и параллельна поверхности, такъ что ростъ происходитъ во всѣхъ направленіяхъ пространства — въ длину, въ ширину и толщину.

*Ulva* можетъ быть разсматриваема какъ простѣйшій примѣръ тѣснаго кѣлочнаго агрегата, построеннаго изъ одинаковыхъ кѣлочекъ и потому не имѣющаго кѣлочной дифференцировки.

Теперь мы приступимъ къ подробному изученію тѣснаго агрегата, въ которомъ составныя клетки очень значительно отличаются другъ отъ друга по формѣ и величинѣ, въ результатъ чего получается строеніе болѣе сложное чѣмъ намъ приходилось встрѣчать до сихъ поръ.

*Nitella* (рис. 44) есть довольно обыкновенное прѣсноводное расценіе, находящееся въ прудахъ и въ текущей водѣ и съ перваго взгляда легко отличимое отъ низшихъ водорослей, какъ *Vaucheria* и *Spirogyra*: своимъ вѣшнимъ сходствомъ съ высшими растениями, такъ какъ имѣетъ такія части, которыя можно различать, какъ стебель, вѣтви и листья.

Растеніе *Nitella* состоитъ изъ тонкаго цилиндрическаго стебля, около 15—20 см. и болѣе въ длину, но не болѣе 12 мм. въ диаметрѣ. Проксимальный конецъ рыхло прикрѣпляется въ илѣ на днѣ рѣки или пруда, посредствомъ тонкихъ корневыхъ нитей или ризоидовъ (*A. rh.*), дистальный конецъ свободенъ. На извѣстныхъ разстояніяхъ отъ стебля отходятъ кружки или мутовки тонкихъ заостренныхъ листьевъ.

Вслѣдствіе правильнаго расположенія листьевъ стебель естественно дѣлится на цѣлый рядъ членковъ или сегментовъ (*seg.*); каждый сегментъ состоитъ изъ короткаго отдѣла или узла (*nd.*), отъ котораго отходятъ листья, и длиннаго отдѣла или междоузлія (*int. nd.*), который не несетъ листьевъ.

На большей части стебля мутовки листьевъ находятся при-



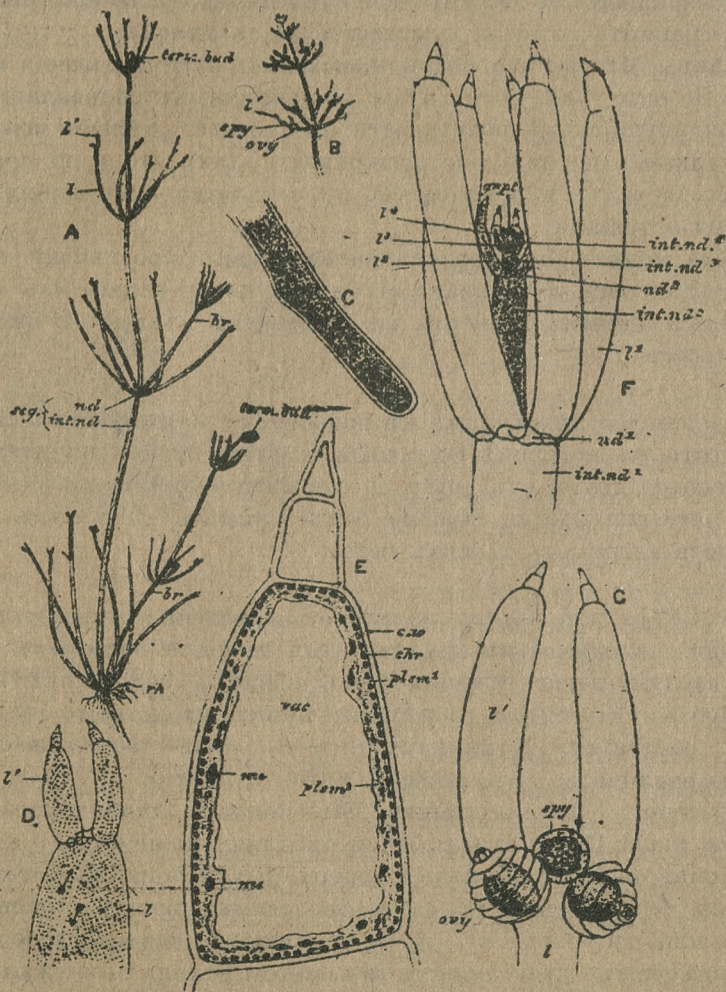


Рис. 44.

*Nitella* (новозеландский вид).

А Целое растение в натуральную величину; показывается стебель, сегменты (*seg*) которого состоят из междоузлия (*int. nd*) и узла (*nd*): расположенные мутовкой листья (*l*), оканчивающиеся листочками (*l'*); ризоиды (*rh*) и две ветви (*br*): каждая происходит из пазухи листа и, подобно главному стеблю, оканчивается верхушечной почкой (*term. bud*).



В Колець побѣга съ сидящими на листьяхъ гонадами; *ovu* оваріи, *spu* сперматиды.  
С Дистальный конецъ рыльца.

В Дистальный конецъ листа (*l*) съ двумя листочками; видны хроматиды и бѣлая линия; стрѣлки обозначаютъ направление вращенія протоплазмы.

Е Дистальный конецъ листочка, показывающій общее строеніе типичной клѣтки *Nitella* въ оптическомъ разрѣзѣ; *c. w* клѣтчатая ободочка; *plsm'* покоящійся наружный слой протоплазмы съ хроматофорами (*chr*); *plsm*<sup>2</sup> внутренний слой съ ядрами (*nu*), вращающіеся въ направленіи, указанномъ стрѣлками; *vac* большая вакуоля.

Г Верхушечная почка, показывающая узлы (*nd*), междоузлія (*int. nd*) и мутовки листьевъ (*l*), перенумерованныя отъ 1 до 4; *gr. pt* точка роста.

Г Дистальный конецъ листа (*l*) съ двумя листочками (*l'*), при основаніи которыхъ сидятъ сперматиды (*spu*) и два оварія (*ovu*).

близительно на равномъ разстояніи другъ отъ друга, такъ что междоузлія одинаковой длины; но къ дистальному концу междоузлія быстро становятся короче, и потому мутовки расположены тѣснѣе; наконецъ на самомъ дистальномъ концѣ находится мутовка, листья которой вмѣсто того, чтобы отходить въ стороны подобно остальнымъ, направлены вверхъ и свернуты такъ, что соприкасаются своими верхушками. Такимъ путемъ образуется верхушечная почка (*term. bud*), которою всегда оканчивается неповрежденный стебель.

Уголъ между стеблемъ и листомъ, выше мѣста прикрѣпленія послѣдняго, называется п а з у х о й листа. Часто изъ пазухи одного изъ листьевъ мутовки отходятъ въ тѣвь или побѣгъ (*br*), повторяющій строеніе главнаго стебля, т. е. состоящій изъ оси, отъ которой отходятъ мутовки листьевъ, и которая оканчивается верхушечной почкой. Ось или стебель такого побѣга называется вторичной осью, тогда какъ главный стебель растенія есть первичная ось. Важно отмѣтить, что какъ первичная, такъ и вторичная ось всегда оканчивается верхушечной почкой и тѣмъ отличается отъ листьевъ, которые имѣютъ заостренные концы.

Ризоиды, или корневые нити (*rh*), подобно листьямъ и вѣтвямъ, отходятъ исключительно отъ узловъ.

Осенью болѣе дистальные листья представляютъ особый видъ, благодаря развитію на нихъ гонадъ или половыхъ, воспроизводительныхъ органовъ (рис. 44, В, Г). Изъ нихъ, сперматиды (антеридіи), шаровидныя тѣла, ярко-оранжеваго нѣкта, очень похожи на маленькіе апельсины; оваріи (оогоніи) суть бутылко-образныя тѣла желтовато-бурого цвѣта



пока еще не зрѣлы, но послѣ оплодотворенія яйца они становятся черными.

При микроскопическомъ изслѣдованіи видно, что каждое междоузліе состоитъ изъ одной гигантской клѣтки (*F, int. nd<sup>2</sup>*), которая въ болѣе старыхъ частяхъ растенія часто имѣетъ въ длину 3—4 см. Что касается узла, то онъ представляетъ поперечную пластинку изъ маленькихъ клѣтокъ (*nd<sup>1</sup>*), отдѣляющую другъ отъ друга два сосѣднихъ междоузлія. Каждый листъ состоитъ изъ удлинненной проксимальной клѣтки, похожей на междоузліе (*D, l, F, U*), затѣмъ изъ нѣсколькихъ небольшихъ клѣтокъ, имѣющихъ характеръ узла, и наконецъ изъ 2 или 3 листочковъ (*D, G, U*), каждый обыкновенно изъ трехъ клѣтокъ, изъ которыхъ дистальная очень мала и заострена.

Такимъ образомъ растеніе *Nitella* есть тѣлесный агрегатъ клѣтки котораго имѣютъ определенное и характерное расположеніе.

Подробности строенія отдельной клѣтки легко узнать, изслѣдуя листочекъ при сильномъ увеличеніи. Клѣтка окружена целлюлѣзной оболочкой значительной толщины (*E. c. w.*). Внутри ея находится слой протоплазмы, заключающій большую центральную вакуолю (*vac*) и ясно распадающійся на два слоя: наружный (*pl<sup>sm</sup>1*), непосредственно прилежащій къ оболочкѣ, и внутренний (*pl<sup>em</sup>2*), ограничивающій вакуолю.

Въ наружномъ слое протоплазмы находятся хроматофоры или хлорофильныя зерна (*chr*), которымъ растеніе обязано своимъ зеленымъ цвѣтомъ. Это овальныя тѣльца, около  $\frac{1}{100}$  м.м. въ длину, расположенныя косыми продольными рядами (*L*). На противоположныхъ сторонахъ цилиндрической клѣтки, находятся двѣ узкія, косыя полосы, не содержащія хроматофоровъ и потому безцвѣтныя. Хроматофоры содержатъ маленькія крахмальные зерна.

Внутренній слой протоплазмы не содержитъ хлорофильныхъ зеренъ, но только неправильныя, безцвѣтныя тѣльца, между которыми находятся многочисленныя ядра (*E. ni*). Если температура не очень низка, то можно видѣть, что этотъ слой находится въ дѣятельно вращательномъ движеніи, причемъ на одной сторонѣ клѣтки токъ идетъ вверхъ, а на другой внизъ.



и граница между восходящимъ и нисходящимъ токомъ обозначена только что упомянутыми безцвѣтными полосками, вдоль которыхъ совсѣмъ нѣтъ движенія (*D*). Это вращеніе протоплазмы есть форма сократимости, очень распространенная въ растительныхъ клѣткахъ, гдѣ вслѣдствіе присутствія клѣточной оболочки свободныя движенія невозможны.

Многочисленные ядра палочкообразны и часто изогнуты; ихъ можно хорошо видѣть только послѣ предварительной окраски. Такъ какъ они лежатъ во внутреннемъ слое протоплазмы, то увлекаются вращающимъ токомъ.

Въ общемъ описаніи растенія было упомянуто, что стебель оканчивается верхушечной почкой, образованной мутовкой соприкасающихся своими верхушками листьевъ. Если взрѣзать эти листья (*F*, *l'*), то видѣно, что узелъ, отъ котораго они отходятъ (*nd*<sup>1</sup>), несетъ на дистальномъ концѣ очень короткое междоузліе (*int. nd*<sup>2</sup>), выше котораго лежитъ узелъ (*nd*<sup>3</sup>), дающій начало мутовкѣ очень маленькихъ листьевъ (*l'*), загнутыхъ также внутрь и образующихъ почку. Внутри ихъ находится другой сегментъ, состоящій изъ еще меньшаго междоузлія (*int. nd*<sup>3</sup>) и узла, несущаго мутовку очень маленькихъ листьевъ (*l'*<sup>3</sup>), а внутри ихъ находится еще сегментъ, такой маленький, что его части (*int. nd*<sup>4</sup>, *l'*<sup>4</sup>) видны только подъ микроскопомъ. Маленькіе, тупые выступы, которые суть листья этой мутовки, окружаютъ полусферическое вздутіе (*gr. pt*), собственно дистальный конецъ растенія — точку роста.

Строеніе точки роста и способъ роста всего растенія легко видѣть, изслѣдуя продольные разрѣзы черезъ верхушечную почку у многихъ экземпляровъ.

Точка роста образована одной верхушечной клѣткой (рис. 45, *A*, *ap. c.*), приблизительно полусферической формы и около  $\frac{1}{20}$  мм. въ діаметрѣ. Она имѣетъ толстую клѣточную оболочку, а клѣточное тѣло состоитъ изъ густой зернистой протоплазмы, заключающей большое, круглое ядро, но не имѣетъ вакуолей.

Въ живомъ растеніи верхушечная клѣтка испытываетъ постоянное дѣленіе, она дѣлится въ горизонтальной плоскости (т.-е. плоскости параллельной ея основанію) на двѣ клѣтки, изъ которыхъ верхняя будетъ новой верхушечной клѣткой



(*В*, *ар. с.*), а нижняя носить название сегментной клетки (*с*, *ар. с.*). Эта сегментная клетка делится снова горизонтально.

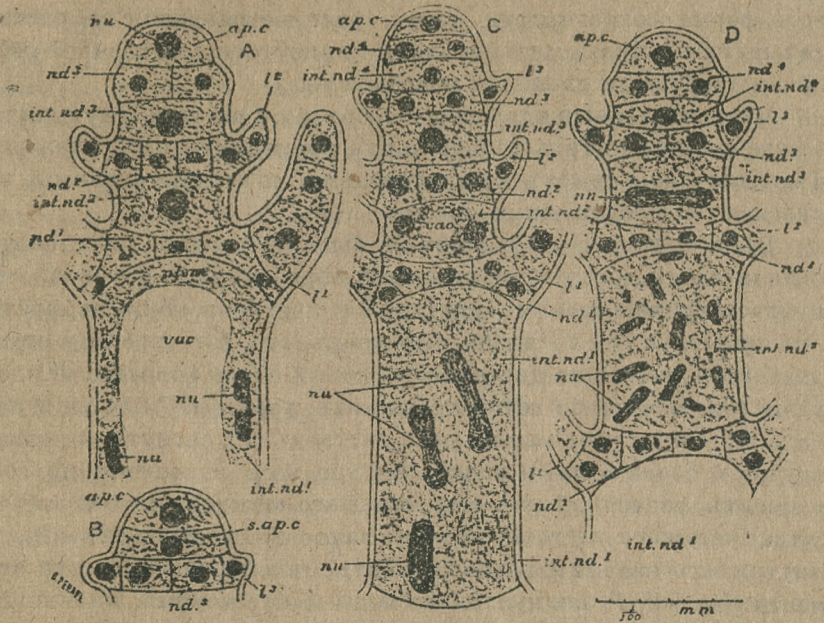


Рис. 45.

### Nitelia.

Продольные разрезы через точку роста на четырех последовательных стадиях. Узлы (*nd*), междоузлия (*int. nd*) и мутовки листьев (*l*) все пронумерованы по порядку от проксимального конца к дистальному. Проксимальный сегмент (*int. nd<sup>1</sup>*, *nd<sup>1</sup>* *l<sup>1</sup>*) на этих рисунках соответствует третьему сегменту (*int. nd<sup>3</sup>*, *l<sup>3</sup>*) на рис. 45, F.

А За верхушечной клеткой (*ар. с.*), следует очень рудиментарный узел (*nd<sup>3</sup>*) без листьев; (*int. nd<sup>2</sup>*) является в продольном разрезе и показывает протоплазму (*plsm*), вакуолю (*vac*) и два ядра (*nu*).

В Верхушечная клетка разделилась поперек, образуя новую верхушечную клетку (*ар. с.*) и сегментную клетку (*с. ар. с.*); появляются зачатки листьев (*l<sup>2</sup>*).

С Сегментная клетка разделилась поперек на лежащее проксимально междоузлие (*int. nd<sup>1</sup>*) и дистально лежащий узел (*nd<sup>1</sup>*) нового сегмента. Ранее образованные сегменты растут; *int. nd<sup>2</sup>* образует вакуолю и его ядро разделилось (*ср. int. nd* в А); *int. nd<sup>1</sup>* показывает три делящихся ядра.

Д *nd<sup>1</sup>* делится вертикально, образуя поперечную клеточную пластинку, и достигает такой же степени развития, как *nd<sup>3</sup>* на рис. А; ядро в *int. nd<sup>3</sup>* находится в процессе деления, также как многие ядра в *int. nd<sup>2</sup>*.



образуя двѣ кѣтки, изъ которыхъ верхняя (*C, nd<sup>4</sup>*) почти непосредственно дѣлится вертикальными плоскостями на нѣсколько кѣтокъ (*D, nd<sup>4</sup>*), а нижняя не дѣлится (*C, D, int. nd<sup>3</sup>*).

Сегментная кѣтка есть зачатокъ цѣлаго сегмента, верхняя изъ двухъ кѣтокъ, на которыя она дѣлится, есть зачатокъ узла, нижняя зачатокъ междоузлія. Будущая судьба обѣихъ видна сейчасъ же изъ того, что узелъ дѣлится и превращается въ горизонтальную кѣточную пластинку, тогда какъ междоузліе остается однокѣточнымъ.

Скоро кѣтки новаго узла начинаютъ развивать короткіе, тупые отростки, расположенные мутовкой; они растутъ, испытываютъ дѣленіе и образуютъ листья (*I<sup>2</sup>, I<sup>3</sup>*).

Этотъ процессъ постоянно повторяется. Верхушечная кѣтка постоянно образуетъ новую сегментную кѣтку; послѣдняя дѣлится на кѣтку узла и междоузлія; изъ нихъ кѣтка узла превращается въ горизонтальную кѣточную пластинку и даетъ листья, тогда какъ кѣтка междоузлія не дѣлится.

Особый характеръ вполне развитыхъ частей растеній является вслѣдствіе неравнаго роста новыхъ кѣтокъ. Кѣтки узла скоро перестаютъ расти и испытываютъ весьма незначительныя измѣненія, тогда какъ кѣтки междоузлія необыкновенно вытягиваются въ длину и въ развитомъ состояніи по крайней мѣрѣ въ 3,000 разъ длиннѣе, чѣмъ при своемъ отдѣленіи отъ сегментной кѣтки. Точно также и листья, которые первоначально представляютъ лишь тупые выступы, скоро удлиняются настолько, что сходятся сводомъ надъ точкой роста и образуютъ такимъ образомъ верхушечную почку; постепенно они распускаются и принимаютъ нормальное положеніе, а слѣдующіе за ними листья болѣе молодой мутовки въ это время развиваются настолько, что могутъ занять ихъ мѣсто въ качествѣ органа защиты точки роста.

Многоядерное состояніе взрослого междоузлія есть также результатъ постепенныхъ измѣненій. Въ молодомъ состояніи кѣтка междоузлія имѣетъ одно круглое ядро (*A, int. nd<sup>3</sup>, int. nd<sup>3</sup>*), но когда она достигаетъ такой же величины въ длину, какъ въ ширину, ядро начинаетъ дѣлиться (*D, int. nd<sup>3</sup>; C, int. nd<sup>2</sup>*), и когда длина кѣтки становится вдвое больше ширины, ядро распалось на нѣсколько частей (*C, int. nd<sup>1</sup>, D, int. nd<sup>2</sup>*).



изъ которыхъ нѣкоторыя дѣятельно дѣлятся. Это повторное дѣленіе ядра напоминаетъ намъ то, что мы уже видѣли у *Opalina*.

Такимъ образомъ, ростъ у *Nitella*, также какъ у *Penicillium*, есть верхушечный ростъ; новыя кѣтки образуются только въ верхушечной почкѣ, и послѣ перваго образованія узловъ, междоузлій и листьевъ единственное измѣненіе, которое испытываютъ эти части, есть ихъ ростъ, сопровождаемый нѣкоторой дифференцировкой.

Побѣгъ или вѣтвь развивается такимъ образомъ, что одна изъ кѣтокъ въ пазухѣ листа высылаетъ отростокъ; этотъ отростокъ отдѣляется отъ материнской кѣтки и получаетъ характеръ верхушечной кѣтки главнаго стебля, строеніе котораго такимъ образомъ точно повторяется побѣгомъ.

Листья, въ отличіе отъ вѣтвей, имѣютъ ограниченный ростъ. Еще на очень ранней стадіи верхушечная кѣтка листа дѣлается заостренной и толстостѣнной (рис. 44, *E*), и съ этого момента размноженія кѣтокъ уже болѣе не происходитъ.

Ризоиды также происходятъ исключительно изъ кѣтокъ узла; они состоятъ изъ длинныхъ нитей (рис. 44, *C*), похожихъ на гифы *Mucor*, но иногда перегородками дѣлятся на линейные агрегаты кѣтокъ, и удлиняются путемъ верхушечнаго роста.

Строеніе гонадъ представляетъ особенности и довольно сложно:

Какъ мы видѣли, спермарій (рис. 44, *G*, *гру*) есть шарообразное оранжевое тѣло, посредствомъ короткаго стебелька прикрѣпленное къ листу. Его стѣнка состоитъ изъ восьми частей, или щитковъ, которые соединены другъ съ другомъ зазубренными краями, такъ что весь спермарій можно сравнить съ апельсиномъ, корка котораго однимъ экваторіальнымъ и двумя меридіональными, перпендикулярными другъ къ другу надрѣзами раздѣлена на восемь треугольных участковъ. Строго говоря, только четыре дистальныхъ щитка треугольны; у четырехъ проксимальныхъ нижній уголъ сѣзанъ прикрѣпленіемъ стебелька, такъ что они собственно четырехугольны.

Каждый щитокъ (рис. 46, *A* и *B*, *sh*) есть выпукло-вогнутая кѣтка, содержащая на своей внутренней поверхности множе-



ство оранжевыхъ хроматофоровъ. Такъ какъ послѣднiе находятся только на внутренней поверхности, то кажется, что спермарiй окруженъ безцвѣтнымъ, прозрачнымъ наружнымъ слоемъ.

Въ серединѣ внутренней поверхности каждаго щитка прикреплена цилиндрическая клетка, рукоятка, которая обращена къ центру спермарiя и подобно своему щитку содержитъ оранжевые хроматофоры. Каждая изъ восьми рукоятокъ несетъ безцвѣтную клетку, головку (*hd*), на которой сидятъ шесть

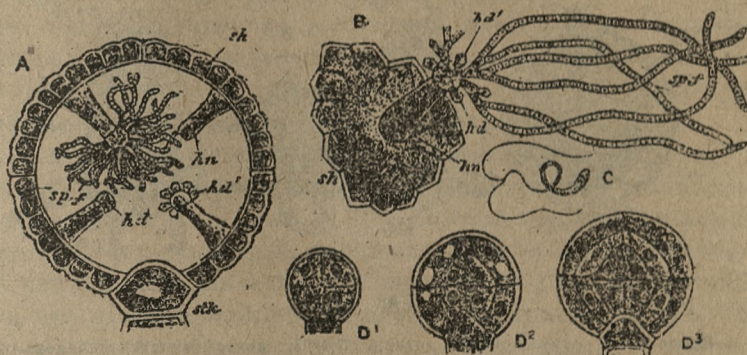


Рис. 46.

A Схематическiй продольный разрѣзъ черезъ спермарiй *Nitella*, показывающiй стебелекъ (*stk*), четыре изъ восьми щитковъ (*sh*); каждый на внутренней поверхности несетъ рукоятку (*hn*), къ которой прикреплены головки (*hd*) съ вторичными головками (*hd'*) и нитями (*sp. f.*).

B Одинъ изъ продольныхъ щитковъ съ рукояткой, головкой, вторичными головками и нитями.

C Отдѣльный сперматозоидъ.

D<sup>1</sup>, D<sup>2</sup>, D<sup>3</sup> Три стадии развитiя спермарiя.

вторичныхъ головокъ (*hd'*). Каждая изъ послѣднихъ несетъ четыре тонкихъ изогнутыхъ нити (*sp. f.*), которые раздѣлены перегородками на рядъ слѣдующихъ другъ за другомъ маленькихъ клѣтокъ и похожи на гифы гриба. Такимъ образомъ, въ каждомъ спермарiи находится приблизительно около 200 такихъ нитей, которые свернуты внутри его, подобно спутанной массѣ бѣлой ваты.

Клѣтки, изъ которыхъ состоятъ нити, сначала имѣютъ обыкновенный характеръ, но при созрѣванiи спермарiя въ каждомъ



изъ нихъ образуется одинъ сперматозоидъ (рис. 46 С), имѣющій форму спирально извитого тѣльца, которое на одномъ концѣ толще, чѣмъ на другомъ и на тонкомъ концѣ несетъ два жгута. Вѣроятно, самъ сперматозоидъ, т.-е. спирально извитое тѣльце, образуется главнымъ образомъ изъ вещества ядра, а жгуты—изъ кліточной протоплазмы. Такъ какъ каждая изъ 200 нитей спермарія состоитъ изъ 100—200 клітокъ, то одинъ спермарій производитъ отъ 20,000 до 40,000 сперматозоидовъ.

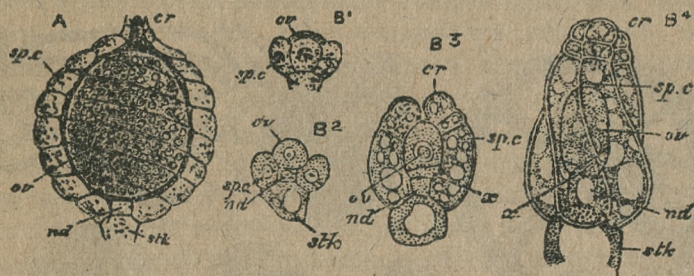


Рис. 47.

А Продольный разрѣзъ черезъ оварій *Nitella*, показывающій стебелекъ (*stk*), маленький узелъ (*nd*), отъ котораго отходятъ пять спирально изогнутыхъ клітокъ (*sp. c*), каждая изъ которыхъ оканчивается зубцомъ коронки (*cr*). Яйцо (*ov*) содержитъ крахмальные зерна и представлено прозрачнымъ, такъ что спиральные клітки просвѣчиваютъ черезъ него.

В<sup>1</sup> Внешній видъ и В<sup>2</sup> продольный разрѣзъ черезъ очень молодой оварій; В<sup>3</sup> болѣе поздняя стадія въ продольномъ разрѣзѣ; В<sup>4</sup> внешний видъ еще болѣе поздней стадіи; яйцо просвѣчиваетъ черезъ прозрачныя спиральныя клітки;  $\alpha$  маленькія клітки, происшедшія путемъ дѣленія при основаніи яйца.

Когда сперматозоиды образовались, щитки спермарія расходятся и нити высовываются между ними, какъ нити хлопка изъ коробочки; затѣмъ сперматозоиды выходятъ изъ заключающихъ ихъ клітокъ и свободно плаваютъ въ водѣ.

Оварій (рис. 47, А) имѣетъ овальную форму, прикрѣпляется къ листу посредствомъ короткаго стебелька и оканчивается дистально небольшимъ возвышеніемъ—коронкой (*cr*). Снаружи на немъ замѣтны спиральныя бороздки, которыя можно прослѣдить до коронки, и на молодыхъ экземплярахъ можно видѣть, что его внутренность занята большой, непрозрачной массой (*ov*). Разрѣзы показываютъ, что это центральное тѣло



есть яйц. о. большая, очень богатая крахмаломъ клітка; она соединяется съ однокліточнымъ стебелькомъ посредствомъ маленькой клітки (*nd*), отъ которой отходятъ пять спирально расположенныхъ клітокъ (*sp. c*); послѣднія изгибаются спирально вокругъ яйца, и ихъ свободные концы—каждый раздѣленный перегородкой надвое—выдаются надъ дистальнымъ концомъ органа и образуютъ коронку, заключающую узкій каналъ, посредствомъ котораго дистальный конецъ яйца находится въ сообщеніи съ окружающей водой.

Мы видѣли, какъ различныя части вполне развитого растенія—клѣтки узловъ и междоузлій, листья и ризоиды—всѣ образуются путемъ модификаціи сходныхъ клітокъ верхушечной почки. Интересно то, что то же самое относится и къ различнымъ частямъ воспроизводительныхъ органовъ.

Зачатокъ спермарія является въ видѣ отдѣльной сферической клітки на стебелькѣ, которая путемъ дѣленія распадается на восемь октантовъ (рис. 46, *D*<sup>1</sup>). Каждый изъ послѣднихъ дѣлится тангенціально (т.-е. параллельно поверхности сферы) на двѣ клітки (*D*<sup>2</sup>), изъ которыхъ внутренняя дѣлится снова (*D*<sup>3</sup>), такъ что каждый октантъ состоитъ изъ трехъ клітокъ. Изъ нихъ наружная образуетъ щитокъ, средняя—рукоятку, внутренняя—головку; изъ послѣдней путемъ почкованія происходятъ вторичныя головки и нити. Весь спермарій является такимъ образомъ видоизмѣненнымъ листочкомъ.

Оварій также первоначально является въ видѣ отдѣльной клітки, но скоро дѣлится и дифференцируется на осевой рядъ изъ трехъ клітокъ (рис. 47 *B*<sup>3</sup>, *ov*, *nd*, *stk*), окруженныхъ пятью другими (*sp. c*), которыя происходятъ путемъ почкованія отъ средней клітки (*nd*) осевого ряда. Верхняя или дистальная клітка осевого ряда дѣлается яйцомъ (*B*<sup>3</sup>, *B*<sup>1</sup>, *ov*), средняя—промежуточной кліткой (*nd*), а нижняя стебелькомъ (*stk*). Пять наружныхъ клітокъ, обращенныя первоначально кверху (*B*<sup>1</sup>), удлиняются и при этомъ изгибаются спирально, которая при дальнѣйшемъ ростѣ становится все уже и уже (ср. *B*<sup>1</sup>—*B*<sup>4</sup> и рис. 44, *G*, *ovu*). Въ то же время дистальные концы ихъ образуютъ двѣ перегородки и, выдаваясь надъ яйцомъ, образуютъ коронку (*cr*) оварія. Есть основаніе думать, что весь оварій есть сильно видоизмѣненный побѣгъ: стебелекъ представляетъ



междоузліе, клітка *nd*—узелъ, спиральныя клітки — листья, а яйцо—верхушечную клітку.

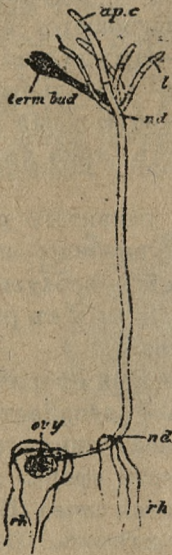


Рис. 48.

Зачатокъ *Chaeta*, растенія, близкаго къ *Nitella*; показываетъ оварій (*ov. y*), изъ оплодотвореннаго яйца котораго происходитъ зачатокъ растенія, два узла (*nd*), верхушечную клітку (*ap. c*), ризоиды (*rh*) и листья (*l*) зачатка, а также зачатокъ растенія съ листьями, оканчивающийся характерной верхушечной почкой (*term. bud*).

Такимъ образомъ, въ то время какъ рѣсничныя инфузоріи и *Saulegra* представляютъ примѣръ кліточной дифференцировки безъ размноженія клітки, *Spirogyra* примѣръ размноженія клітокъ безъ кліточной дифференцировки, *Nitella* есть простой примѣръ организма, въ которомъ сложность строенія достигается совмѣстнымъ дѣйствіемъ обоихъ этихъ процессовъ. Это тѣлесный кліточный агрегатъ, клітки котораго расположены такъ, что образуютъ рѣзко опредѣленную, внѣшнюю форму, а нѣкоторые изъ нихъ испытываютъ болѣе или менѣе значительную дифференцировку, сообразно съ своимъ положеніемъ и функцией.

Оплодотвореніе происходитъ такимъ же образомъ, какъ у *Vaucheria*. Сперматозоидъ проходитъ черезъ каналъ внутри коронки оварія, соединяется съ яйцомъ и такимъ образомъ оплодотворяетъ его.

Послѣ оплодотворенія оварій вмѣстѣ съ заключающимся въ немъ оплодотвореннымъ яйцомъ отрывается и падаетъ на дно, гдѣ послѣ нѣкотораго періода покоя яйцо прорастаетъ. Процессъ начинается дѣленіемъ яйца на двѣ клітки, маленькую состоящую почти цѣликомъ изъ протоплазмы, и болѣе крупную, полную крахмальныхъ зеренъ. Болѣе крупная клітка служитъ просто, какъ запасъ питанія для растущаго растенія, которое развивается исключительно изъ маленькой клітки. Последняя дѣлится на двѣ клітки, изъ которыхъ одна растетъ внизъ, какъ корневая нить, другая вверхъ въ видѣ побѣга, состоящаго сначала изъ одного ряда клітокъ (рис. 48). Скоро на этомъ побѣгѣ образуются два узла



(*nd*); изъ нихъ отъ нижняго отходятъ ризоиды (*rh*), а верхній производитъ нѣсколько листьевъ (*l*), и маленький отростокъ, который сначала одноклѣточенъ, но скоро, подобно верхушечной клѣткѣ *Nitella*, дѣлается верхушечной почкой (*term. bud*) и вырастаетъ во взрослое растеніе.

Отсюда ясно, что развитіе *Nitella* замѣчательно тѣмъ, что взрослое растеніе не образуется прямо изъ оплодотвореннаго яйца, но послѣднее производитъ сначала зачатокъ, совершенно непохожій по строенію на взрослое растеніе, и что взрослое растеніе образуется изъ зачатка, въ видѣ боковой почки.



## ЛЕКЦІЯ XXI.

### Г и д р а.

Мы видѣли, что у растений, какъ у водорослей, такъ и у грибовъ, послѣ простой кѣтки ближайшая ступень морфологической дифференцировки есть линейный кѣточный агрегатъ. У животныхъ мы не знаемъ формъ на этой стадіи, и непосредственно послѣ наиболѣе развитыхъ однокѣточныхъ животныхъ, каковы рѣсничныя инфузоріи, мы находимъ настоящіе тѣлесные кѣточные агрегаты. Особенности такихъ организмовъ и основныя отличія ихъ отъ растений, описанныхъ въ двухъ предыдущихъ лекціяхъ, будутъ намъ ясны изъ изученія одного изъ мелкихъ организмовъ, которые извѣстны подъ названіемъ „прѣсноводныхъ полиповъ“ и принадлежать къ роду *Hydra*.

Хотя гидра довольно обыкновенна въ стоячихъ водахъ, однако ее не всегда легко найти, такъ какъ она рѣдко встрѣчается въ большихъ количествахъ и не сразу бросается въ глаза. Всего легче ее можно отыскать, если въ прозрачный стеклянный сосудъ или чашечку взять воды съ растеніями изъ пруда и нѣсколько минутъ наблюдать спокойно; если охота была удачна, то можно видѣть на стѣнкахъ или на днѣ сосуда или на растеніяхъ маленькія, бѣлыя, бурья или зеленныя тѣла толщиной въ тонкую нить и длиною отъ 2 — 6 мм. Они очень крѣпко прикрѣплены однимъ концомъ, а наблюденія съ помощью карманной лупы показываютъ намъ, что отъ свободнаго конца отходить нѣкоторое количество тонкихъ едва видимыхъ простымъ глазомъ нитей.



При слабомъ увеличеніи сложнаго микроскопа видно, что гидра (рис. 49, В) имѣетъ цилиндрическое тѣло, прикрѣплен-  
ное плоскимъ основаніемъ или ножнымъ дискомъ къ растенію



Рис. 49.

# Г и д р а.

А Два живыхъ экземпляра *Hydra viridis*, прикрѣпленные къ растенію. Более крупный экземпляръ (слѣва) совершенно вытянутъ и показываетъ удлинненное тѣло, которое несетъ три почки на разныхъ стадіяхъ развитія, а на дистальномъ концѣ окруженный щупальцами (*t*) гипостомъ (*hyp*). Одно изъ щупалецъ захватало материнскую водяную блоху (*a*). Меленький экземпляръ (справа) находится въ сокращенномъ состояніи, а щупальцы (*t*) являются въ видѣ сосочковъ.

В *Hydra fusca*; *mth* гипостомъ; *t* щупальца, *spu* два сперматія; *ovu* оваріи.

С Гидра, ползающая подобно гусеницѣ.

Д Гидра, ползающая на щупальцахъ.



или къ какому-нибудь другому предмету; на противоположномъ или дистальномъ концѣ оно несетъ конусовидное возвышеніе, гипостомъ (*hyp*), на вершинѣ котораго находится круглое отверстіе, ротъ (*mtb*). На границѣ между гипостомомъ и собственно тѣломъ отходятъ 6—8 тонкихъ щупалецъ (*s*), расположенныхъ кружкомъ или мутовкой. Продольные разрѣзы показываютъ, что тѣло полое и заключаетъ объемистую пищеварительную полость, *enteron* (рис. 50, *A*), которая посредствомъ рта находится въ сообщеніи съ окружающей водой. Щупальца также полые, и ихъ полости сообщаются съ кишечной полостью (рис. 50).

Есть три вида Нудга: одинъ *H. vulgaris*, безцвѣтная или почти безцвѣтная, другой *H. fusca*, красновато-желтаго или бураго цвѣта, третій *H. viridis* ярко-зеленаго цвѣта. У двухъ послѣднихъ видовъ совершенно ясно даже при слабомъ увеличеніи, что окраска принадлежитъ внутренней поверхности стѣнки тѣла, а наружная поверхность образована прозрачнымъ безцвѣтнымъ слоемъ.

Гидру легко продолжительное время наблюдать подъ микроскопомъ, если ее вмѣстѣ съ растеніемъ помѣстить въ часовое стекло или въ плоскую чашечку, и такимъ образомъ можно хорошо изучить ея привычки.

Прежде всего можно замѣтить, что ея форма постоянно мѣняется. То она вытягивается (рис. 49, *A*; слѣва) до того, что ея длина превышаетъ въ 15 разъ ея діаметръ, и щупальца являются въ видѣ длинныхъ, тонкихъ нитей; то она сокращается (рис. 49, *A*, справа) почти въ шаровидную массу, и щупальца являются въ видѣ маленькихъ сосочковъ.

Кромѣ этого растяженія и сокращенія гидра можетъ также медленно передвигаться съ мѣста на мѣсто. Она дѣлаетъ это на манеръ гусеницы (рис. 49, *C*): тѣло изгибается, и дистальный конецъ его касается поверхности; затѣмъ ножной дискъ отстаетъ и приближается къ дистальному концу, который снова двигается дальше и т. д. Наблюдали также, что она ползаетъ при помощи своихъ щупалецъ, подобно карахатицѣ (*D*), причѣмъ тѣло стоитъ почти вертикально.

Можно также наблюдать, какъ гидра питается. Это очень прожорливое созданіе, и интересно видѣть, какъ она ловитъ и



пожираетъ свою добычу. Въ водѣ, въ которой она живетъ, есть всегда множество „водяныхъ блохъ“, маленькихъ животныхъ около 1 мм. въ длину, принадлежащихъ къ группѣ ракообразныхъ, къ которой принадлежатъ также раки, омары, крабы, креветки и др.

Водяныя блохи плаваютъ очень быстро, и случайно можно видѣть, какъ какая-нибудь изъ нихъ приходитъ въ соприкосновеніе съ щупальцемъ гидры. Моментально ея дѣятельныя движенія прекращаются, и она какъ бы пристаетъ къ щупальцу гидры. Если гидра не голодна, то она обыкновенно спустя нѣкоторое время освобождаетъ свою добычу, и тогда можно видѣть, что водяная блоха сначала падаетъ, какъ камень въ водѣ, но въ концѣ концовъ расправляетъ свои члены и начинаетъ плавать. Если же гидра голодна, то постепенно сокращаетъ щупальце, пока не подведетъ добычу ко рту, причемъ и другія щупальца оказываютъ содѣйствіе. Водяная блоха такимъ образомъ подносится къ самой верхушкѣ гипостома, ротъ широко раскрывается и схватываетъ ее, и наконецъ она поступаетъ внизъ въ пищеварительную полость. Часто можно видѣть, что тѣло гидры вслѣдствіе недавно проглоченной пищи вздуто въ одномъ или нѣсколькихъ мѣстахъ.

Тонкое строеніе гидры всего лучше можно узнать, если сдѣлать изъ нея серію тонкихъ разрѣзовъ и изслѣдовать ихъ при сильномъ увеличеніи. Продольный разрѣзъ черезъ тѣло гидры изображенъ на рис. 50, А.

Здѣсь можно видѣть, что все животное состоитъ изъ клѣтокъ, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ протоплазмы съ большимъ ядромъ и съ вакуолей или безъ вакуоли. Какъ у большинства животныхъ клѣтокъ, клѣточной оболочки нѣтъ. Слѣдовательно, гидра есть тѣлесный агрегатъ, но способъ расположенія ея клѣтокъ очень характеренъ и сразу отличаетъ ее отъ растенія.

Существенная особенность въ расположеніи клѣтокъ та, что онѣ расположены въ два слоя вокругъ центральной пищеварительной полости, а также полости щупалецъ (рис. 51), такъ что стѣнка тѣла вездѣ состоитъ изъ наружнаго слоя клѣтокъ, *эктодермы* (*ec*), и внутренняго слоя, *энтодермы* (*en*), ограничивающей пищеварительную полость. Между обоими слоями



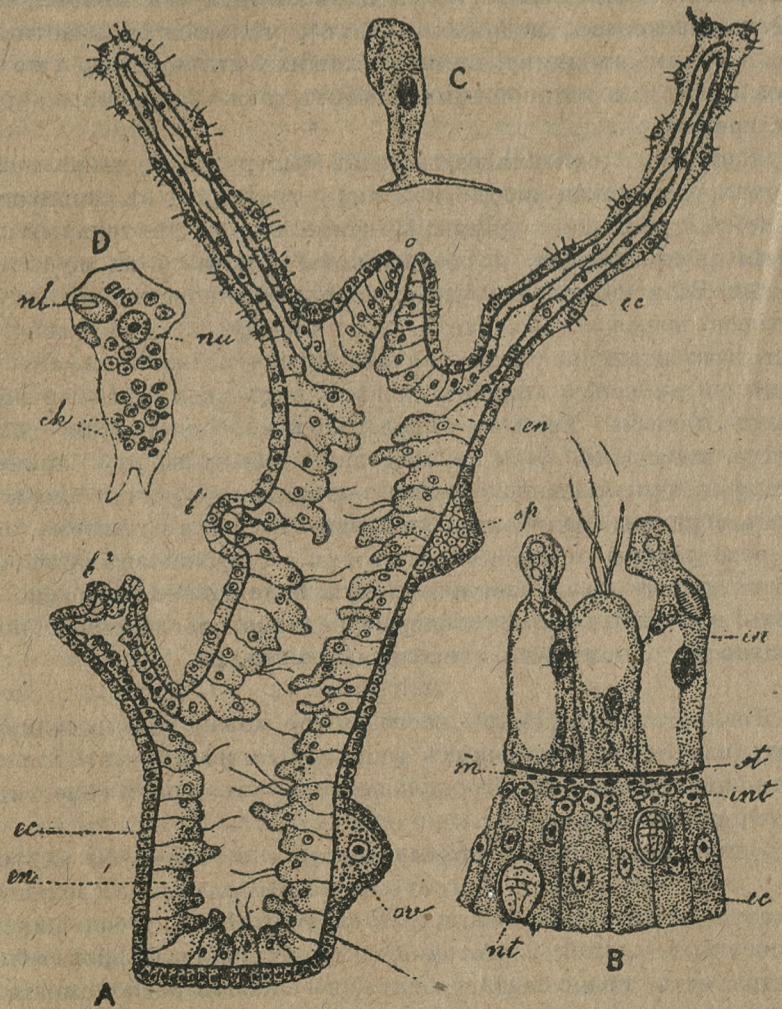


Рис. 50.

# Н у д р а

А продолжный разрѣзъ всего животнаго: стѣнка тѣла состоитъ изъ эктодермы (ec) и энтодермы (en); пищеварительная полость открывается наружу посредствомъ рта (o). На лѣвой сторонѣ видны двѣ почки (b<sup>1</sup>, b<sup>2</sup>) на различныхъ стадіяхъ развитія; на правой сторонѣ спермарій (sp) и оварій съ однимъ яйцомъ (ov).



В Часта поперечнаго разрѣза при болѣе сильномъ увеличеніи; видны большія эктодермическія клѣтки (*ec*), промежуточныя клѣтки (*int*) и нематоциты (*nt*); слой перерѣзанныхъ поперекъ мускульныхъ отростковъ (*m*) и опорная пластинка (*st*); клѣтки энтодермы (*en*) съ большими вакуолями, ядрами, псевдоподіями и жгутиками. Энтодермическая клѣтка направо содержитъ маленькую діатому.

С Большая эктодермическая клѣтка съ мускульнымъ отросткомъ.

Д Энтодермическая клѣтка отъ *Nyctea viridis* съ ядромъ (*ni*), хроматофорами (*ch*) и нематоцитомъ (*nt*).

находится тонкая прозрачная перепонка, опорная пластинка (*st*). На поперечномъ разрѣзѣ можно видѣть, что клѣтки въ обоихъ слояхъ расположены радіально (рис. 50, В).

Такимъ образомъ гидра есть двуслойное животное и можетъ быть сравнена съ трубкой, стѣнки которой состоятъ изъ двухъ слоевъ радіально расположенныхъ кирпичей, при чемъ пространство между обоими слоями занято известью или цементомъ.

Точное изслѣдованіе тонкихъ разрѣзовъ, а также особей, расщипанныхъ иглами на мелкіе кусочки, показываетъ, что строеніе на самомъ дѣлѣ еще сложнее.

Клѣтки эктодермы двухъ сортовъ. Прежде всего бросаются въ глаза большія клѣтки конической формы (рис. 50, В, *ec*), при чемъ основанія конусовъ обращены наружу, а вершины — внутрь. Между внутренними сужеными ихъ концами остаются промежутки; эти промежутки выполнены клѣтками другого сорта (*int*), маленькими, кругловатыми тѣльцами, которыя лежатъ тѣсно скученными между своими болѣе крупными товарищами; ихъ называютъ промежуточными клѣтками.

Внутренніе концы крупныхъ эктодермическихъ клѣтокъ продолжаютъ въ узкіе заостренные отростки (*C*), расположенные подъ прямымъ угломъ къ самимъ клѣткамъ и параллельно продольной оси тѣла. Это слой продольно идущихъ мускульныхъ отростковъ, лежащій непосредственно снаружи опорной пластинки (*B*, *m*). Повидимому они обладаютъ, подобно осевому волокну *Vorticella*, высокой степенью сократимости, такъ какъ почти моментальное сокращеніе всего тѣла происходитъ главнымъ образомъ благодаря быстрому и одновременному ихъ сокращенію. Быть можетъ клѣтки эктодермы обладаютъ одновременно и сократимостью, и раздражимостью, при чемъ му-



скульнымъ отросткамъ присуща особая степень сократимости, а сами клѣтки обладаютъ раздражимостью, такъ что малѣйшее дѣйствующее на нихъ раздраженіе сопровождается непосредственнымъ сокращеніемъ всего тѣла. Впрочемъ имѣются и особыя чувствительныя клѣтки съ выдающейся на поверхности тугою щетинкой.

Въ нѣкоторыхъ изъ большихъ эктодермическихъ клѣтокъ находится свѣтлые овальные мѣшки съ очень рѣзко очерченными стѣнками (В, ит); это стрекательныя капсулы или нематоцисты. Какъ у живыхъ животныхъ, такъ и на разрѣзахъ онѣ обыкновенно имѣютъ видъ, изображенный на рис. 50, В, или рис. 51, А; но часто ихъ находятъ также въ состояніи, изображенномъ на рис. 51, В, т.-е., съ короткой, конической, отходящей отъ отверстія мѣшка трубкой, вооруженной тремя, обращенными назадъ шипами и нѣсколькими подобными отростками меньшей величины и переходящей на дистальномъ концѣ въ длинную, тонкую гибкую нить.

Точное изслѣдованіе стрекательныхъ капсулъ показываетъ, что строеніе этихъ замѣчательныхъ тѣлъ таково: каждая состоитъ изъ плотнаго мѣшка (рис. 51, А), одинъ конецъ котораго впяченъ внутрь, какъ полый карманъ; свободный конецъ послѣдняго продолжается въ полую свернутую нить и несетъ на своей внутренней поверхности шипы. Все пространство между стѣнками мѣшка и карманомъ наполнено жидкостью. Когда производится давленіе на наружную стѣнку мѣшка, весь аппаратъ разряжается (В), давленіе жидкости выталкиваетъ сначала вооруженный шипами карманъ, а затѣмъ и нить, пока на конецъ и то и другое выворачивается и выбрасывается наружу.

При помощи нематоцистовъ (сходство которыхъ съ трихостисами *Ragathaesius* невольно обращаетъ на себя вниманіе) гидра можетъ парализовать свою добычу. Быть можетъ образуется какой-нибудь специфическій ядъ, который вмѣстѣ съ нитью вводится въ рану у болѣе крупныхъ представителей той группы, къ которой принадлежитъ гидра, напр., у медузъ, нематоцисты оказываютъ на человѣческую кожу подобное же дѣйствіе, какъ жгучіе волоски крапивы.

Нематоцисты образуются въ особыхъ промежуточныхъ клѣткахъ, которыя вначалѣ находятся на нѣкоторомъ разстояніи



отъ поверхности. Но затѣмъ эти клѣтки приближаются къ поверхности и лежатъ между большими эктодермическими клѣтками. На своей свободной поверхности эти клѣтки имѣютъ тонкій заостренный отростокъ. Можно предполагать, что малѣйшее прикосновеніе къ этому отростку вызываетъ сокращеніе

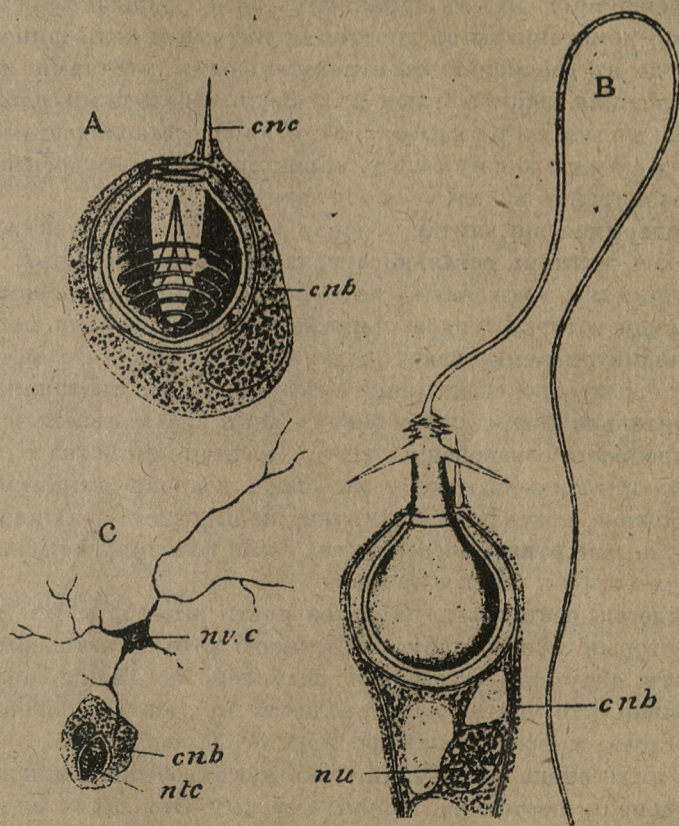


Рис. 51.

### Стрекательныя клѣтки гидры (по Шнейдеру).

Стрекательная капсула въ своей клѣткѣ (cnc) съ отросткомъ (cnc) и свернутой нитью.

В Клѣтка послѣ выбрасыванія нити; при основаніи нити видны крупныя и мелкія шипы; nc ядро.

С Стрекательная клѣтка въ соединеніи съ отросткомъ нервной клѣтки nc.



клетки, и сжатая такимъ образомъ стрекательная капсула моментально разряжается.

Нематоциты находятся въ дистальномъ отдѣлѣ тѣла и отсутствуютъ въ основаніи и въ проксимальномъ отдѣлѣ, гдѣ также нѣтъ и промежуточныхъ клетокъ.

Особенно много ихъ въ щупальцахъ; здѣсь попадаютъ также маленькіе нематоциты съ короткими нитями и безъ шиповъ.

Иногда въ соединеніи съ стрекательными клетками находятъ маленькія неправильныя клетки съ небольшими ядрами; это—нервные клетки (рис. 51, *C, no. c*), составляющія зачаточную нервную систему, характеръ которой удобнѣй будетъ разсмотрѣть въ слѣдующей лекціи.

Эктодермическія клетки основанія или ножного диска отличаются отъ клетокъ остального тѣла своей зернистостью. Эти зерна, вѣроятно, доставляютъ матеріалъ для клейкаго вещества, при помощи котораго гидра прикрѣпляется, и потому могутъ быть разсматриваемы, какъ продукты деструктивнаго метаболизма, т. е. какъ происшедшія путемъ превращенія протоплазмы, приблизительно такимъ же образомъ, какъ крахмальные зерна. Этотъ процессъ образованія внутри клетки извѣстнаго продукта, который накапливается и въ концѣ концовъ выдѣляется на свободной поверхности клетки, называется отдѣленіемъ секрета, и клетки, способныя къ такой функціи, называются железистыми клетками.

Энтодерма состоитъ по большей части изъ большихъ клетокъ, которыя превосходятъ величиною клетки эктодермы и содержатъ одну или нѣсколько вакуолей; послѣднія иногда такъ велики, что протоплазма сводится къ тонкому поверхностному слою, содержащему ядро (рис. 50, *B, en*).

Ихъ видъ очень измѣнчивъ, такъ какъ свободныя или внутренній конецъ постоянно мѣняетъ форму. Это легко видѣть дѣлая поперечные разрѣзы черезъ живую гидру. На нихъ видно что клетки энтодермы посылаютъ въ пищеварительную полость длинныя, тупыя псевдоподіи, а мѣстами втягиваютъ псевдоподіи и выпускаютъ 1—3 жгута. Такимъ образомъ энтодермическія клетки гидры наглядно иллюстрируютъ существенное сходство жгутовъ и псевдоподій, о которомъ мы упоминали раньше. Около рта энтодерма расположена продоль-



ными складками, такъ что при глотаніи пищи возможно расширение рта.

Среди обыкновенныхъ энтодермическихъ клѣтокъ находятся узкія, длинныя, сильно зернистыя клѣтки. Особенно обильны онѣ въ дистальномъ отдѣлѣ тѣла, ниже основанія щупалецъ и около рта, но отсутствуютъ въ щупальцахъ и въ нижнемъ отдѣлѣ тѣла. Вѣроятно, это железистыя клѣтки, выделяющія жидкость, которая содѣйствуетъ перевариванію пищи.

У *Hydra viridis* клѣтки энтодермы содержатъ хроматофоры (рис. 50. D), окрашенные въ зеленый цвѣтъ хлорофилломъ и совершающіе ту же функцію, какъ и у растений, такъ что у этого вида животное питаніе пополняется растительнымъ. Есть основанія думать, что эти хроматофоры можно разсматривать какъ находящіеся въ сожительствѣ водоросли, подобно тѣмъ, которыя мы видѣли у радіолярій. У *Hydra fusca* находятся тѣла, похожія на эти хроматофоры, но они оранжеваго или бураго цвѣта и лишены хлорофилла. Бурыя и черныя зерна встрѣчающіяся въ клѣткахъ, кажется, происходятъ отчасти вслѣдствіе дегенераціи хроматофоровъ, отчасти, какъ продукты выдѣленія.

Въ связи съ клѣтками энтодермы находятся также мускульные отростки, которые идутъ въ поперечномъ направленіи, т.-е. подъ прямымъ угломъ къ подобнымъ же отросткамъ энтодермическихъ клѣтокъ.

Когда водяная блоха или какой-нибудь маленькій организмъ проглатывается гидрой, онъ подвергается постепенно процессу распаденія. Этотъ процессъ начинается раствореніемъ мягкихъ частей подъ вліяніемъ выделяемой железистыми клѣтками пищеварительной жидкости, и, повидимому, завершается тѣмъ, что энтодермическія клѣтки захватываютъ своими псевдоподіями маленькія частицы и поглощаютъ ихъ подобно амебѣ. Часто можно наблюдать, что выпущенныя во время пищеваренія псевдоподіи почти совершенно выполняютъ пищеварительную полость.

Поэтому можно думать, что у гидры процессъ пищеваренія или растворенія пищи до нѣкоторой степени в н у т р и к л ѣ т о ч н ы й, т. е. совершается внутри самихъ клѣтокъ, какъ у амобы и *Paramecium*; но главнымъ образомъ онъ в н ѣ к л ѣ т о ч н ы й,



т. е. совершается въ особой, ограниченной клѣтками пищеварительной полости.

Клѣтки эктодермы прямо не принимаютъ пищи, но питаются исключительно путемъ диффузіи со стороны энтодермы. Такимъ образомъ, оба слоя имѣютъ различныя функціи: эктодерма служитъ для защиты и обладаетъ чувствительностью; она образуетъ наружный покровъ животного и воспринимаетъ впечатлѣнія извнѣ; энтодерма, удаленная отъ прямого соприкосновенія съ внѣшнимъ міромъ, имѣетъ специальную функцію питания, такъ какъ только клѣтки энтодермы обладаютъ способностью переваривать пищу.

Здѣсь ясно выступаетъ рѣзкое различіе между перевариваніемъ пищи и ассимиляціей. Всѣ клѣтки гидры ассимилируютъ пищу, всѣ подлежатъ постоянному обмѣну и постоянной тратѣ веществъ, и потому всѣ должны образовать новую протоплазму, чтобы пополнять потери. Но однѣ только клѣтки энтодермы могутъ утилизировать грубую, еще непереваренную пищу; эктодерма пользуется уже различными переваренными продуктами, получаемыми путемъ осмоса отъ энтодермы.

Изъ предыдущаго описанія ясно, что гидру можно сравнить съ колоніей амевъ, въ которой различныя функціи распределены между различными особями, подобно тому какъ въ цивилизованной общинѣ функціи пекарей, мясниковъ и пр. исполняются не всѣми, а только нѣкоторыми членами общины. Мы можемъ поэтому сказать, что гидра представляетъ примѣръ индивидуализаціи; морфологически она равнозначна неопределенному количеству одноклѣточныхъ организмовъ, но такъ какъ они дѣйствуютъ совместно, причемъ одни исполняютъ одну функцію, другіе—другую, то съ фیزیологической точки зрѣнія они образуютъ не колонію совершенно независимыхъ особей, а одну многоклѣточную особь.

Подобно многимъ изъ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ организмовъ, гидра размножается двумя различными способами, половымъ и бесполомъ.

Бесполое размноженіе происходитъ путемъ почкованія. На тѣлѣ появляется маленькій бугорокъ (рис. 49, А, *bd*<sup>1</sup>), состоящій, какъ видно на разрѣзѣхъ, изъ группы клѣтокъ эктодермы;



но скоро онъ получаетъ характеръ полога выступа стѣнки тѣла, который содержитъ продолженіе кишечной полости и состоитъ изъ эктодермы, опорной пластинки и энтодермы (рис. 50, А, b<sup>1</sup>). Въ теченіе нѣсколькихъ часовъ этотъ выступъ сильно увеличивается и близъ его дистальнаго конца появляются 6—8 расположенныхъ въ кружокъ придатковъ (рис. 50, А, b<sup>2</sup>). Они растутъ и получаютъ видъ шупалецъ; на дистальномъ концѣ образуется ротъ, и вся почка получаетъ видъ маленькой гидры (рис. 49, А, b<sup>3</sup>). Наконецъ почка перетягивается при основаніи, отдѣляется отъ родительскаго организма и начинаетъ самостоятельную жизнь. Иногда одновременно образуются нѣсколько почекъ, и каждая изъ нихъ, прежде чѣмъ отдѣлится, образуетъ новыя почки; такимъ путемъ появляются временныя колоніи. Но почки раньше или позже отдѣляются, хотя онѣ часто начинаютъ поглощать пищу, еще находясь въ связи съ материнскимъ организмомъ.

Любопытно то, что гидра можетъ размножаться также путемъ искусственнаго дѣленія: пробовали рѣзать живое животное на нѣсколько частей, и каждая изъ такихъ частей выросла въ полную особь.

Какъ у *Vaucheria* и *Nitella*, половые органы или гонады двухъ сортовъ, спермаріи и оваріи. И тѣ, и другія находятся у одной и той же особи, такъ что гидра, подобно только что упомянутымъ растеніямъ, однодомна или гермафродитна.

Спермаріи (рис. 50, А, sp) представляютъ бѣлыя коническія возвышенія, расположенныя близъ дистальнаго конца тѣла. Обыкновенно ихъ бываетъ одновременно не болѣе одного или двухъ, но иногда можетъ быть до двадцати. Они совершенно безцвѣтны, даже у зеленой и бурой гидры и, повидимому, образуются исключительно изъ эктодермы.

Въ незрѣломъ состояніи спермарій состоитъ изъ небольшой кучки промежуточныхъ клѣтокъ, покрытой слоемъ плоскихъ клѣтокъ, происшедшихъ путемъ видоизмѣненія обыкновенныхъ большихъ клѣтокъ эктодермы. При созрѣваніи каждая изъ внутреннихъ маленькихъ клѣтокъ превращается въ сперматозоидъ, который состоитъ изъ маленькой яйцевидной головки, происшедшей изъ клѣточного ядра, и длиннаго, подвижнаго



хвоста, образовавшагося изъ протоплазмы. Вслѣдствіе разрыва покрывающихъ клѣтокъ, т.-е. стѣнки спермарія, сперматозонды освобождаются и свободно плаваютъ въ водѣ.

Оваріи (рис. 49 и 50) находятся ближе къ проксимальному концу тѣла и варьируютъ въ числѣ отъ одного до восьми. Въ зрѣломъ состояніи оварій крупнѣе, чѣмъ спермарій и имѣетъ полушаровидную форму. Онѣ происходятъ подобно спермарію, въ видѣ скопленія промежуточныхъ клѣтокъ, такъ что на раннихъ стадіяхъ полъ гонады еще не опредѣлился. Но тогда какъ

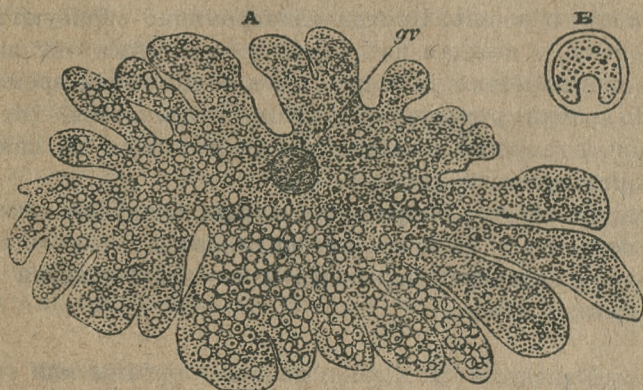


Рис. 52.

Яйцо *Hydra viridis* съ псевдоподіями, ядромъ (гу), хроматофорами и желточными шариками.

В Отдѣляемый желточный шарикъ.

(По Клейненбергу).

въ спермаріи каждая клѣтка обращается въ сперматозондъ, въ оваріи одна клѣтка скоро начинаетъ расти быстрѣе остальныхъ, получаетъ амебовидную форму, вытягиваетъ псевдоподіи между соедѣнными клѣтками и, поглощая обломки, на которые распадаются послѣднія, постепенно увеличивается на ихъ счетъ. Въ концѣ концовъ оварій состоитъ только изъ одного амебовиднаго яйца (рис. 52) и изъ слоя поверхностныхъ клѣтокъ, образующихъ вокругъ него капсулу. Во время роста яйца въ немъ образуются желточные шарики (рис. 52), малень-



кля закругленные тѣльца, состоящія изъ белковыхъ веществъ, а у зеленой гидры появляются и зеленые хроматофоры.

Когда оварій созрѣлъ, яйцо втягиваетъ свои псевдоподіи и получаетъ сферическую форму; сдѣвающая его капсула лопается, такъ что яйцо обнажается и становится доступнымъ для сперматозоидовъ. Одинъ изъ нихъ конъюгируетъ съ яйцомъ и такимъ путемъ образуется оплодотворенное яйцо или одноклѣточный зародышъ. Это яйцо дѣлится на большое число клѣтокъ, изъ которыхъ самыя наружныя образуютъ твердую оболочку или капсулу. Защищенный такимъ образомъ зародышъ падаетъ на дно и послѣ нѣкотораго періода покоя развивается въ гидру. Такъ какъ исторія развитія этого животнаго представляетъ нѣкоторыя особенности, не легко понятныя для начинающаго, то мы не будемъ подробно описывать ее. Весьма важныя измѣненія, путемъ которыхъ оплодотворенное яйцо многоклѣточного животнаго превращается во взрослую особь, будутъ рассмотрѣны въ слѣдующей лекціи.



## ЛЕКЦІЯ XXII.

### Гидроидные полипы: *Bougainvillea*, *Diphyes* и *Porpita*.

Въ предыдущей лекціи было упомянуто, что у гидры почки иногда отдѣляются не сейчасъ же, а могутъ, находясь въ соединеніи съ материнскимъ организмомъ, въ свою очередь образовать новыя почки, вслѣдствіе чего образуются временныя колоніи.

Если предположить, что такое состояніе продолжается неопредѣленное время, то въ результатъ получается древовидная колонія или сложный организмъ, состоящій изъ стволика со множествомъ вѣтвей, изъ которыхъ каждая оканчивается подобнымъ гидрѣ зооидомъ. Такая колонія будетъ стоять въ такомъ же отношеніи къ гидрѣ, какъ *Zoothamnium* стоитъ къ *Vorticella*.

Мы видимъ это на самомъ дѣлѣ у большой группы животныхъ, близко стоящихъ къ гидрѣ и извѣстныхъ подъ названіемъ гидроидныхъ полиповъ.

Многимъ хорошо извѣстны находимыя на морскомъ берегу сергулярии, которыя часто ошибочно принимаются за морскія растения: это тонкія, многократно развѣтвленные, полупрозрачныя образованія роговой консистенціи; вѣтви усажены маленькими бокалами, изъ каждаго при жизни животнаго высовывается подобное гидрѣ тѣло.

Для нашей цѣли-весьма подходящій родъ есть *Bougainvillea*, гидроидный полипъ, встрѣчающійся въ видѣ маленькихъ кустиковъ, длиною въ нѣсколько сантиметровъ, на ска-



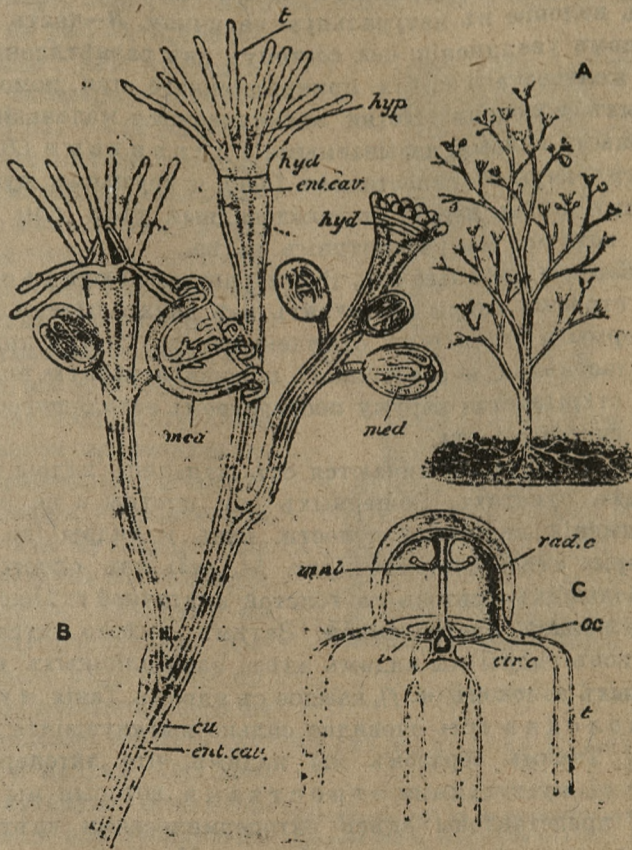


Рис. 53.

*Bougainvillea ramosa.*

А Живая колония въ натуральную величину, съ развитыми стволикомъ и дорветидными органами прирѣпленія.

В Часть ея при небольшомъ увеличеніи: покрытый кутикулой (cu) развитый стволъ несетъ гидранты (hyd) и медузы (med); изъ послѣднихъ одна почти зрѣлая другая еще неразвита: каждый гидрантъ имѣетъ окружающій гипостомъ (hyp) въ видѣ щупалецъ (t) и пищеварительную полость (ent. cav), продолжающуюся въ узкій каналъ внутри стебля.

С Свободная медуза: видны колоколь съ щупальцами (t), velum (v), manubrium (mb), радиальные каналы (rad. c), кольцевой каналъ (cir c.) и главные пятна (oc) (см. Альману).



лахъ и другихъ подводныхъ предметахъ. Рис. 53, *A* показываетъ колонію въ натуральную величину, *B*—часть ея при небольшомъ увеличеніи; она состоитъ изъ развѣтвленнаго стволика желтоватаго цвѣта, прикрѣпленнаго при помощи корне-видныхъ волоконъ. Вѣтви заканчиваются маленькими гидро-подобными тѣлами, называемыми гидрантами (*B, hyd*), каждый гидрантъ съ гипостомомъ (*hyp*), и кружкомъ щупалець (*t*). Боковыя вѣтви несутъ колоколовидныя тѣла или медузы (*med*), которыя мы рассмотримъ далѣе.

Разрѣзы показываютъ, что гидранты имѣютъ въ существенномъ строеніе гидры и состоятъ изъ двухъ слоевъ клѣтокъ—эктодермы и энтодермы, отдѣленныхъ другъ отъ друга опорной пластинкой, и заключаютъ пищеварительную полость, которая открывается наружу посредствомъ находящагося на вершинѣ гипостома рта.

Но щупальца отличаются отъ щупалець гидры въ двухъ важныхъ пунктахъ. Во-первыхъ они плотны и не содержатъ продолженія кишечной полости, какъ у гидры (ср. рис. 50); энтодерма здѣсь состоитъ (рис. 54, *end*) изъ одного осевого ряда большихъ клѣтокъ съ толстой клѣточной стѣнкой и вакуолизированной протоплазмой. Затѣмъ вмѣсто мускульныхъ отростковъ гидры мы видимъ здѣсь слой длинныхъ веретенообразныхъ волоконъ (*m. f*), каждое съ ядромъ. Такія мускульныя волокна суть очевидно сильно вытянувшіяся въ длину клѣтки. Такимъ образомъ мы видимъ, что эктодермическія клѣтки съ мускульными отростками, которыя мы нашли у гидры, представлены здѣсь эктодермическими клѣтками съ прилежащими мускульными клѣтками. Мы имѣемъ здѣсь слѣдовательно отчасти промежуточный слой клѣтокъ между эктодермой и энтодермой, въ придачу къ студенистой опорной пластинкѣ, и такимъ образомъ, хотя гидроидные полипы, подобно гидрѣ, суть двуслойныя животныя, они показываютъ наклонность сдѣлаться трехслойными.

Стволикъ состоитъ изъ тѣхъ же слоевъ и заключаетъ полость (*ent. cav.*), сообщающуюся съ полостями гидрантовъ, и такимъ образомъ строеніе гидроиднаго полипа подобно строенію гидры, у которой процессъ почкованія повторяется неограниченное число разъ, при чемъ почки не отдѣляются. Въ ство-



дикъ присоединяется еще придаточный слой, служащій для защиты и опоры. Ясно, что если бы колонія такой величины, какъ показано на рис. 53, А, состояла только изъ мягкихъ клетокъ эктодермы и энтодермы, то она была бы такъ слаба и неустойчива, что едва ли бы могла выдерживать собственный вѣсъ даже въ водѣ. Для этой цѣли и служить слой прозрачнаго желтоватаго вещества, роговой консистенціи, такъ называемая кутикула, которая окружаетъ снаружи эктодерму стволика, простирается на развѣтвленія и прекращается только при основаніи гидрантовъ и медузъ. Эта кутикула одна только остается послѣ смерти и распаденія организма въ видѣ полупрозрачнаго развѣтвленнаго образованія, похожаго по внѣшнему виду на живую колонію, но безъ гидрантовъ и медузъ. Слѣдовательно, кутикула есть опорный органъ или скелетъ, который развивается не внутри тѣла, какъ наши кости или какъ твердыя волокна эвглены и парамеція, иглы радиолярии (внутренній скелетъ), а подобно панцирю рака или оболочкѣ хламидомонады соотв. раковинкѣ корненожки, покрываетъ снаружи мягкія части (наружный скелетъ).

Что касается способа образованія кутикулы, то мы видѣли, что хламидомонада, образуетъ клеточную стѣнку, выделяя на

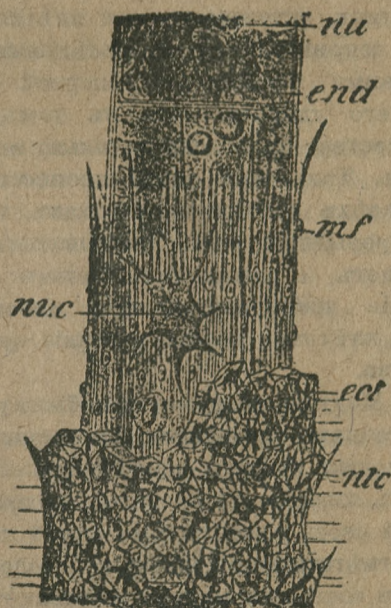


Рис. 54.

Часть щупальца *Eusorella*.

Въ нижней части рисунка видны клетки эктодермы (*ect*) съ немагоцитами (*nuc*). Въ средней части эктодерма удалена, и видны мускульныя волокна (*m.f.*) и нервные клетки (*nuc*).

Въ верхней части мускульный и нервный слой удаленъ, и видны части двухъ клетокъ эктодермы (*end*); *nuc* ядро.



своей поверхности послѣдовательные слои целлюлозы. Но хламидомонада одноклѣточный организм и потому может образовать такой покровный слой на всей своей поверхности. Напротивъ эктодермическія клѣтки *Bougainvillea* своими боками соприкасаются съ сосѣдними клѣтками, а своими внутренними концами съ опорной пластинкой, такъ что нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что выдѣленіе скелетнаго вещества происходитъ только на наружной поверхности клѣтокъ. Такъ какъ этотъ процессъ совершается одновременно во всѣхъ сосѣднихъ клѣткахъ, то въ результатъ образуется непрерывный слой, покрывающій всю эктодерму. Наружный скелетъ, образованный такимъ образомъ, т. е. путемъ выдѣленія послѣдовательныхъ слоевъ на свободной поверхности клѣтокъ, носитъ названіе кутикулы въ тѣсномъ смыслѣ слова.

Медузы, которыя, какъ было упомянуто, сидятъ на боковыхъ вѣточкахъ, находятся на разныхъ стадіяхъ развитія; болѣе молодыя имѣютъ приблизительно шаровидную форму, тогда какъ совершенно развитыя похожи на колоколь, прикрѣпленный своей рукояткой къ одной изъ вѣтвей и имѣющій внутри соответствующій языку колокола хоботокъ. Достигнувши зрѣлаго состоянія медузы отрываются и плаваютъ свободно.

Разсмотримъ подробнѣе строеніе медузъ. Колоколь состоитъ изъ студенистаго вещества (рис. 55, *D*, *msgl*), покрытаго на наружной и внутренней поверхности тонкимъ слоемъ клѣтокъ (*ect*). Соответствующій языку колокола хоботокъ (*stapulum* (*mpb*)) состоитъ изъ двухъ слоевъ клѣтокъ, которые соответствуютъ эктодермѣ и энтодермѣ гидры и отдѣлены другъ отъ друга тонкимъ слоемъ студенистаго вещества. Хоботокъ этотъ полый, и его полость (рис. 55, *D*, *ent. cav*) открывается внизу, на свободномъ концѣ посредствомъ круглаго отверстія, рта (*mb*), служащаго для принятія пищи. На верхнемъ прикрѣпленномъ концѣ полость хоботка продолжается въ четыре радіальныхъ канала (рис. 53, *C*, *rad.* и рис. 55, *D*, и *D*<sup>1</sup>, *rad*), которые идутъ черезъ студенистое вещество колокола на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, подобно четыремъ меридіанамъ, и наконецъ впадаютъ въ идущій вокругъ края колокола кольцевой каналъ (*cir. c*). Вся си-



стема каналовъ выстлана слоемъ клѣтокъ (рис. 55, *D* и *D'*, *end*), который непрерывно продолжается во внутренній или энтодермальный слой хоботка; кромѣ того отъ одного радіальнаго канала до другого тянется черезъ студенистое, вещество колокола тонкая клѣточная полоска, энтодермальная пластинка (*D'*, *end. la*).

Отъ края колокола отходятъ четыре пары щупалець (рис. 53 С и рис. 55, *D*, *t*), каждая пара соотвѣтствуетъ радіальному каналу, а у основанія каждого щупальца находится маленькое пигментное пятно, гл а з н о е п я т н о. Наконецъ край колокола продолжается внутрь въ узкую кольцевую кайму, *velum* (*v*). На первый взглядъ, повидимому, очень мало сходства между медузой и гидрантомъ, но на самомъ дѣлѣ легко одну форму произвести отъ другой.

Предположимъ, что на короткомъ гидрантѣ или гидроподобномъ тѣлѣ съ четырьмя щупальцами (рис. 55, *A*, *A'*) область, отъ которой отходятъ щупальца, расширяется и образуетъ полный, вытянутый въ поперечномъ направленіи дискъ (*B*). Предположимъ далѣе, что этотъ дискъ изгибается и получаетъ форму чаши, вогнутость которой обращена къ гипостому, и что опорная пластинка сильно утолщается. Такимъ путемъ образовалась бы форма *C*, т.-е. медузоподобное тѣло съ колоколомъ и хоботкомъ, но заключающее въ толщѣ колокола вмѣсто четырехъ каналовъ общую полость. Но предположимъ, что наружная и внутренняя стѣнки этой полости растутъ навстрѣчу другъ другу, сходятся и облитерируютъ полость, оставляя только четыре узкихъ радіальныхъ промежутка (*D'*, *rad*) и кольцевидный промежутокъ у края колокола (*D'*, *cir. c*). Въ результатѣ вмѣсто общей полости получаютъ четыре радіальныхъ канала, выпадающіе съ одной стороны въ кольцевой каналъ, а съ другой въ полость хоботка и соединяющіеся другъ съ другомъ посредствомъ перепонки—энтодермальной пластинки (*end. la*), которая показываетъ прежнее протяженіе полости.

Отсюда слѣдуетъ, что наружный и внутренній слой хоботка соотвѣтствуютъ эктодермѣ и энтодермѣ, что студенистая ткань колокола есть чрезвычайно утолщенная опорная пластинка, что слой, покрывающій наружную и внутреннюю поверхность колокола, есть эктодермальный и клѣточный слой, выстилающій



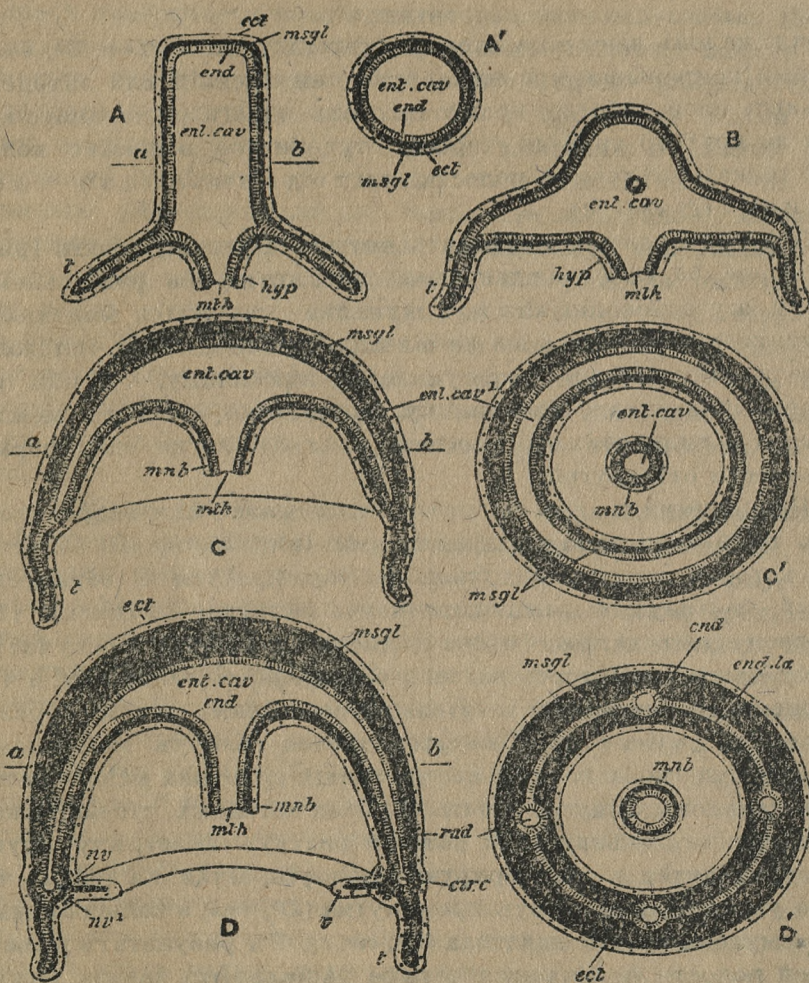


Рис. 55.

Схематические рисунки для иллюстрации происхождения формы медузы от формы гидранта. Во всех рисунках эктодерма (*ect*) обозначена точками, энтодерма (*end*) штрихами, студенистая опорная пластинка черная (*mscl*).

A Продольный разрез гидренидобного тѣла, показывающій трубообразное тѣло съ кишечной полостью (*ent. cav*) гипостомомъ (*hyp*), ртомъ (*mth*) и щупальцами (*t*).

A' Поперечный разрезъ его въ плоскости *ab*.

B Область щупалецъ расширяется дискообразно.

C Животное получаетъ форму колокола; гипостомъ (*hyp*) превращается въ хоботокъ (*mth*).



C' Поперечный разрѣзъ C въ плоскости *ab*; видна общая полость колокола.

D Развѣтая медуза; отъ полости колокола остаются только четыре радіальныхъ канала (*rad*) и кольцевой канал (*cir. c*); образуется *velum* (v) и двойное нервное кольцо (*nv*, *nv'*).

D' Поперечный разрѣзъ D въ плоскости *ab*, показывающій четыре соединенныхъ эктодермальной пластинкой (*end. la*) радіальныхъ канала (*rad*), пронесенныхъ путемъ обитериванія первоначально общей полости (C', *int. cav'*).

систему каналовъ, эктодермальный, также какъ и эктодермальная пластинка.

Такимъ образомъ медуза и гидрантъ суть одинаково построенныя или гомологичныя образованія, и колонія гидродовъ, подобно *Zoothamnium*, диморфна, такъ какъ содержитъ зооиды двухъ сортовъ.

Рано или поздно медузы отрываются отъ гидроидной колоніи и начинаютъ свободную жизнь. Въ этомъ состояніи ритмическое (т. е. происходящее черезъ правильные промежутки времени) сокращеніе мускуловъ колокола производить поперемянное сокращеніе и растяженіе всего органа, такъ что вода поперемянно то выталкивается изъ него, то снова вбирается въ него. Вслѣдствіе этого медуза толчками двигается въ водѣ. Движеніе совершается посредствомъ мускульныхъ волоконъ, находящихся на внутренней сторонѣ колокола и въ *velum*; но мускульныя волокна медузъ отличаются отъ такихъ же волоконъ гидранта тѣмъ, что обнаруживаютъ поперечную полосатость (рис. 56).

Слѣдуетъ еще обратить вниманіе на одинъ важный пунктъ въ строеніи медузы. На границѣ между *velum* и краемъ колокола, непосредственно подъ эктодермой лежитъ слой характерныхъ особыхъ развѣтвленныхъ клѣтокъ (рис. 56, B, n. c), которыя содержатъ большія ядра и вытягиваются въ длинные, похожіе на волокна, отростки. Эти нервныя клѣтки расположены такъ, что образуютъ двойное кольцо вокругъ края колокола, одно кольцо (рис. 55, D, *nv*) надъ, другое (*nv'*) подъ мѣстомъ прикрѣпленія *velum*. Неправильная сѣть подобныхъ клѣтокъ и волоконъ находится на внутренней или выгнутой поверхности колокола, между эктодермой и слоемъ мускульныхъ волоконъ. Совокупность ихъ образуетъ нервную систему медузы; двойное нервное кольцо есть центральная, а сѣть— периферическая нервная система.



Нѣкоторые отростки нервныхъ клѣтокъ стоятъ въ связи съ обыкновенными клѣтками эктодермы, которыя такимъ образомъ приводятъ нервную систему въ связь съ внѣшнимъ міромъ; другіе, вѣроятно, находятся въ связи съ мускульными волокнами.

Такимъ образомъ мы видимъ, что, тогда какъ хоботокъ медузы имѣетъ такое же простое строеніе, какъ гидрантъ или

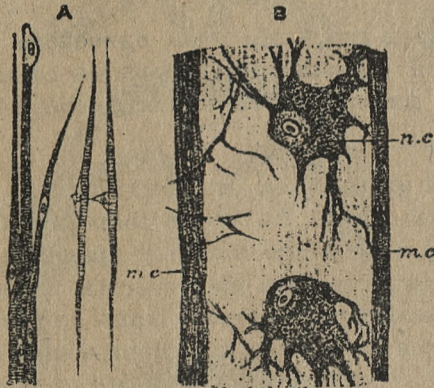


Рис. 56.

А Мускульныя волокна, съ внутренней поверхности колокола медузы отъ гидроднаго полна *Eusorella campulagis*: видны ядра и поперечная полосатость.

В Часть нервнаго кольца той же медузы: видны двѣ большія нервныя клѣтки (n. c.) и съ обѣихъ сторонъ мускульныя волокна m. c. (по Леиденфельду).

гидра, колоколь ея испытать очень значительную дифференцировку тканей. Его обыкновенныя эктодермическія клѣтки, вмѣсто того, чтобы быть большими и въ высокой степени сократительными, образуютъ тонкій клѣточный покровъ или эпителий на поверхности студенистой опорной пластинки; функцию сократительности онѣ по большей части передали мускульнымъ отросткамъ или волокнамъ и взяли на себя функции защитительнаго и чувствующаго слоя.

Подобнымъ же образомъ функция самостоятельнаго произвольнаго движенія,

которое присуще всему тѣлу гидры, перенесена на группу спеціально видоизмѣненныхъ эктодермическихъ клѣтокъ, составляющихъ центральную нервную систему. Если гидру разрѣзать на куски, то каждый изъ нихъ можетъ совершать обыкновенныя движенія растяженія и сокращенія; если же удалить нервное кольцо медузы, отрѣзавши край колокола, то ритмическія, правильныя движенія совершенно прекращаются, а колоколь парализуется въ своихъ движеніяхъ.

Она, однако, не дѣлается при этомъ совершенно неспособна



къ движенію, ибо сильное раздраженіе, т.-е. внѣшній стимулъ вызываетъ одиночное сокращеніе, показывающее, что мускулы еще сохраняютъ свою раадражимость. Но безъ внѣшняго стимула движенія не происходитъ, и каждый стимулъ вызываетъ неизмѣнно только одно сокращеніе. Присущая всему животному способность самостоятельнаго произвольнаго движенія, т.-е. движенія по собственному побужденію, теряется вмѣстѣ съ утратой нервной системы.

Другой примѣръ морфологической и фізіологической дифференцировки представляютъ пигментныя пятна (глазки), расположенныя при основаніи щупалецъ (рис. 53, С, ос.). Они состоятъ изъ группы эктодермическихъ кѣлокъ, въ которыхъ отложены зернышки темнокраснаго пигмента. Ихъ функція видна изъ слѣдующаго эксперимента.

Если стеклянный сосудъ съ медузами помѣстить въ темную комнату и освѣтить воду фонаремъ, то можно наблюдать, что всѣ животныя собираются по пути свѣтоваго луча, слѣдовательно, они чувствительны къ свѣту и привлекаются къ нему. Если же удалить пигментныя пятна, то этого не замѣчается: медузы не ищутъ свѣтоваго луча и не могутъ различать свѣтъ отъ темноты. Слѣдовательно помянутыя пигментныя пятна суть органы зрѣнія.

Мы видѣли, что у *Zoothamnium* существуютъ двѣ формы зооидовъ: питательные и воспроизводительные зооиды, и что послѣдніе отрываются, чтобы образовать новую колонію въ другомъ мѣстѣ.

То же самое мы видимъ и у *Bougainvillea*: гидранты суть чисто питательные зооиды, медузы, хотя онѣ и способны питаться, различаются specially, какъ воспроизводительные зооиды. Гонады находятся въ стѣнкахъ хоботка, между эктодермой и энтодермой; однѣ медузы имѣютъ только ovarii, другія только spermaria. Такимъ образомъ, въ то время какъ гидра гермафродитна или однополона, такъ какъ мужскія и женскія гонады встрѣчаются у одной и той же особи, *Bougainvillea* раздѣльнопола или двуполона, такъ какъ у однихъ особей встрѣчаются только мужскіе, у другихъ только женскіе половые продукты.



У некоторых гидроидовъ найдено, что половыя клѣтки, изъ которыхъ развиваются яйца и сперматозоиды, образуются не въ хоботкѣ медузы, но, повидимому, происходятъ изъ энтодермы стебелька гидроидной колоніи, а затѣмъ, пока они еще малы и неразвиты, перекачываются на свое окончательное мѣсто, гдѣ онѣ и довершаютъ свое развитіе<sup>1)</sup>. Но у *Bougainvillea* половые продукты образуются въ хоботкѣ.

Созрѣвшія медузы отрываются и уплываютъ отъ гидроидной колоніи. Сперматозоиды мужскихъ особей выбрасываются въ воду и достигаютъ оваріевъ женскихъ особей, гдѣ они обыкновеннымъ путемъ оплодотворяютъ яйца.

Измѣненія, путемъ которыхъ оплодотворенное яйцо или одноклѣточный зародышъ гидроидаго полипа превращается во взрослое животное, заслуживаютъ особаго вниманія. Процессъ начинается съ того, что оплодотворенное яйцо, еще заключенное въ материнскомъ тѣлѣ (рис. 57, А), дѣлится на двѣ части, такъ что образуется двуклѣточный зародышъ (В). Каждая изъ двухъ клѣтокъ дѣлится снова (С), и этотъ процессъ повторяется, такъ что зародышъ послѣдовательно состоитъ изъ 2, 4, 8, 16, 32 и т. д. клѣтокъ, пока, наконецъ, путемъ повторнаго дѣленія одной большой клѣтки, образующей исходный пунктъ ряда, образуется шаровидная масса изъ маленькихъ клѣтокъ (D, E). Зародышъ на этой стадіи сравниваютъ съ тутовой ягодой и называютъ *morula* или полипластомъ.

До сихъ поръ всѣ клѣтки зародыша одинаковы; это шаровидныя, протоплазматическія, содержащія ядра массы, принимающія вслѣдствіе взаимнаго давленія многогранную форму.

Но вскорѣ затѣмъ клѣтки, лежащія на поверхности, измѣняютъ свою форму, становятся цилиндрическими и располагаются въ радіальномъ направленіи (F). Такимъ путемъ поверхностный слой клѣтокъ или эктодерма дифференцируется отъ внутренней массы или энтодермы.

Зародышъ принимаетъ продолговатую форму и начинаетъ

---

<sup>1)</sup> Это странствованіе половыхъ клѣтокъ дѣлаетъ иногда вопросъ объ ихъ происхожденіи очень затруднительнымъ. У некоторыхъ гидроидовъ онѣ происходятъ изъ эктодермы, но очень рано перекачываются въ энтодерму.



совершать медленные, червеобразные движения, наконец, выходит из материнского тела и начинает свободную жизнь (Н). В это время клетки эктодермы снабжены ресничками, а вскоре затем в плотной до сих пор массе энтодермиче-

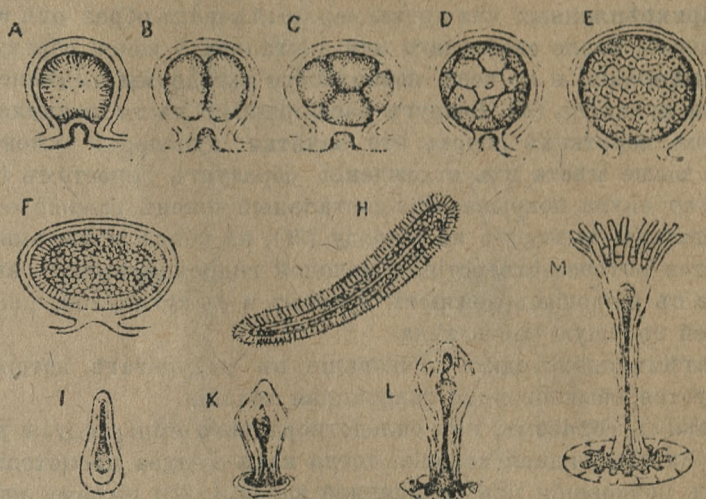


Рис. 57.

Стадии развития двух гидроидных полипов, *Laomedea flexuosa* (А—Н), *Eudendrium gastrosum* (I—М).

А Оплодотворенное яйцо.

В Двуклеточная стадия.

С Четырехклеточная стадия.

Д, Е Многоклеточная стадия.

Г Образование planula путем дифференцировки эктодермы и энтодермы (Въ А—Г зародышъ обернуть материнской тканью).

Н Свободно плавающая planula, показывающая снабженную ресничками эктодерму и заключающую узкую пищеварительную полость энтодерму.

І Planula, потерявшая реснички и готовая прикрепиться.

К Прикрепившаяся planula.

Л Гидроподобная стадия, еще заключенная въ кутикулу.

М Она же послѣ разрыва кутикулы и освобожденія щупалецъ (по Альмау).

скихъ клетокъ образуется полость; это зачатокъ пищеварительной полости. На этой стадіи зародышъ называютъ planula; онъ медленно плаваетъ въ водѣ при помощи своихъ ресничекъ, при чемъ болѣе широкій конецъ при движеніи обра-



шенъ впередъ. Затѣмъ онъ теряетъ рѣсницы, опускается на камень, раковину, водное растеніе или вообще на какой-нибудь находящійся въ водѣ предметъ, принимая вертикальное положеніе и прикрѣпляясь своимъ болѣе широкимъ концомъ (I).

Прикрѣпленный или проксимальный конецъ образуетъ ножной дискъ; около свободного или дистальнаго конца образуется расширеніе, и по всей поверхности эктодермы выделяется тонкая кутикула (K). Вокругъ расширенной части появляется кружокъ короткихъ почекъ: это зачатки щупалецъ; суженная часть выше мѣста ихъ отхожденія образуетъ гипостомъ (L). Скоро кутикула, покрывающая дистальный конецъ, разрывается, и щупальцы выходятъ на свободу (M); на концѣ гипостома образуется ротовое отверстіе, и молодой гидроидъ имѣетъ видъ гидры съ широкимъ ножнымъ дискомъ и съ кутикулой, покрывающей большую часть тѣла.

Затѣмъ происходитъ почкованіе, въ результатъ котораго образуется обыкновенная гидроидная колонія.

Такимъ образомъ, изъ оплодотвореннаго яйца медузы развивается гидроидная колонія, тогда какъ медуза происходитъ путемъ почкованія изъ гидроидной колоніи. Мы имѣемъ здѣсь такъ наз. перемежающееся размноженіе, при чемъ безполое поколѣніе (гидроидная колонія) производитъ путемъ почкованія половое поколѣніе (медуза), которое въ свою очередь производитъ безполое поколѣніе путемъ полового процесса, т.-е. путемъ конъюгаціи яйца и сперматозоида.

Въ заключеніе этой лекціи мы вкратцѣ рассмотримъ два другихъ гидроида.

На поверхности океана находятъ во многихъ мѣстахъ свободно плавающее, красивое, прозрачное животное, называемое *Diphyes*. Оно состоитъ изъ длиннаго тонкаго стволика (рис. 58, A, a), на одномъ концѣ котораго прикрѣплены два такъ наз. плавательныхъ колокола (*m, m*), по формѣ похожіе на головку нѣмецкой трубки, тогда какъ вдоль стволика на извѣстныхъ разстояніяхъ отходятъ группы образований (*e*), изъ которыхъ одна изображена при большемъ увеличеніи на рис. 58, B.



Каждая группа содержит, во-первыхъ, удлиненное тѣло (и) съ расширеннымъ на подобіе трубы ртомъ, посредствомъ

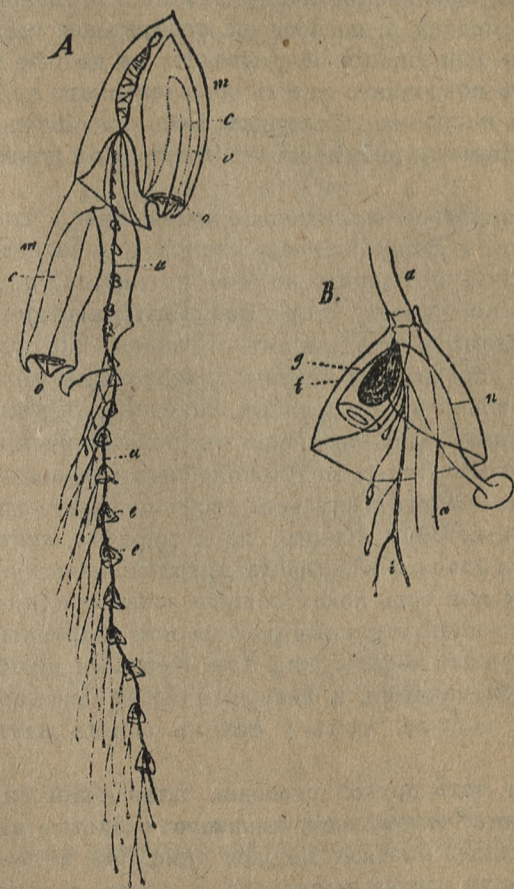


Рис. 58.

*Diphyes campanulata.*

А Вся колонія въ натуральную величину: стволѣкъ (а) несетъ группы зоондовъ (е) и два плавательныхъ колокола (m, m), отверстія которыхъ обозначены буквой о.

В Группа зоондовъ, показывающая общій стволѣкъ (а), гидрантъ (и), медузонду (g), покровную пластинку (t), и хватательную нить (i).

котораго принимается пища: очевидно, это гидрантъ. Отъ основанія гидранта отходитъ одно длинное развѣтвленное щупаль-



це или „хватательная нить“ (5) въ изобиліи снабженная стрекательными капсулами. У основанія гидранта отходить отъ стволика тѣло, называемое медузоидомъ, похожее на несовершенную медузу и, подобно ей, содержащее гонады. Наконецъ, все эти образованія обертываетъ, на подобіе бѣлаго, лепестковиднаго покровнаго листка обыкновеннаго *Agum*, тонкая, перепончатая покровная пластинка. Весь организмъ двигается въ водѣ при помощи ритмическихъ сокращеній плавательныхъ колоколовъ.

Микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что стволикъ, подобно стволику *Bougainvillea*, состоитъ изъ эктодермы, опорной пластинки и энтодермы, но безъ кутикулы. Гидрантъ имѣетъ подобное же строеніе, какъ у *Bougainvillea*, отличаясь только своимъ видомъ и отсутствіемъ щупалецъ вокругъ рта; медузоиды суть упрощенныя медузы; плавательные колокола суть медузы безъ хоботка, а покровныя пластинки и хватательныя нити, какъ показываетъ сравненіе съ родственными формами, суть сильно замѣненные, медузоподобныя образованія.

*Diphyes* на самомъ дѣлѣ есть свободно плавающая гидроидная колонія, которая, однако, не диморфна, какъ *Bougainvillea*, но полиморфна. Кромѣ питательныхъ зооидовъ или гидрантовъ, у нея есть локомоторные зооиды или плавательные колокола, защитительные зооиды или покровныя пластинки и хватательные зооиды или хватательныя нити. Слѣдовательно, морфологическая и физиологическая дифференцировка пошла здѣсь дальше, чѣмъ у такихъ формъ, какъ *Bougainvillea*.

*Porpita* есть другой свободно плавающій гидроидъ, на первый взглядъ не имѣющій никакого сходства съ *Diphyes*. Она имѣетъ видъ плоской медузы (рис. 59) и состоитъ изъ круглаго, сверху слегка выпуклаго, а снизу вогнутаго диска, который несетъ по краю большое количество тѣсно стоящихъ щупалецъ, а на нижней сторонѣ центральный трубчатый органъ (*hy*), со ртомъ на концѣ, похожій на хоботокъ медузы и окруженный большимъ числомъ образованій, похожихъ на полныя щупальца (*hy*<sup>1</sup>). Дискоридное тѣло поддерживается остовомъ, имѣющимъ консистенцію хряща и раздѣленнымъ на содержащія воздухъ камеры (*B*, *sh*).



Точное изслѣдованіе показываетъ, что хоботообразное тѣло на нижней сторонѣ (*hy*) есть гидрантъ, что окружающія его короткія, полныя, щупальцеобразныя тѣла (*hy*<sup>1</sup>) суть безротые гидранты, и что дискъ соответствуетъ общему стволу *Diphyes*



Рис. 59.

А *Porpita pacifica* (въ нат. величину), показываетъ дискъ, окруженный щупальцами (*l*), одинъ функционирующій гидрантъ (*hy*) и множество безротыхъ гидрантовъ (*hy*<sup>1</sup>).

В Поперечный разрѣзъ *P. mediterranea*, показывающій взаимное положеніе функционирующаго (*hy*) и безротыхъ гидрантовъ (*hy*<sup>1</sup>), щупалецъ и раздѣленнаго на камеры остова (*sh*).

или *Bougainvillea*. Такимъ образомъ, *Porpita* не есть, какъ могло бы казаться на первый взглядъ, отдѣльная особь, какъ медуза или гидра, но колонія, отдѣльные зооиды которой вслѣдствіе физиологическаго раздѣленія труда такъ видоизмѣнены, что вся колонія имѣетъ характеръ одной физиологической особи.



Въ предыдущей лекціи было отмѣчено, что гидра, хотя морфологически эквивалентна безконечному множеству одноклѣточныхъ организмовъ (клѣтокъ), но физиологически представляетъ отдѣльную особь, такъ какъ составляющія ее клѣтки такъ дифференцированы и скомбинированы, что образуютъ одно цѣлое. Дальнѣйшую стадію этого самаго процесса индивидуализаціи мы видимъ у *Porpita*, у которой не только клѣтки, но и зооиды, изъ которыхъ каждый морфологически эквивалентенъ цѣлой гидрѣ, такъ скомбинированы и дифференцированы, что образуютъ колонію, которая съ физиологической точки зрѣнія, имѣетъ характеръ отдѣльной особи.



### ЛЕКЦІЯ XXIII.

#### **Сперматогенезъ и Оогенезъ. Созрѣваніе и оплодотвореніе яйца. Отношенія между одноклѣточными и двуслойными животными.**

Въ предшествующихъ лекціяхъ неоднократно приходилось указывать, что сперматозоиды происходятъ изъ обыкновенныхъ недифференцированныхъ клѣтокъ спермарія, а яйца образуются путемъ увеличенія подобныхъ же клѣтокъ въ оваріи. Оплодотвореніе было также описано, какъ конъюгація или сліяніе яйца и сперматозоида. Теперь мы опишемъ нѣсколько подробнѣе развитіе сперматозоидовъ (сперматогенезъ) и яицъ (оогенезъ), а также отдѣльныя стадіи того процесса, путемъ котораго, вслѣдствіе соединенія обоихъ половыхъ элементовъ, образуется ооспермъ или одноклѣточный зародышъ. Слѣдующее описаніе относится къ животнымъ, но точныя изслѣдованія показали, что въ сущности подобные же процессы происходятъ и у растений.

Какъ оварій, такъ и спермарій первоначально состоятъ изъ обыкновенныхъ клѣтокъ, первичныхъ половыхъ клѣтокъ, и только при дальнѣйшемъ развитіи ихъ опредѣляется полъ гонады.

Въ спермаріи половыя клѣтки испытываютъ повторное дѣленіе и образуютъ такъ называемыя материнскія сѣменные клѣтки (рис. 60, А). Онѣ часто отличаются особымъ характеромъ ядра. Мы видѣли, что число хромосомъ у даннаго живот-



наго постоянно, хотя сильно колеблется у различных видовъ. При образованіи сѣменныхъ материнскихъ кѣлокъ изъ первичныхъ половыхъ кѣлокъ число ихъ удваивается, такъ напр. въ нашемъ случаѣ у медвѣдки (рис. 60) материнскія сѣменные кѣлки содержатъ 24 хромосомы, тогда какъ обыкновенныя кѣлки тѣла, включая сюда первичныя половыя кѣлки, содержатъ только 12 хромосомъ.

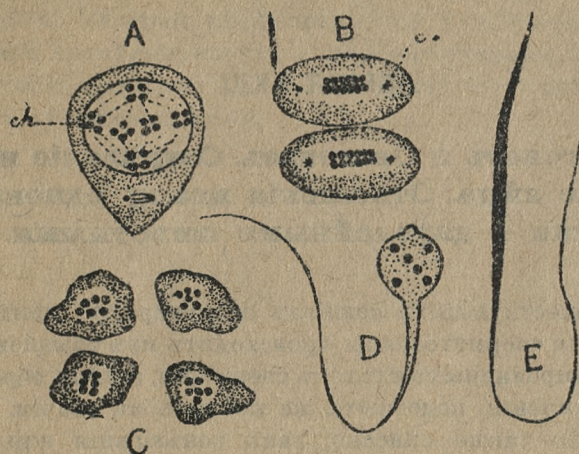


Рис. 60.

А Материнская сѣменная кѣлка, содержащая 24 хромосомы. Центросома раздѣлилась падвѣс.

В Сѣменная материнская кѣлка раздѣлилась путемъ редукціоннаго дѣленія на двѣ, каждая дочерняя кѣлка содержитъ 12 хромосомъ.

С Дочерняя кѣлка дѣлится такимъ же образомъ; образуется группа изъ четырехъ кѣлокъ: каждая съ 6 хромосомами.

Д Незрѣлый сперматозоидъ; въ головѣ видны 6 хромосомъ.

Е Вполнѣ развитой сперматозоидъ.

Затѣмъ сѣменная материнская кѣлка дѣлится (В), но при этомъ хромосомы не расщепляются обыкновеннымъ путемъ (ср. рис. 10), но просто половина всего числа ихъ (въ нашемъ случаѣ 12) переходитъ въ каждую дочернюю кѣлку; такимъ путемъ образуются двѣ кѣлки съ нормальнымъ числомъ хромосомъ. Процессъ дѣленія повторяется вслѣдъ за тѣмъ такимъ же образомъ и въ результатѣ изъ каждой материнской кѣлки образуется группа изъ четырехъ кѣлокъ (С), изъ которыхъ



каждая содержитъ половину нормальнаго числа хромосомъ (въ нашемъ случаѣ 6). Образованныя такимъ путемъ клѣтки суть неарѣдные сѣменные элементы; при созрѣваніи ихъ въ большинствѣ случаевъ протоплазма сильно удлинняется и превращается въ длинную подвижную нить, хвостъ сперматозоида (D, E), ядро превращается въ веретенообразную головку, а центросома, распадаясь на нѣсколько отдѣловъ, образуетъ промежуточную часть между головкой и хвостомъ.

Такимъ образомъ сперматозоидъ или мужская гамета есть настоящая клѣтка, въ большинствѣ случаевъ специально видоизмѣненная для активнаго движенія; головка его, представляющая ядро, при движеніи обращена впередъ, длинный хвостъ, образованный протоплазмой и отчасти центросомой, назадъ. Направленіе движенія, слѣдовательно, прямо противоположно тому направленію, въ которомъ движется монада, съ которой сперматозоидъ имѣетъ извѣстное сходство. У нѣкоторыхъ животныхъ сперматозоиды неподвижны и иногда совершенно похожи на обыкновенныя клѣтки.

Особый, описанный выше, видъ дѣленія ядра, при которомъ число хромосомъ редуцируется на половину, называется редукціоннымъ дѣленіемъ.

Какъ уже упомянуто, яйца происходятъ изъ первичныхъ половыхъ клѣтокъ, совершенно похожихъ на тѣ, изъ которыхъ происходятъ сперматозоиды. Онѣ дѣлятся и образуютъ материнскія яйцевыя клѣтки, въ которыхъ, также какъ и въ сѣменныхъ материнскихъ клѣткахъ, число хромосомъ удвоено. Яйцевая материнская клѣтка дѣлится не сейчасъ, но остается продолжительное время пассивной и растетъ, поглощая питательныя вещества изъ окружающихъ частей, и часто достигаетъ при этомъ чрезвычайно большихъ размѣровъ; такимъ образомъ материнская яйцевая клѣтка дѣлается яйцомъ. Иногда питательныя вещества поглощаются просто осмотическимъ путемъ, въ другихъ случаяхъ растущее яйцо активно поглощаетъ сосѣднія клѣтки на манеръ амѣбы. Такимъ образомъ, въ развивающемся яйцѣ процессы конструктивнаго метаболизма сильно преобладаютъ надъ процессами деструктивнаго метаболизма.

Мы видѣли во второй лекціи, что продукты деструктивнаго метаболизма или выдѣляются, какъ продукты отброса, или



скопляются въ видѣ пластическихъ продуктовъ, какъ составныя части организма. Въ развивающемся яйцѣ, кромѣ возрастанія самой протоплазмы, обыкновенно происходитъ въ большихъ размѣрахъ образованіе пластическихъ продуктовъ. У растений матеріалъ можетъ скопляться въ видѣ крахмала, какъ у *Nitella*, въ видѣ масла или бѣлковыхъ веществъ; у животныхъ онъ представляетъ круглыя или угловатыя тѣльца, извѣстныя подъ названіемъ желточныхъ шариковъ. Такъ какъ они наполняютъ протоплазму яйца, то развитое яйцо теряетъ свою прозрачность, и строеніе его можно видѣть только на разрѣзахъ. Когда количество желтка очень велико, яйцо можетъ достигнуть необыкновенной величины, какъ напр. у птицъ, у которыхъ желтокъ, какъ уже упомянуто, есть просто громадная яйцевая клѣтка.

Въ развитомъ состояніи типичное животное яйцо (рис. 61) состоитъ изъ болѣе или менѣе шаровидной массы протоплазмы, обыкновенно имѣющей сѣтчатое строеніе и заключающей болѣе или меньшее количество желточныхъ шариковъ. Клѣточное тѣло окружается обыкновенно клѣточной оболочкой или кутикулой, носящей названіе желточной оболочки. Ядро яйца, называемое зародышевымъ пузырькомъ, сравнительно очень большое и показываетъ обыкновенныя составныя части—оболочку ядра, основное ахроматиновое вещество и хроматинъ. Обыкновенно различается также явственное ядрышко, называемое здѣсь зародышевымъ пятномъ.

Такое вполне сформировавшееся яйцо не можетъ, однако, быть оплодотворено или развиваться въ зародышъ; оно созрѣетъ для конъюгации съ сперматозоидомъ и будетъ способно вступить въ первыя стадіи дробленія желтка только тогда, когда испытаетъ процессъ, извѣстный подъ названіемъ процесса созрѣванія яйца.

Созрѣваніе состоитъ въ сущности въ двукратномъ дѣленіи. Ядро передвигается къ поверхности яйца, теряетъ всю оболочку и получаетъ форму обыкновеннаго ядернаго веретена (рис. 63, 1). Затѣмъ протоплазма яйца образуетъ на этомъ мѣстѣ выступъ или почку, въ которую входитъ половина всего числа хромосомъ (въ нашемъ случаѣ у *Ascaris megaloce-*



phala изъ 8 хромосомъ 4). Эта почка отшнуровывается отъ яйца и образуетъ первое полярное или направляющее тѣльце (рис. 63, 1 г. к.).

Въ одной изъ предыдущихъ лекцій было упомянуто, что въ пѣкото-рыхъ случаяхъ можетъ развиваться и неоплодотворенная женская гамета,—процессъ, встрѣчающійся у насѣкомыхъ и ракообразныхъ и называемый партеногенезисомъ. Въ нѣкоторыхъ изъ такихъ случаевъ доказано, что яйцо начинаетъ развиваться послѣ образованія перваго полярнаго тѣльца<sup>1)</sup>. Такимъ образомъ въ партеногенетическихъ яйцахъ созрѣваніе, повидимому, заканчивается отдѣленіемъ перваго полярнаго тѣльца.

Но у большинства животныхъ развитіе начинается только послѣ оплодотворенія, и въ такихъ случаяхъ процессъ созрѣванія не оконченъ до тѣхъ поръ, пока не образуется второе полярное тѣльце, такимъ же образомъ, какъ первое (рис. 63, III, IV). Во второе полярное тѣльце переходитъ половина изъ оставшагося числа хромосомъ (у *Ascaris megaloscephala* изъ 4 хромосомъ 2). Такимъ образомъ яйцо утратило вмѣстѣ съ небольшою частью протоплазмы три четверти хрома-



Рис. 61.

Яйцо морского ежа (*Toxopneustes lividus*), показывающее радиально исчерченную оболочку, протоплазму съ желѣзными шариками, большое ядро съ хроматинною сѣтью и съ ядрышкомъ.

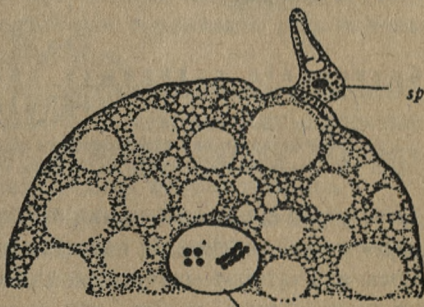


Рис. 62.

Сдѣяніе сперматозоида (sp) съ яйцомъ у *Ascaris megaloscephala*; и ядро яйца.

<sup>1)</sup> При рецидивѣ болѣзной лихорадки макрогаметоцитъ, приступая къ партеногенезу, также выбрасываетъ часть своего ядра (стр. 56).



тина, такъ какъ половина его перешла въ первое полярное тѣльце, а половина оставшагося во второе. Оставшійся хроматинъ вмѣстѣ съ ахроматиновымъ веществомъ принимаетъ круглую форму и образуетъ женское ядро.

Образованіе обоихъ полярныхъ тѣлецъ происходитъ путемъ редукціоннаго дѣленія, такъ что въ то время, какъ неарѣлое яйцо содержитъ двойное число хромосомъ сравнительно съ обыкновенными клѣтками даннаго вида, арѣлое яйцо также какъ и сперматозоидъ, содержитъ только половину нормальнаго числа.

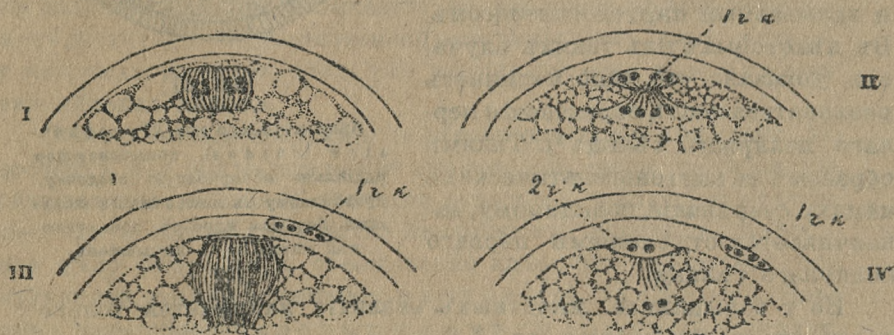


Рис. 63.

Образованіе полярныхъ тѣлецъ у *Ascaris megalocephala*.

I и II Образованіе перваго полярнаго тѣльца (1 п. т.).

III и IV Образованіе втораго полярнаго тѣльца (2 п. т.).

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдали, что первое полярное тѣльце послѣ отдѣленія отъ яйца дѣлится въ свою очередь. Въ такомъ случаѣ изъ материнской клѣтки яйца или изъ неарѣлаго яйца происходитъ группа изъ четырехъ клѣтокъ: арѣлое яйцо и три полярныхъ клѣтки, подобно тому какъ изъ материнской сѣменной клѣтки образуется группа изъ четырехъ клѣтокъ, которыя въ этомъ случаѣ всѣ превращаются въ сперматозоиды.

Вскорѣ послѣ созрѣванія яйца, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и раньше, яйцо оплодотворяется путемъ конъюгаціи съ однимъ сперматозоидомъ (рис. 62). Какъ мы уже видѣли, сперматозоиды производятся въ гораздо большемъ количествѣ, чѣмъ яйца; и часто можно видѣть, что одно яйцо окружено массой сперма-



тозоидовъ, которые всѣ, повидимому, готовы конъюгировать съ нимъ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ найдено, какъ общее правило, что обыкновенно конъюгируетъ съ нимъ только одинъ изъ нихъ; другіе, подобно трутнямъ въ ульѣ, погибаютъ, не исполнивши единственной функции, на которую они способны.

Конъюгирующий сперматозоидъ проходитъ черезъ оболочку (рис. 62) и входитъ въ протоплазму яйца. Его хвостъ отрывается и расплывается въ протоплазмѣ, а головка получаетъ круглую форму и образуетъ мужское ядро.

Оба ядра, мужское и женское, приближаются другъ къ другу, соединяются и образуютъ одно ядро, которое принадлежитъ оплодотворенному яйцу (оосперму) или одноклѣточному зародышу. Отсюда ясно, что процессъ оплодотворенія состоитъ въ соединеніи двухъ ядеръ, изъ которыхъ одно доставляется мужской гаметой или сперматозондомъ, а другое женской гаметой или яйцомъ. Отсюда слѣдуетъ, что существенное вещество ядра или хроматинъ въ оплодотворенномъ яйцѣ происходитъ поровну отъ обоихъ родителей.

Такъ какъ, кромѣ того, и мужское, и женское ядро содержитъ только половину числа хромосомъ, встрѣчающагося у обыкновенныхъ клѣтокъ, то вслѣдствіе соединенія ихъ восстанавливается нормальное число хромосомъ.

Что касается центросомъ, то центросома самого яйца обыкновенно дегенерируетъ и исчезаетъ, а центросома оплодотвореннаго яйца, а слѣдовательно и всѣхъ клѣтокъ будущаго животнаго, происходитъ отъ центросомы сперматозоида.

Послѣ того, какъ произошло оплодотвореніе, совершается процессъ дробленія (дѣленія) яйца, уже описанный въ предыдущей лекціи.

Въ заключеніе настоящей лекціи мы остановимся на одномъ пунктѣ, на который читатель, вѣроятно, уже обратилъ вниманіе. Среди разсмотрѣнныхъ нами растительныхъ формъ мы видѣли весьма полный рядъ градацій отъ простой клѣтки черезъ развѣтвленную клѣтку, линейный агрегатъ, плоскостной агрегатъ до тѣлеснаго клѣточного агрегата; тогда какъ среди разсмотрѣнныхъ животныхъ мы не находимъ попытки выполнить весьма значительный промежутокъ между одноклѣточ-



ными и многоклеточными формами. У амёбы, сувойки и др. все животное есть одна клетка, тогда как гидра не только представляет тѣлесный агрегатъ, но также имѣетъ еще ту особенность, что ея клетки расположены въ два опредѣленныхъ слоя, и заключаютъ внутри пищеварительную полость.

Другое очень важное различіе состоитъ въ томъ, что у одноклеточныхъ организмовъ размноженіе происходитъ или бесполомъ путемъ, путемъ дѣленія цѣлой особи, или, въ случаѣ полового размноженія, такимъ образомъ, что двѣ цѣлыхъ особи конъюгируютъ другъ съ другомъ. У многоклеточныхъ формъ, напротивъ, для полового размноженія отдѣляются отдѣльныя клетки.

Говоря, что мы не находимъ попытки для выполненія упомянутого промежутка, мы разумѣемъ, конечно, взрослыя формы. Если читатель просмотритъ еще разъ данное въ предыдущей лекціи описаніе развитія гидроиднаго полипа, то онъ увидитъ, что описываемые тамъ факты помогаютъ намъ найти возможную связь между одноклеточными животными и многоклеточными двуслойными формами со ртомъ и пищеварительной полостью. Оплодотворенное яйцо гидроида (рис. 57, А) имѣетъ въ сущности характеръ амёбы, многоклеточную стадію (полипластъ) (Е) можно сравнить съ колоніей амёбъ, а *planula* (Н) есть подобная же колонія, въ которой зоиды (клетки) диморфны и расположены въ два слоя съ центральною пищеварительной полостью, которая затѣмъ сообщается съ внѣшнимъ міромъ посредствомъ рта.

Интересно, что есть взрослые организмы, до нѣкоторой степени похожіе на раннія зародышевыя стадіи, въ видѣ кучки клетокъ или пузыря. Раземотримъ двѣ наиболѣе извѣстныя изъ этихъ формъ.

*Pandorina* (рис. 64, А) есть колонія, состоящая изъ 16 зооидовъ (клетокъ), тѣсно расположенныхъ внутри студенистой оболочки. Каждый зооидъ похожъ по общему характеру на хламидомонаду или на эвглену и имѣетъ яйцевидное, окрашенное хлорофилломъ, клеточное тѣло, красное пигментное пятно и два жгута, которые черезъ студенистую оболочку колоніи выступаютъ наружу и своими колебаніями сообщаютъ колоніи вращательное движеніе.



При бесполомъ размноженіи каждый изъ 16 зооидовъ дѣлится поцѣпъ нѣсколько разъ и образуетъ, наконецъ, группу изъ 16 клѣтокъ. Такимъ образомъ внутри студенистой оболочки материнской колоніи образуется 16 дочернихъ колоній (рис.

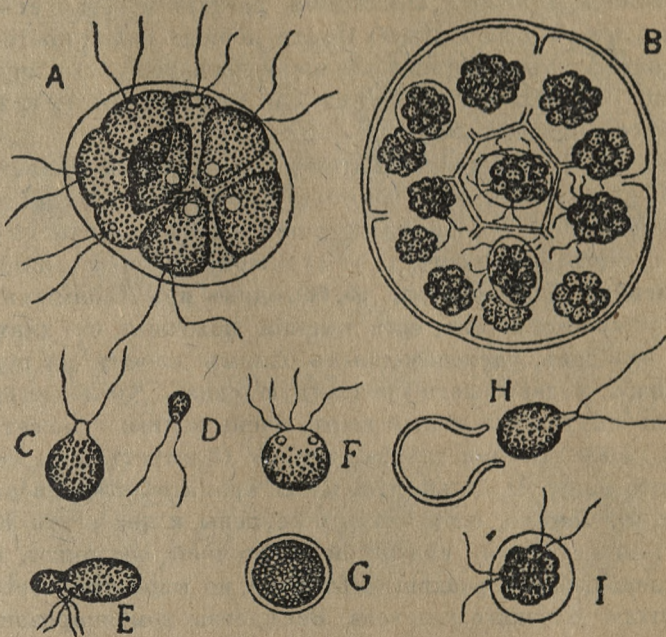


Рис. 64.

*Pandorina morum*.

- А Цѣлая колонія изъ 16 зооидовъ, окруженная студенистой оболочкой.
- В Бесполое размноженіе: каждый зооидъ раздѣлился на 16 частей.
- С Женская гамета.
- Д Мужская гамета.
- Е Сближеніе двухъ гаметъ.
- Ф Ихъ сліянiе въ одну клѣтку.
- Г Зигота.
- Н Протоплазма зиготы выходитъ изъ клѣточной оболочки.
- І Зигота дѣлится и образуетъ новую колонію.

64, В). Послѣ растворенія оболочки дочернія колоніи выходятъ наружу, и каждая начинаетъ независимое существованіе.

При половомъ размноженіи зооиды поодинокѣ выходятъ изъ колоніи. Различаютъ зооиды или гаметы двухъ сортовъ,



мужскія (*D*) и женскія (*C*). Мужскія гаметы по большей части меньше женскихъ, въ остальномъ же онѣ почти одинаковы съ ними. Поплававъ некоторое время, онѣ сближаются попарно (*E*), конъюгируютъ, совершенно сливаются другъ съ другомъ (*F*) и образуютъ зиготу. Последняя растетъ и образуетъ толстую клеточную оболочку (*G*). После періода покоя протоплазма выходитъ изъ клеточной оболочки, образуетъ пару жгутовъ (*H*) и свободно плаваетъ. Затѣмъ она дѣлится на 16 клѣтокъ и образуетъ новую колонію (*I*).

Ясно, что *Pandorina* соответствуетъ стадіи нематоцита зародыша; кромѣ того она происходитъ путемъ повторнаго дѣленія жгутиковой формы, подобно тому, какъ нематоцита образуется путемъ повторнаго дѣленія оплодотвореннаго яйца.

Красивый *Volvox* (рис. 65, 66), одинъ изъ любимыхъ объектовъ микроскопистовъ, есть колонія похожихъ на хламидомонаду зооидовъ, расположенныхъ однимъ слоемъ на поверхности шара, содержащаго прозрачную слизь. Число клѣтокъ, составляющихъ этотъ полный шаръ, очень велико и можетъ достигать 22.000. Каждая клѣтка (рис. 65, *C*) имѣетъ ядро, сократительную вакуолю, большой зеленый хроматофоръ, маленькое, красное, пигментное пятно какъ у эвглены, и два жгута. Клѣтки окружены толстой слизистой клеточной оболочкой, которая не показываетъ реакціи клетчатки, но вѣроятно, состоитъ изъ другого близкаго углевода. Вслѣдствіе комбинированнаго колебанія всѣхъ жгутовъ сообщается вращательное движеніе всей колоніи.

Безиолое размноженіе происходитъ посредствомъ особыхъ зооидовъ, которые отличаются отъ остальныхъ отсутствіемъ жгутовъ и носятъ названіе партеногонидіевъ. Каждый такой партеногонидій испытываетъ процессъ дѣленія, подобный дробленію яйца, т.-е. дѣлится на 2, 4, 8, 16 и т. д. клѣтокъ (рис. 65, *D*<sup>1</sup> — *D*<sup>5</sup>) и образуетъ дочернюю колонію, которая освобождается, плаваетъ свободно внутри материнской колоніи и при разрывѣ последней выходитъ наружу.

При половомъ размноженіи нѣкоторыя клѣтки увеличиваются и получаютъ характеръ яйца (рис. 66, *o*); протоплазма другихъ клѣтокъ многократно дѣлится и образуетъ большое число сперматозоидовъ (рис. 66, *s*). Путемъ конъюгаціи сперма-



тозоида съ яйцомъ (рис. 65, G) образуется ооспермъ или оплодотворенное яйцо (H), а изъ него путемъ повторнаго дѣленія развивается новая колонія.

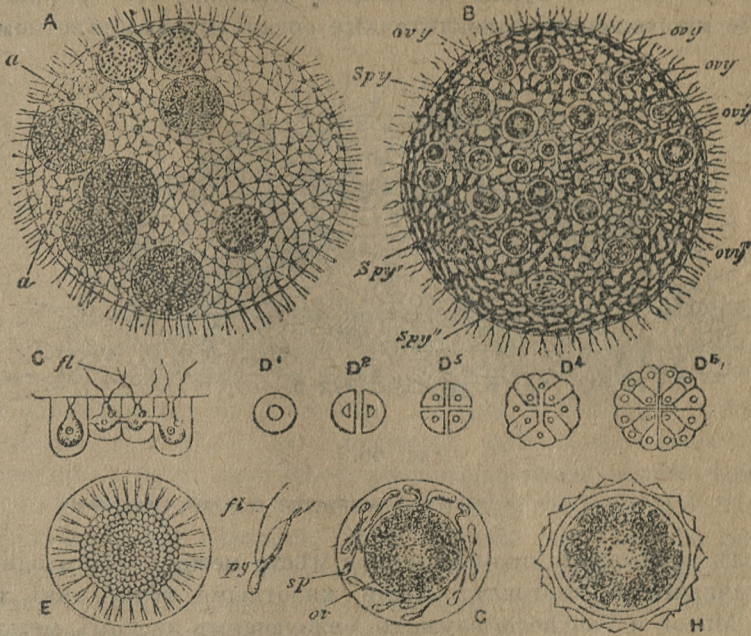


Рис. 65.

*Volvox globator*.

A Колонія, заключающая внутри нѣсколько свободнаго плавающихъ дочернихъ колоній, которыя происходятъ путемъ повторнаго дѣленія воспроизводительныхъ зооидовъ (a).

B Колонія во время половой зрѣлости; sp spermарин; ov оварин.

C Четыре зооида въ оптическомъ разрѣзѣ; g гутты.

D<sup>1</sup>—D<sup>5</sup> Раззавіе колоніи путемъ повторнаго дѣленія воспроизводительнаго зооида.

E Зрѣлый spermаринъ.

F Spermатозоидъ съ пигментнымъ пятномъ (pg) и гуттами (g).

G Яйцо, окруженное массой spermатозоидовъ.

H Окруженное шиповатой оболочкой, оплодотворенное яйцо.

*Volvox* можно сравнить съ полон многоклеточной стадіей, имѣющей форму пузыря и называемой blastula; съ другой стороны, онъ сходится съ высшими многоклеточными животными



въ томъ, что опредѣленные клѣтки дифференцируются въ настоящіе половые продукты.

Въ заключеніе нужно напомнить, читателю, что *Opalina* и другіе многоядерные одноклѣточные организмы въ извѣстномъ

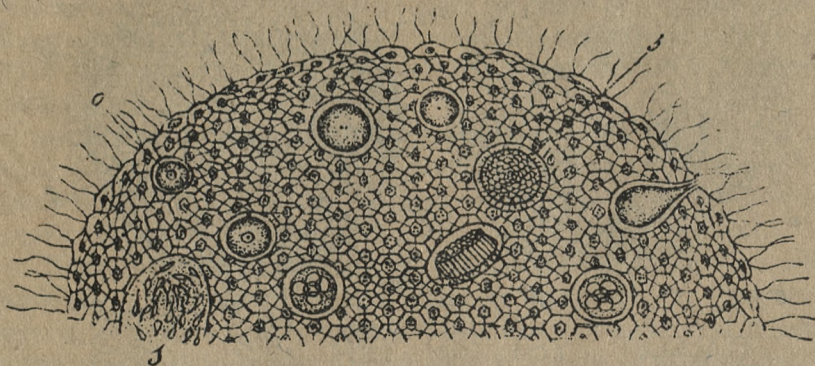


Рис. 66.

Часть колоніи *Volvox* (видъ съ поверхности): о оваріи; s сперматіи.

смыслъ занимаютъ промежуточное мѣсто между строго одноклѣточными и многоклѣточными животными, точно такъ же какъ *Miscog* и *Vaucheria* служатъ связующимъ звеномъ между одноклѣточными и многоклѣточными растеніями.



## ЛЕКЦІЯ XXIV.

### **Polygordius.**

*Polygordius* — маленькій червь около 3—4 см. въ длину, встрѣчающійся въ европейскихъ моряхъ, гдѣ онъ живетъ, зарывшись въ песокъ. Онъ имѣетъ видъ красной нити, которая на одномъ концѣ продолжается въ два небольшихъ тонкихъ отростка (рис. 67, 4). Эти отростки, щупальца, обозначаютъ передній конецъ животнаго; противоположный задній конецъ у нѣкоторыхъ видовъ также несетъ пару тонкихъ отростковъ. Когда животное ползаетъ, одна сторона его тѣла постоянно обращена кверху, ее называютъ поэтому спинной (дорсальной) поверхностью; нижняя сторона называется брюшною (вентральной) поверхностью.

Передній конецъ уже, чѣмъ остальное тѣло, и сзади отграничивается бороздкой (*Pr. st.*); этотъ отдѣлъ называется *prostomium* (предротовой сегментъ); онъ несетъ впереди и наверху уже упомянутыя щупальца (*t.*), а на каждой сторонѣ небольшое овальное, выстланное рѣсничками углубленіе (*c. p.*) За *prostomium* слѣдуетъ спереди рѣзко, сзади неясно отграниченный ротовой сегментъ — *peristomium* (*Per. st.*); на вентральной его поверхности находится треугольное, поперечное отверстіе—ротъ (*Mth.*). Остальное тѣло болѣе или менѣе явственно раздѣлено кольцевидными бороздами (*D, gr*) на сегменты или метамеры (*Mtmr.*), число которыхъ колеблется. *Polygordius*—первый встрѣчающійся намъ примѣръ сегментированнаго животнаго. Послѣдній или анальный сегментъ



(*E. An. seg*) отличается от остальных своей вздутой формой, а также тѣмъ, что онъ несетъ вѣнокъ маленькихъ сосочковъ

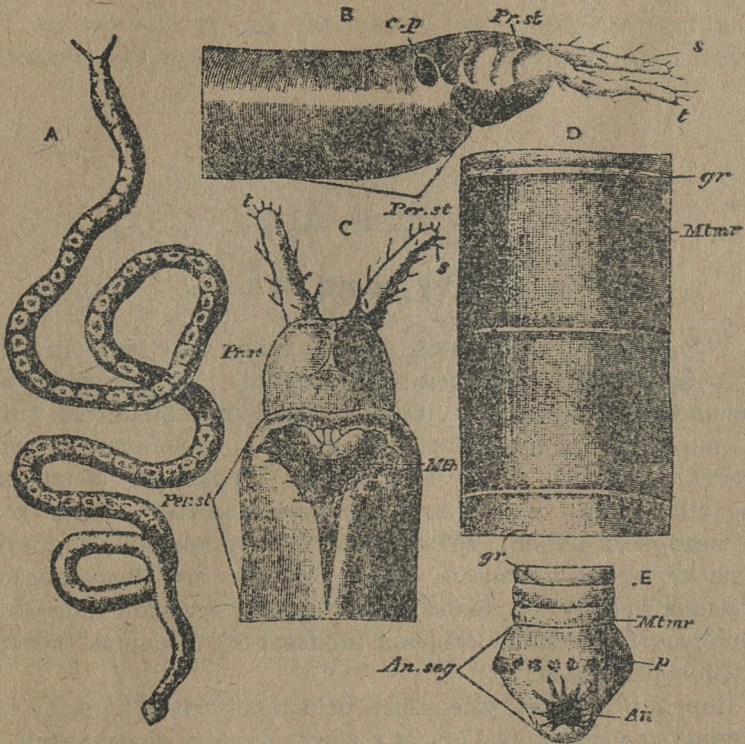


Рис. 67

*Polygordius neapolitanus.*

- А Живое животное, увелич. въ 5 разъ.  
 В Передній конецъ червя съ правой стороны, при болѣе сильномъ увеличеніи; *Pr. st* предротовой сегментъ; *Or. st* ротовой сегментъ; *t* щупальца; *s* щетинки; *c. p.* мерцательная ямка.  
 С Передній конецъ съ вентральной стороны; *Mth* ротъ.  
 D Часть тѣла съ метамерами (*Mtmr*), раздѣленными бороздками (*gr*).  
 Е Вентральная поверхность задняго конца; *An. seg* анальный сегментъ; *An* анальное отверстие; *p* сосочки.

(*p*). Онъ отдѣляется отъ предыдущаго сегмента глубокой бороздой и на заднемъ концѣ имѣетъ маленькое круглое отверстие, анальное отверстіе (*An*).



*Polygordius* можетъ быть описанъ слѣдующимъ образомъ: онъ состоитъ изъ нѣкотораго числа болѣе или менѣе явственныхъ сегментовъ, слѣдующихъ другъ за другомъ въ продольномъ направленіи; три изъ нихъ, а именно: предротовой, ротовой и анальный присутствуютъ постоянно и характеризуются специальными признаками; тогда какъ между ротовымъ и анальнымъ сегментомъ находится различное число метамеровъ, во всѣхъ существенныхъ пунктахъ похожихъ другъ на друга.

*Polygordius* питается приблизительно такимъ же образомъ, какъ дождевой червь; онъ поглощаетъ ртомъ песокъ вмѣстѣ съ различными заключающимися въ немъ питательными веществами, какъ напр., инфузоріями, діатомеями и тому под. и, продержавши его болѣе или менѣе продолжительное время въ своемъ тѣлѣ, выбрасываетъ его черезъ анальное отверстіе наружу. Отсюда ясно, что должна существовать какая-нибудь пищеварительная полость, въ которую пища вводится черезъ ротъ, и изъ которой негодныя вещества выбрасываются черезъ анальное отверстіе. Разрѣзы показываютъ (рис. 68, А и В), что эта пищеварительная полость не есть простая полость внутри тѣла, а особая трубка, кишечный каналъ, который идетъ по прямой линіи отъ рта до анальнаго отверстія и на всемъ своемъ протяженіи отдѣленъ отъ стѣнки тѣла широкимъ пространствомъ, полостью тѣла (*coel*). Можно получить довольно наглядную картину строенія *Polygordius*, если взять широкую трубку, закупорить оба конца ея пробкой, пробуровать обѣ пробки и затѣмъ черезъ оба отверстія просунуть, узкую трубку такой же длины, какъ и широкая. Наружная трубка будетъ представлять стѣнку тѣла, внутренняя трубка—кишечный каналъ, а цилиндрическое пространство между ними — полость тѣла. Внутренняя трубка сообщается съ вѣншимъ міромъ двумя отверстіями, которыя соответствуютъ рту и анальному отверстию, а пространство между обѣими трубками совсѣмъ не открывается наружу.

*Polygordius* представляетъ первый встрѣчающійся намъ примѣръ такого животнаго, у котораго есть опредѣленная полость тѣла (*coelom*), отдѣляющаго стѣнку тѣла отъ кишечнаго канала; поэтому поперечный разрѣзъ черезъ тѣло животнаго представляетъ два концентрическихъ круга (рис. 68, А).

87. 287



Припомнимъ, что поперечный разръзъ черезъ гидру тоже представляетъ два concentрические круга, образованные эктодермой и энтодермой (рис. 55,  $\Delta^1$ ), но оба эти слоя соприкасаются другъ съ другомъ или отдѣлены другъ отъ друга лишь

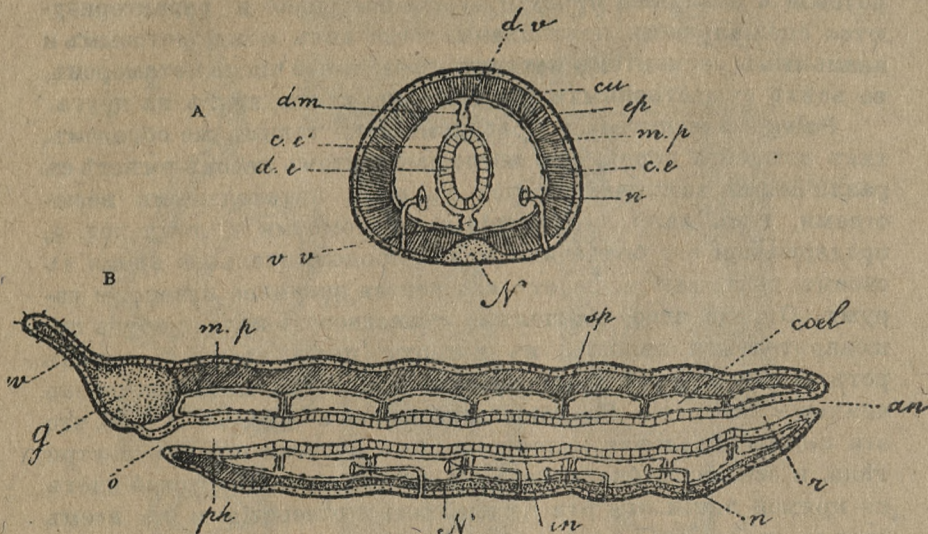


Рис. 68.

А Схематическій поперечный разръзъ черезъ *Polygordius*; *cu* куттикула; *ep* эпидермисъ; *m. p* мускульныя пластинки; *s. e* парьетальный листокъ целомического эпителия; *d. e* кишечный эпителий; *s. e'* висцеральный листокъ целомического эпителия; *d. m* дорзальный мезентерій; *v. m* вентральный мезентерій; *d. v* дорзальный и *v. v* вентральный сосудъ; *n* нефриды; *N* брюшной нервный стволъ.

В Схематическій продольный разръзъ; *o* ротъ; *ph* глотка; *in* кишка; *r* прямая кишка; *an* анальное отверстіе; *sp* перегородки между отдѣлами полости тѣла (*coel*); *N* мозгъ; *n* отходящій отъ него нервъ въ щупальца.

тонкой опорной пластинкой. На первый взглядъ можетъ казаться, что *Polygordius* можно сравнить съ гидрой, у которой эктодерма и энтодерма, вмѣсто того чтобы прикасаться другъ къ другу, раздѣлены широкимъ промежуткомъ. Тогда можно было бы стѣнку тѣла *Polygordius* сравнить съ эктодермой гидры, а кишечную стѣнку перваго съ энтодермой послѣдней. Но это сравненіе только отчасти выразило бы истинное положеніе вещей.



Разрѣзы показываютъ, что стѣнка тѣла *Polygordius* состоитъ изъ четырехъ различныхъ слоевъ. Снаружи находится тонкая прозрачная кутикула (рис. 68, *cu*), въ которой, кромѣ тонкой полосатости, незамѣтно никакой другой структуры. Затѣмъ слѣдуетъ слой эпителиальныхъ клѣтокъ (*ep*), длинныя оси которыхъ стоятъ перпендикулярно къ поверхности тѣла, и которыя весьма неясно отграничены другъ отъ друга, такъ что весь слой получаетъ характеръ непрерывнаго протоплазматическаго слоя съ правильно расположенными ядрами; это—кожный эпителий или эпидермисъ. Внутри отъ него слѣдуетъ болѣе толстый слой мускульныхъ пластинокъ (*m. p.*), которыя имѣютъ форму длинныхъ гладкихъ веретенецъ (рис. 70), показываютъ тонкую продольную полосатость и на своихъ свободныхъ поверхностяхъ покрыты тонкой, заключающей разсѣянные ядра, протоплазматической сѣткой. Каждая пластинка расположена продольно, тянется черезъ нѣсколько сегментовъ и своей короткой осью стоитъ перпендикулярно къ поверхности тѣла (рис. 71). Въслѣдствіе сокращенія мускульныхъ пластинокъ совершаются движенія тѣла, похожія на движенія дождевого червя. Наконецъ, внутри отъ мускульнаго слоя находится выстилающій полость тѣла тонкій клѣточный слой, целомическій эпителий (*c. e.*).

Поперечный разрѣзъ кишечнаго канала показываетъ только два слоя. Внутренній состоитъ изъ удлинненныхъ клѣтокъ (*d. e.*), которыя на своей внутренней или свободной поверхности покрыты рѣсничками; это—кишечный эпителий. Снаружи отъ него находится очень тонкій слой плоскихъ клѣтокъ (*c. e'*), которыя ограничиваютъ полость тѣла и потому, подобно самому внутреннему слою стѣнки тѣла, называются целомическимъ эпителиемъ. Такимъ образомъ, мы различаемъ два слоя целомическаго эпителия, наружный или парьетальный слой (*c. e.*), выстилающій стѣнку тѣла, и внутренний или висцеральный слой (*c. e'*), одѣвающий кишечный каналъ.

Мы можемъ теперь лучше сравнить другъ съ другомъ поперечные разрѣзы гидры и *Polygordius* (ср. рис. 55, *A*<sup>1</sup>, и рис. 68, *A*). Эпидермисъ *Polygordius* (самый наружный клѣточный слой) можно сравнить съ эктодермой гидры, а его кутикулу съ одноименнымъ слоемъ, который, хотя у гидры отсутствуетъ,



но есть на стволѣ другихъ гидроидныхъ полиповъ, какъ напр. *Bougainvillea*. Кишечный эпителий *Polygordius*, какъ выстилаящій пищеварительную полость, можно сравнить съ энтодермой гидры. Слой мускульныхъ пластинокъ и оба слоя целомического эпителия не представлены у гидры, гдѣ ихъ мѣсто занято лишь опорной пластинкой.

Слѣдуетъ, однако, вспомнить, что у медузъ между эктодермой и опорной пластинкой встрѣчается иногда особый слой мускульныхъ волоконъ; такія волокна представляютъ рудиментарный средний клеточный слой или мезодерму. Мы можемъ поэтому смотрѣть на мускульный слой и на целомическій эпителий *Polygordius*, какъ на мезодерму, и можемъ сказать, что у него мезодерма распадается на наружный листокъ, состоящій изъ мускульныхъ пластинокъ и парьетального слоя целомического эпителия, и на внутренній листокъ, состоящій изъ висцерального слоя целомического эпителия,\*).

Наружный листокъ прилежитъ къ эктодермѣ (эпидермису) и образуетъ вмѣстѣ съ нею стѣнку тѣла; внутренній листокъ прилежитъ къ кишечному эпителию и образуетъ вмѣстѣ съ нимъ стѣнку кишки. Оба листка отдѣляются другъ отъ друга полостью тѣла.

Отношенія между двуслойнымъ полипомъ и трехслойнымъ червемъ можно выразить слѣдующей сравнительной таблицей:

Гидроидъ	<i>Polygordius</i> .
Кутикула.	Кутикула.
Эктодерма.	Эпидермисъ.
Мезодерма (рудиментарная).	Наружный (парьетальный) листокъ: мускульныя пластинки и целомическій эпителий (парьетальный слой).

---

\*) У большинства высшихъ животныхъ есть еще мускульный слой между кишечнымъ и целомическимъ эпителиемъ; въ такихъ случаяхъ стѣнка тѣла и кишечная стѣнка состоятъ изъ тѣхъ же слоевъ, но въ обратномъ порядкѣ, такъ какъ въ первой целомическій эпителий представляетъ самый внутренній, во второй самый наружный слой.



Мезодерма	Внутренній (висцеральный) листокъ: целомическій эпителий (висцеральный слой).
Эктодерма.	Кишечный эпителий.

Строго говоря, это сравненіе не вполнѣ подходитъ для передняго и задняго конца тѣла; какъ въ ротовомъ, такъ и въ анальномъ отверстіи эпидермисъ незамѣтно переходитъ въ кишечный эпителий, и исторія развитія показываетъ, что клѣтки, выстилающія передній и задній конецъ кишечнаго канала, имѣютъ эктодермальное происхожденіе. Поэтому термины „эпидермисъ“ и „кишечный эпителий“ не вполнѣ равнозначны съ терминами „эктодерма“ и „энтодерма“.

Важно, чтобы читатель, прежде чѣмъ идти дальше, представилъ бы себѣ совершенно ясно общее строеніе трехслойнаго животнаго, какъ мы его видимъ у *Polygordius*. Это строеніе въ общей формѣ можно описать слѣдующимъ образомъ: тѣло состоитъ изъ двухъ составленныхъ изъ эпителиальныхъ клѣтокъ трубокъ, изъ которыхъ одна вложена въ другую, и которыя на обоихъ концахъ тѣла находятся въ связи другъ съ другомъ. Здѣсь внутренняя трубка (кишечный эпителий) находится въ сообщеніи съ вѣшнимъ міромъ. Къ наружной трубкѣ (эпидермису) примыкаетъ слой мускульныхъ пластинокъ, за которымъ далѣе внутрь слѣдуетъ тонкій слой целомического эпителия эти три слоя вмѣстѣ образуютъ стѣнку тѣла. Внутренняя трубка (кишечный эпителий) снаружи покрыта слоемъ целомического эпителия, который вмѣстѣ съ ней образуетъ кишечную стѣнку. Наконецъ, стѣнка тѣла и кишечный каналъ отдѣляются другъ отъ друга значительнымъ пространствомъ—полостью тѣла.

Кишечный каналъ соединяется со стѣнкой тѣла не только у ротового и анальнаго отверстія, но поддерживается еще особымъ образомъ. Во-первыхъ, здѣсь есть тонкія вертикальныя пластинки, дорзальный и вентральный мезентерій (рис. 68, А, *d. m* и *v. m*), которыя тянутся продольно отъ спинной и брюшной стѣнки канала до стѣнки тѣла и дѣлятъ полость тѣла на правую и лѣвую половину. Строеніе мезентерія всего лучше видно на поперечномъ разрѣзѣ (рис. 68,



А, рис. 71, А), который показывает, что парьетальный слой целомического эпителия по средней дорзальной линіи съ обѣихъ сторонъ загибается внизъ и образуетъ двуслойную перепонку, дорзальный мезентерій. Оба слоя, дойдя до кишечнаго канала, расходятся и охватываютъ его съ обѣихъ сторонъ, образуя такимъ путемъ висцеральный слой целомического эпителия. Соединяясь снова подъ каналомъ, они тянутся внизъ въ видѣ вентральнаго мезентерія и, дойдя до стѣнки тѣла, расходятся снова, переходя въ парьетальный слой. Такимъ образомъ, мезентеріи состоятъ просто изъ двойного слоя целомического эпителия, который переходитъ съ одной стороны въ парьетальный, съ другой въ висцеральный слой этого эпителия.

Кромѣ мезентеріевъ, кишечный каналъ поддерживается еще поперечными вертикальными перегородками (рис. 68, В, *sp*) которыя отвѣсно пересѣкаютъ полость тѣла и охватываютъ кишечный каналъ. Перегородки эти правильно расположены и соотвѣтствуютъ наружнымъ бороздкамъ, которыми тѣло червя дѣлится на метамеры. Такимъ образомъ поперечная или метамерная сегментация простирается и на полость тѣла. Каждая перегородка состоитъ изъ мускульнаго слоя, покрытаго съ обѣихъ сторонъ целомическимъ эпителиемъ.

Тамъ, гдѣ перегородки приходятъ въ соприкосновеніе съ кишечнымъ каналомъ, послѣдній болѣе или менѣе ясно перетянутъ, такъ что представляетъ четкообразный видъ; слѣдовательно, сегментация простирается и на кишечный каналъ.

Пищеварительный каналъ не есть простая трубка вездѣ одинаковаго калибра, но можетъ быть раздѣленъ на четыре отдѣла. Первый отдѣлъ или глотка (*ph*) очень короткий и можетъ во время принятія пищи выпячиваться наружу, второй отдѣлъ—пищеводъ—ограниченъ ротовымъ сегментомъ и отличается своими толстыми стѣнками и значительнымъ діаметромъ; третій отдѣлъ—кишка въ болѣе тѣсномъ смыслѣ слова или средняя кишка—(*m*) тянется отъ перваго метамера до послѣдняго, т.е. отъ метамера, слѣдующаго непосредственно за *peristomium*, до того, который непосредственно примыкаетъ къ анальному сегменту; этотъ отдѣлъ кишечнаго канала сжатъ съ боковъ и потому на поперечномъ разрѣзѣ имѣетъ продолговатую форму (рис. 71); четвертый отдѣлъ—прямая киш-



ка—(г), ограничивается анальнымъ сегментомъ: она нѣсколько расширена и не сжата съ боковъ. Эпителій средней кишки энтодермального происхожденія, эпителий остальныхъ отдѣловъ кишечнаго канала имѣетъ эктодермальное происхожденіе. Большинство эпителиальныхъ клѣтокъ во всѣхъ отдѣлахъ канала несутъ рѣснички.

Клѣтки кишечнаго канала и особенно пищевода очень зернисты и могутъ быть разсматриваемы, какъ железистыя клѣтки. Онѣ выделяютъ пищеварительную жидкость, которая, смѣшиваясь съ различными веществами, принятыми въ пищу, растворяетъ бѣлковыя тѣла и другія переваримыя вещества, такъ что дѣлаетъ возможнымъ ихъ всасываніе. Мы не имѣемъ никакихъ доказательствъ, чтобы у *Polygordius* существовало внутриклѣточное пищевареніе, которое встрѣчается у гидры, и весьма вѣроятно, что здѣсь существуетъ исключительно внѣклѣточное пищевареніе, т.-е. пища растворяется и дѣлается способна диффундировать исключительно въ полости канала. Вслѣдствіе движеній канала, которыя причиняются отчасти общими движеніями тѣла, отчасти сокращеніемъ мускуловъ въ перегородкахъ, и вслѣдствіе дѣятельности рѣсничекъ содержимое кишки постепенно проталкивается назадъ, и наконецъ песокъ вмѣстѣ съ остальными непереваримыми веществами черезъ анальное отверстіе выбрасывается наружу.

Полость тѣла наполнена безцвѣтной, прозрачной целомической жидкостью, въ которой находятся маленькія, неправильныя, безцвѣтныя тѣльца и, кромѣ того, овальныя тѣльца, содержащія желтыя зернышки. По аналогіи съ высшими животными можно было бы ожидать, что это лейкоциты, хотя это еще и не доказано.

Функція целомической жидкости, по всей вѣроятности, заключается въ томъ, чтобы переваренную въ кишечномъ каналѣ пищу распредѣлять по всѣмъ частямъ тѣла.

У гидры, гдѣ стѣнка пищеварительной полости находится въ прямомъ соприкосновеніи съ простой стѣнкой тѣла, продукты пищеваренія могутъ тотчасъ же переходить путемъ диффузіи отъ энтодермы къ эктодермѣ, но здѣсь, у *Polygordius*, требуется досредствующая среда между кишечнымъ эпителиемъ



и сравнительно сложной и удаленной стѣнкой тѣла. Пептоны и другіе продукты пищеваренія диффундируютъ черезъ кишечный эпителий въ целомическую жидкость и вслѣдствіе постоянныхъ движеній поспѣдной, причиняемыхъ сокращеніями стѣнки тѣла, они распредѣляются по всѣмъ частямъ тѣла. Такимъ образомъ, какъ наружный эпителий и мышцы, такъ нервная система и органы размноженія относительно притока пищи вполне зависятъ отъ кишечнаго эпителия.

Разсмотримъ теперь органы, которые мы впервые встрѣчаемъ у *Polygordius*, именно кровеносные сосуды. Внутри дорзальнаго мезентерія лежитъ тонкая трубка, которая тянется почти по всей длинѣ тѣла; это — спинной (дорзальный) сосудъ (рис. 68, *d. v*). Подобный же брюшной сосудъ (*v. v*) заключенъ въ вентральномъ мезентеріи \*), и оба сосуда въ каждомъ сегментѣ соединяются другъ съ другомъ парой комиссурныхъ сосудовъ, которые отходятъ справа и слѣва отъ спинного сосуда, спускаются внизъ близъ стѣнки тѣла внутри соответствующей перегородки или непосредственно позади ея и наконецъ впадаютъ въ брюшной сосудъ. Каждый комиссурный сосудъ въ серединѣ даетъ возвратный сосудъ, который идетъ назадъ и оканчивается слѣпо. Самые передніе комиссурные сосуды лежатъ въ ротовомъ сегментѣ по обѣ стороны глотки и имѣютъ косое направленіе. Совокупность всѣхъ этихъ сосудовъ образуетъ замкнутую сосудистую систему, которая не находится въ сообщеніи ни съ одной изъ остальныхъ полостей тѣла.

Сосудистая система содержитъ жидкость, кровь, которая имѣетъ различный цвѣтъ у разныхъ видовъ *Polygordius*, то безцвѣтная, то красная, зеленая или желтая. Иногда въ ней встрѣчаются небольшія амебообразныя тѣльца, соответствующія лейкоцитамъ.

---

\*) Положеніе, что дорзальный и вентральный сосудъ лежатъ внутри мезентерія, требуетъ поясненія. На самомъ дѣлѣ эти сосуды суть просто полости, образуемыя расхожденіемъ обоихъ эпителиальныхъ слоевъ, составляющихъ мезентерій (рис. 71); только ихъ передніе концы имѣютъ собственныя стѣнки.



Функция крови не исследована у *Polygordius*, но она хорошо известна у других червей. Напримѣръ, у обыкновеннаго дождевого червя кровь красная и обязана своимъ цвѣтомъ тому же пигменту, гемоглобину, который встрѣчается въ нашей собственной крови и въ крови остальныхъ позвоночныхъ.

Гемоглобинъ есть азотистое соединеніе, содержащее, помимо углерода, водорода, азота, кислорода и сѣры, небольшое количество желѣза. Его можно получить въ чистомъ видѣ въ формѣ растворимыхъ въ водѣ кристалловъ. Его самое важное физиологическое свойство есть способность вступать въ нестойкое химическое соединеніе съ кислородомъ. Если растворъ гемоглобина привести въ соприкосновеніе съ кислородомъ, то онъ получаетъ яркокрасный цвѣтъ, и этотъ растворъ имѣетъ характерный спектръ, отличающійся двумя абсорпционными полосами, одна въ желтой, другая въ зеленой части спектра. Потеря кислорода измѣняетъ цвѣтъ раствора изъ яркокраснаго въ пурпуровокрасный, и тогда спектръ представляетъ одну широкую абсорпционную полосу, лежащую между двумя полосами содержащаго кислородъ раствора.

Это свойство имѣетъ слѣдующее важное значеніе. Всѣ части организма постоянно подлежатъ деструктивному метаболизму и выделяютъ углекислоту; этотъ газъ поглощается кровью, и въ то же время гемоглобинъ отдаетъ тканямъ свой кислородъ. Съ другой стороны, когда кровь приходитъ въ соприкосновеніе съ наружнымъ воздухомъ (или у водныхъ животныхъ съ водою), происходитъ обратный процессъ, поглощается кислородъ и выделяется углекислота. Слѣдовательно, на гемоглобинъ можно смотрѣть, какъ на дыхательный пигментъ, какъ на разносителя кислорода; его функция—снабжать различныя части тѣла постояннымъ притокомъ кислорода, тогда какъ образованная при окисленіи углекислота отдается крови. Особая часть тѣла, въ которой скопившаяся въ крови углекислота обмѣнивается на кислородъ окружающей среды, носить названіе органа дыханія; у *Polygordius*, также какъ у земляного червя и многихъ другихъ изъ низшихъ животныхъ, нѣтъ специального органа дыханія—легкихъ или жабръ; <sup>тѣмъ</sup> <sup>необ-</sup>ходимый обмѣнъ газовъ совершается всей поверхностью тѣла.

Обсуждая въ одной изъ предыдущихъ лекцій различія между



растениями и животными, мы нашли, что у рассмотренных раньше одноклеточных организмов присутствие выделительного органа въ видѣ сократительной вакуо. и есть характерная черта несомнѣнныхъ животных, каковы, напримѣръ, рѣсничныя инфузоріи, и что подобный органъ отсутствуетъ у несомнѣнныхъ растений, какъ напр. у *Vaucheria* и *Mucor*. Однако, читатель навѣрно замѣтитъ, что гидра и родственныя ей формы не имѣютъ спеціального выделительнаго органа; повидимому, продукты распада выдыхаются здѣсь на любомъ мѣстѣ поверхности. Въ *Polygordius* мы опять встрѣчаемъ животное, обладающее выделительными органами хотя они, въ связи съ болѣе сложнымъ строеніемъ всего животного, весьма отличны отъ простыхъ сократительныхъ вакуолей, которыя мы видѣли у *Paramecium* и *Verticella*.

Выделительные органы у *Polygordius* состоятъ изъ небольшихъ трубочекъ, называемыхъ нефридіями (почками), которыхъ каждый метамеръ содержитъ пару, по одной съ каждой стороны (рис. 68, n). Каждый нефридій (рис. 69) есть очень тонкая трубочка, состоящая изъ двухъ согнутыхъ подъ прямымъ угломъ отдѣловъ. Наружный отдѣлъ идетъ вертикально, лежитъ въ толщѣ стѣнки тѣла и открывается наружу маленькимъ отверстіемъ (рис. 68 и 69). Внутренній отдѣлъ идетъ горизонтально и лежитъ въ эпителии полости тѣла, идя впередъ, онъ преободаетъ перегородку, ограничивающую сегментъ спереди (рис. 68), и образуетъ воронкообразное расширение, посредствомъ котораго полость нефридія сообщается съ полостью тѣла. Вся внутренняя поверхность, какъ самой трубки, такъ и воронки покрыта рѣсничками, движеніе которыхъ направлено наружу.

Итакъ, мы можемъ опредѣлить нефридій, какъ высланную рѣсничками трубку, лежащую въ толщѣ стѣнки тѣла и открывающуюся на одномъ концѣ въ полость тѣла, а на другомъ наружу.

У высшихъ червей, какъ, напр., у дождевого червя, нефридій отчасти высланы железистыми клетками, и обильно снабжены кровеносными сосудами. Вода и азотистые продукты обмена веществъ изъ всѣхъ частей тѣла путемъ диффузіи переходятъ въ кровь и вмѣстѣ съ нею приносятся къ нефридіямъ, железистыя клетки которыхъ вбираютъ изъ нея продукты разру-



шения и передают ихъ въ полости трубочекъ, откуда они въ концы-концовъ выделяются въ окружающую среду. По всей вѣроятности, подобные же процессы происходятъ и у *Polygordius*.

При разсмотрѣніи гидроидныхъ полиповъ мы видѣли, что одинъ изъ самыхъ важныхъ отличительныхъ пунктовъ между

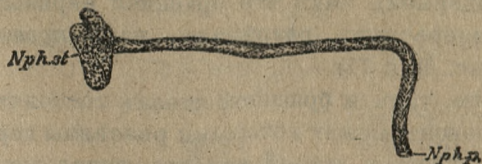


Рис. 69.

Нефридій *Polygordius* а; можно видѣть мерцательные волоски трубочки, воронку (*Nph. st*) и наружное отверстие (*Nph. p*). (По Франсу).

свободно двигающейся медузой и прикрѣпленнымъ гидрантомъ есть присутствіе у первой хорошо развитой нервной системы, состоящей изъ совокупности своеобразно видоизмѣненныхъ клѣтокъ, которымъ принадлежатъ автоматическія функціи. У такого активнаго и въ другихъ отношеніяхъ столь высоко организованнаго животнаго, какъ *Polygordius*, естественно ожидать нервную систему значительно болѣе сложную, чѣмъ у медузы.

Центральная нервная система *Polygordius* состоитъ изъ двухъ частей, изъ головного мозга и брюшного нервного ствола. Мозгъ (рис. 68, *B, G*), есть кругловатая масса, занимающая всю внутреннюю часть предротоваго сегмента и раздѣленная поперечной бороздой на двѣ лопасти, изъ которыхъ передняя въ свою очередь раздѣлена продольной бороздой. Брюшной стволѣкъ (рис. 68, *N*) есть продольный шнуръ, простирающійся вдоль всей средней брюшной линіи отъ ротового до анальнаго сегмента. Задняя лопасть мозга соединена съ переднимъ концомъ брюшного ствола парой нервныхъ стволиковъ, такъ наз. глоточными коммиссурами, которыя справа и слѣва охватываютъ глотку.

Слѣдуетъ обратить вниманіе, что одинъ отдѣлъ центральной нервной системы—мозгъ—лежитъ выше и впереди кишеч-



наго канала, а другой отдѣлъ—брюшной стволъ—ниже его, и что вълѣдствіе соединенія обоихъ отдѣловъ при помощи глоточныхъ комиссуръ, кишечный каналъ какъ бы прободаетъ нервную систему.

Важно также замѣтить, что нервная система *Polygordius* находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ эпидермисомъ (эктодермой), такъ что брюшной нервной стволъ является на поперечныхъ разрѣзахъ, какъ простое утолщеніе эктодермы (рис. 68 и 71).

Какъ мозгъ, такъ и брюшной стволъ состоятъ изъ тонкихъ нервныхъ волоконъ, между которыми разсѣяны нервныя клѣтки (рис. 70). Въ брюшномъ стволѣ волокна расположены продольно, а нервныя клѣтки лежатъ вентрально, образуя слой непосредственно соприкасающійся съ кожнымъ эпителиемъ. Въ задней лопасти мозга нервныя клѣтки лежатъ на поверхности, а центральная часть органа образована тонко пунктированнымъ веществомъ, въ которомъ нельзя различить ни клѣтокъ, ни волоконъ.

По всему мускульному слою стѣнки тѣла развѣтвляется сѣтъ тонкихъ нервныхъ волоконъ (рис. 70, *int. musc. plax*) съ нервными клѣтками въ промежуткахъ (*Nr. C'*), межмускульное сплетеніе. Нѣкоторыя вѣтви этого сплетенія можно прослѣдить до нервныхъ клѣтокъ въ центральной нервной системѣ, другія до клѣтокъ эпидермиса (*af. nv*), третьи (*Esf. nv*) до тонкаго протоплазматическаго слоя, покрывающаго мускульныя пластинки.

Поверхностныя клѣтки, какъ мозга, такъ и брюшного ствола находятся также, какъ уже упомянуто, въ прямомъ соприкосновеніи съ лежащимъ надъ ними эпидермисомъ, а передній конецъ мозга даетъ съ каждой стороны нервъ (рис. 68, *B, nv*) къ соответствующему щупальцу; отдѣльныя волокна нерва распрѣдѣляются между эпидермическими клѣтками этого органа.

Мы видимъ такимъ образомъ, что, кромѣ прямого соединенія нервныхъ клѣтокъ съ эпидермисомъ, центральная нервная система при посредствѣ нервныхъ волоконъ стоитъ въ связи съ чувствительными клѣтками кожного эпителия и съ сократительными мускульными пластинками. Поэтому мы можемъ различать два вида нервныхъ волоконъ: чувствительныя



или центростремительныя (приносящія раздраженія къ центру), которыя соединяють центральную нервную систему съ эпидермисомъ, и двигательныя (моторныя) или центробѣжныя (относящія импульсы отъ центра), которыя соединяють ее съ мускулами.

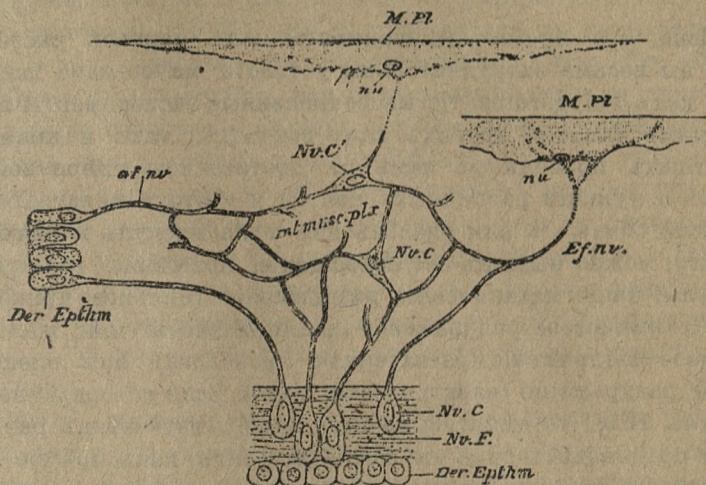


Рис. 70.

Схема для иллюстраціи отношеній нервной системы *Polygordius*.

Кожный эпителий (*Der. Epithm*) или находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ центральной нервной системой (верхняя часть рисунка), или при помощи центростремительныхъ нервовъ (*af. nv.*) соединяется съ межмускульнымъ сплетеніемъ (*int. musc. pl.*); послѣднее при помощи двигательныхъ (центробѣжныхъ) нервовъ (*Ef. nv.*) находится въ связи съ мускульными пластинками (*M. Pl.*).

Центральная нервная система состоитъ изъ нервныхъ волоконъ (*Nv. F.*) и нервныхъ клѣтокъ (*Nv. C.*); другія нервныя клѣтки (*Nv. C'*) разбѣганы въ межмускульномъ сплетеніи.

Мускульныя пластинки (*M. Pl.*) одѣты тонкимъ содержащимъ ядра (*nu*) протоплазматическимъ слоемъ, до котораго можно прослѣдить двигательные нервы.

Сравнивая нервную систему *Polygordius* съ нервной системой медузы, слѣдуетъ отмѣтить два главныхъ пункта: во-первыхъ, концентрацію центральной нервной системы у болѣе высоко стоящаго типа и особенно концентрацію въ переднемъ концѣ тѣла, образующую головной мозгъ; во-вторыхъ, тотъ



важный фактъ, что межмускульное сплетеніе не лежит непосредственно подъ эктодермой, какъ периферическая нервная система медузы, которой она соотвѣтствуетъ, но находится въ мускульномъ слое или, другими словами, погружено въ мезодерму.

Ясно, что прямые эксперименты надъ нервной системой были бы весьма затруднительны у такого маленькаго животного, какъ *Polygordius*. Но многочисленные эксперименты надъ большимъ числомъ другихъ, какъ высшихъ, такъ и низшихъ животныхъ позволяютъ намъ съ достаточною увѣренностью судить о функции различныхъ частей и у этого животного.

Если обнажить или удалить изъ тѣла мускуль живого животного, можно вызвать его сокращеніе, примѣняя различные стимулы, напр. механическое раздраженіе (сильное прикосновеніе), химическое раздраженіе (капля кислоты или щелочи), тепловое раздраженіе (раскаленная проволока) или электрическое раздраженіе (электрический токъ). Если моторный нервъ мускула цѣль, то дѣйствіе на него одного изъ этихъ раздраженій производитъ тотъ же самый эффектъ, какъ прямое воздѣйствіе на мускуль, причемъ стимулъ передается по чрезвычайно раздражимому, но несократимому нерву.

Далѣе, если моторный нервъ остался въ соединеніи съ центральной нервной системой, т. е. съ одной или нѣсколькими нервными клѣтками, то прямое раздраженіе послѣднихъ вызываетъ сокращеніе мускула; мало того, раздраженіе чувствительнаго нерва, находящагося въ связи съ этими клѣтками, производитъ тотъ же эффектъ. Наконецъ, раздраженіе эктодермической клѣтки, находящейся или прямо или при посредствѣ чувствительнаго нерва въ связи съ нервными клѣтками, вызываетъ также мускульное сокращеніе. Дѣйствіе такого рода, въ которомъ раздраженіе, дѣйствующее на свободную, чувствующую поверхность тѣла, передается вдоль чувствительнаго нерва нервной клѣткѣ или группѣ такихъ клѣтокъ и затѣмъ, такъ сказать, отражается по двигательному нерву къ мускулу, называется рефлексивнымъ дѣйствіемъ. Сущность этого расположенія состоитъ въ томъ, что между находящимися въ связи съ чувствующими клѣтками чувствительными нерва-



ми, идущими къ центру и отходящими отъ центра къ мускуламъ двигательными нервами, вставлены нервныя клѣтки.

Для иллюстраціи можетъ служить схема на рис. 70. Сокращеніе мускульной пластинки (*M. Pl*) можетъ быть вызвано раздраженіемъ, дѣйствующимъ или прямо на нее, или на моторное нервное волокно (*Ef. mv*), или на нервныя клѣтки въ центральной нервной системѣ (*Nv. C*), или на клѣтки въ межмускульномъ сплетеніи (*Nv. C'*), или на чувствительное нервное волокно (*af. mv*) или, наконецъ, на эпидермическія клѣтки (*Der. Epithm*).

По всей вѣроятности, вся центральная нервная система у *Polygordius* способна вызывать автоматическія движенія. На помнимъ всеѣмъ хорошо знакомый фактъ, что если тѣло дождевого червя разрѣзать на нѣсколько кусковъ каждый изъ нихъ совершаетъ самостоятельныя движенія. Другими словами, все тѣло не парализуется въ движеніи съ удаленіемъ головного мозга, какъ у высшихъ животныхъ. Однако нельзя сомнѣваться въ томъ, что совершенная координація, т.-е. регулированіе различныхъ движеній для общей цѣли, теряется съ потерей головного мозга.

Такимъ образомъ нервная система представляетъ чрезвычайно важное средство сообщенія между различными частями организма, а также между организмомъ и внѣшнимъ міромъ. Наружная или чувствующая поверхность при посредствѣ ея приводится въ связь со всей мускульной системой, и притомъ съ такимъ совершенствомъ, что малѣйшее прикосновеніе къ одному концу тѣла вызываетъ почти моментальное сокращеніе мускуловъ на другомъ концѣ.

У нѣкоторыхъ видовъ *Polygordius* предротовой сегментъ несетъ пару глазныхъ пятенъ, но у большинства видовъ взрослое животное не имѣетъ глазъ, и, за исключеніемъ мерцательныхъ ямокъ (рис. 67, *B, c, p*), функція которыхъ еще неизвѣстна, единственные опредѣленные органы чувствъ суть щупальца, имѣющія значеніе органовъ осязанія; обильное снабженіе ихъ нервами показываетъ, что ихъ чувствительность, какъ органовъ осязанія, далеко превосходитъ чувствительность остальной поверхности тѣла. Они усажены короткими тонкими кутикулярными отростками (*s*), которые называются щетинками и, вѣроятно, подобно усамъ кошки, служатъ какъ проводники



внѣшнихъ раздраженій къ чувствительнымъ эпидермическимъ клѣткамъ.

Въ заключеніе этой лекціи слѣдуетъ обратить вниманіе читателя на два важныхъ обстоятельства, находящихся въ связи съ строеніемъ *Polygordius*.

Замѣтимъ прежде всего, что въ этомъ типѣ болѣе, чѣмъ въ другихъ, разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ, мы находимъ извѣстныя, опредѣленные части тѣла, какъ органы для отправленія извѣстныхъ функций. Ротъ служить для принятія пищи, кишечный каналъ для перевариванія ея, анальное отверстіе для выбрасыванія остатковъ пищеваренія; целомическая жидкость переноситъ продукты пищеваренія въ наиболѣе отдаленныя части тѣла; система кровеносныхъ сосудовъ приносить всѣмъ частямъ кислородъ и уноситъ отъ нихъ углекислоту; эпидермисъ служить, какъ органъ чувствительности и осязанія, нефридіи для выдѣленія воды и азотистыхъ продуктовъ разложенія, а опредѣленная нервная система регулируетъ движенія различныхъ частей и представляетъ средство сообщенія между организмомъ и внѣшнимъ міромъ. Ясно, что дифференцировка строенія и фізіологическое раздѣленіе труда играетъ болѣе опредѣленную и болѣе важную роль, чѣмъ въ какомъ-либо изъ изученныхъ до сихъ поръ организмовъ.

Во-вторыхъ, мы замѣчаемъ гораздо большую сложность микроскопическаго строенія, чѣмъ въ какомъ-нибудь другомъ изъ разсмотрѣнныхъ типовъ. Взрослый организмъ нельзя разложить на болѣе или менѣе явственныя клѣтки. Въ кожномъ, кишечномъ и целомическомъ эпителии мы не встрѣчаемъ ничего новаго, но мускульныя пластинки уже не клѣтки, въ нефридіяхъ трудно найти клѣточное строеніе такъ же, какъ въ нервныхъ волокнахъ и въ пунктированномъ веществѣ мозга. Такимъ образомъ тѣло распадается на ткани, изъ которыхъ каждая ясно отличается отъ остальныхъ. Мы имѣемъ эпителиальную ткань, кутикулярную ткань, мускульную ткань и нервную ткань, а кровь и целомическую жидкость можно разсматривать, какъ жидкія ткани. Вслѣдствіе этого мы можемъ изучать морфологію *Polygordius* въ еще большей степени, чѣмъ морфологію предыдущихъ типовъ, съ двухъ различныхъ то-



чекъ зрѣнія: съ точки зрѣнія анатоміи, имѣющей дѣло съ общимъ строеніемъ частей тѣла, и гистологіи, научающей ихъ тонкое микроскопическое строеніе.

Слѣдуетъ отмѣтить еще одинъ важный пунктъ, относящійся спеціально къ нѣкоторымъ тканямъ. Выше было упомянуто, что эпидермисъ имѣетъ скорѣе характеръ слоя протоплазмы съ правильно расположенными ядрами, чѣмъ слоя клѣтокъ, и что мускульныя пластинки покрыты протоплазматическимъ слоемъ, съ которымъ находятся въ непрерывной связи концевыя нервныя волокна. Такимъ образомъ нѣкоторыя ткани *Polychordus* имѣютъ характеръ непрерывнаго протоплазматическаго слоя, явленіе, нерѣдко встречающееся какъ у растений, такъ и у животныхъ.



## ЛЕКЦІЯ XXV.

### *Polygordius* (продолженіе).

Бесполое размноженіе неизвѣстно у *Polygordius*, а органы полового размноженія очень просты. Животныя раздѣльнополы или двудомны: въ каждой особи находятся гонады только одного пола.

У наиболѣе совершенно изученнаго вида—*P. neapolitanus* — половые органы находятся въ каждомъ метамерѣ отъ четвертаго до послѣдняго. Эти сегменты пересѣкаются въ косомъ направленіи узкими, мускульными лентами (рис. 71, А, *om*), и нѣкоторыя изъ клѣтокъ целомического эпителія, покрывающихъ эти ленты, размножаются дѣленіемъ и образуютъ маленькія клѣточные кучки (*sp*), изъ которыхъ каждую можно разсматривать, какъ гонаду. Такимъ образомъ пара гонадъ находится въ каждомъ сегментѣ за исключеніемъ предротового, ротового сегмента, первыхъ трехъ метамеровъ и анальнаго сегмента, такъ что половые органы показываютъ такое же простое метамерное расположеніе, какъ пищеварительные, выдѣлительные органы и органы кровообращенія. Слѣдуетъ замѣтить далѣе, что первичныя половыя клѣтки, развивающіяся изъ целомического эпителія, происходятъ изъ мезодермы, а не изъ эктодермы, какъ у гидроидовъ.

У самцовъ первичныя половыя клѣтки многократно дѣлятся, и конечные продукты дѣленія превращаются въ сперматозоиды (рис. 71, В); у самокъ онѣ сильно растутъ и получаютъ характеръ яицъ (*C. oo*). Размноженіе половыхъ продуктовъ про-



исходить такъ сильно, что вся полость тѣла наполняется сперматозоидами или яйцами.

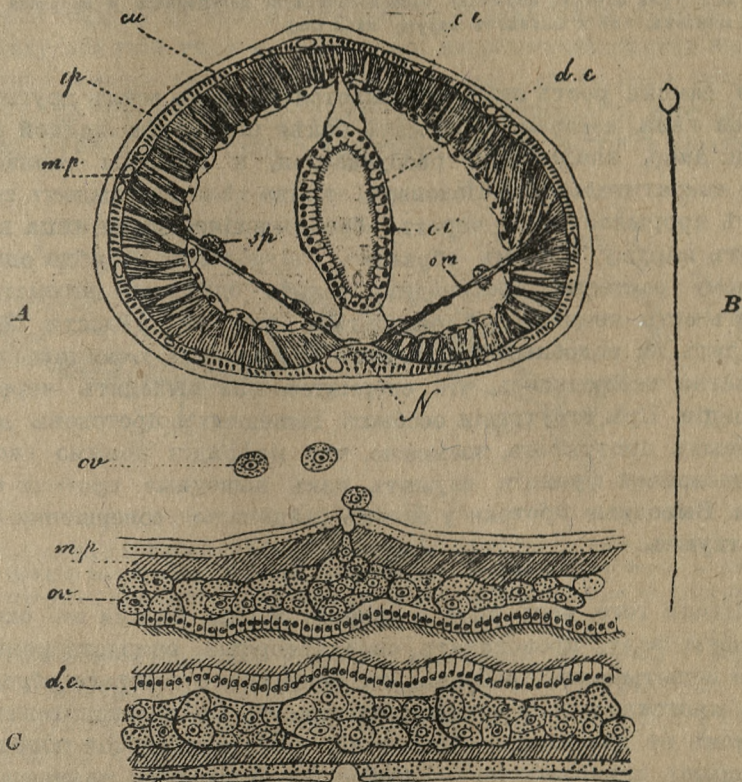


Рис. 71.

### *Polygordius neapolitanus.*

А Поперечный разръзъ самца; можно видѣть положеніе незрѣлыхъ гонадъ (*sp*), а также форму и расположеніе слоевъ, схематически изображенныхъ на рис. 68, А.

Стѣнка тѣла состоитъ изъ кутикулы (*cu*), кожного эпителія (*ep*), мускульныхъ пластинокъ (*m. p*) и парьетальнаго слоя целомического эпителія (*c. e*). Брюшной нервный стволѣкъ (*N*) находится въ непрерывной связи съ кожнымъ эпителіемъ.

Стѣнка кишки состоитъ изъ мерцательнаго кишечнаго эпителія (*d. e*), покрытаго висцеральнымъ листомъ целомического эпителія (*c. e'*). Со стѣнкой тѣла она соединена дорзальнымъ и вентральнымъ мезентеріемъ.

Полость тѣла пересѣкается въ косомъ направленіи мускульными тяжами (*cm*), которые покрыты целомическимъ эпителіемъ, путемъ дифференцировки клетокъ послѣдняго образуются сперматиды (*sp*).



В Отдѣльный сперматозоидъ съ широкой головкой и длиннымъ тонкимъ хвостомъ.

С Горизонтальный разрѣзъ поперѣрной самки.

Стѣнка тѣла отчасти испытала гистологическую дегенерацию и прорвана въ двухъ мѣстахъ, гдѣ и выходятъ наружу яйца (ov).

У самокъ ростъ яицъ совершается на счетъ всѣхъ другихъ частей тѣла, которыя подлежатъ болѣе или менѣе полной атрофіи: напр. эпидермисъ распускается, и мускулы теряютъ свою сократительность. Наконецъ, стѣнка тѣла въ каждомъ сегментѣ прорывается, и черезъ образовавшіяся щели яйца выходятъ наружу. Такимъ образомъ *Polygordius*, подобно однолѣтнему растенію, производитъ только однажды потомство, смерть есть неизбѣжный результатъ половой зрѣлости. Происходитъ ли подобный же разрывъ стѣнки тѣла у самцовъ, неизвѣстно; наблюдалось, что сперматозоиды выходятъ черезъ нефридии. При отсутствіи особыхъ выводныхъ протоковъ для половыхъ продуктовъ, возможно, что нефридии помимо своей обыкновенной функціи служатъ, какъ выводные протоки сѣмени. Выводные протоки у самокъ (яйцеводы) совершенно отсутствуютъ.

Послѣ того, какъ яйца и сперматозоиды попали въ окружающую воду, происходитъ оплодотвореніе; оплодотворенное яйцо испытываетъ дробленіе, въ результатѣ котораго образуется многоклеточная стадія (полипластъ). Послѣ расположенія клетокъ въ два слоя и образованія пищеварительной полости, зародышъ превращается въ любопытную свободно плавающую форму, называемую трохосферой (рис. 72, А).

Трохосфера или только что вылупившаяся личинка *Polygordius*, въ діаметрѣ около  $\frac{1}{4}$  мм., имѣетъ форму кубаря и состоитъ изъ куполообразнаго верхняго отдѣла, *prostomium*, расширяющагося въ выступающее горизонтальное колесо, изъ средняго отдѣла, *peristomium*, имѣющаго форму обращеннаго въ изъ полушарія, и нижняго болѣе или менѣе коническаго анальнаго отдѣла. Кольцевидный выступъ несетъ двойной вѣнокъ большихъ рѣсницъ, при помощи которыхъ личинка двигается въ водѣ.

Подъ мерцательнымъ кольцомъ находится круглое отвер-



стие. ротъ (*o*). Онъ ведетъ черезъ короткую, почти прямую глотку въ объёмистый желудокъ (*d*), отъ нижней стороны котораго отходить короткая, слабоизогнутая кишка, открывающаяся наружу на концѣ нижняго конусовиднаго отдѣла (*an*). Между стѣнкой тѣла и кишечнымъ каналомъ находится наполненная жидкостью полость (*coel*), которая, однако, какъ мы увидимъ, не соответствуетъ полости тѣла взрослого животнаго. Какъ стѣнка тѣла, такъ и кишечная стѣнка состоятъ изъ одно-

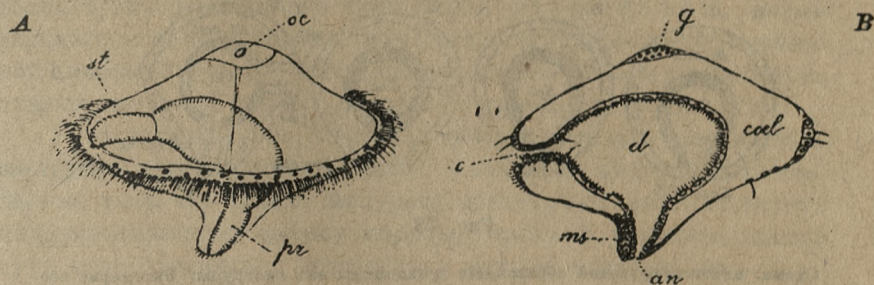


Рис. 72.

А Личинка *Polygordius neapolitanus* въ стадіи трохоферы.

В Продольный разрѣзъ ея: *o* ротъ, *st* stomodaeum, *d* кишка, *pr* proctodaeum, *an* анальное отверстие, *coel* полость тѣла личинки, *ms* мезодерма, *g* мозгъ, *oc* глазныя пятна.

го слоя эпителиальныхъ клѣтокъ; всѣ ткани, которыя у взрослого животнаго извѣстны подъ именемъ мезодермы, еще отсутствуютъ или такъ мало развиты, что пока могутъ быть оставлены безъ вниманія.

Если мы оставимъ въ сторонѣ всѣ подробности, то будетъ ясно, что трохоферу *Polygordius*'а въ общихъ чертахъ можно сравнить съ медузой, такъ какъ она состоитъ изъ наружнаго клѣточного слоя, образующаго покрывку тѣла, и внутренняго слоя, выстилающаго пищеварительную полость. Однако, мы наталкиваемся при этомъ на два важные различія: во-первыхъ, пространство между обоими клѣточными слоями занято у медузы студенистой опорной пластинкой, тогда какъ у червя оно наполнено жидкостью, а во-вторыхъ, пищеварительный каналъ трохоферы имѣетъ не одно, а два отверстія.

Но чтобы установить болѣе точное сравненіе между меду-



зой и трохосферой, необходимо при помощи других видовъ пополнить существенный пробѣлъ въ нашихъ свѣдѣніяхъ о развитіи *Polygordius*: переходъ отъ простой кучки клѣтокъ къ трохосферѣ. Судя потому, что мы знаемъ о развитіи другихъ червей, процессъ этотъ въ общихъ чертахъ, вѣроятно, совершается слѣдующимъ образомъ.

Кучка клѣтокъ, вслѣдствіе скопленія жидкости внутри ея, превращается въ полый шаръ, состоящій изъ одного слоя клѣ-

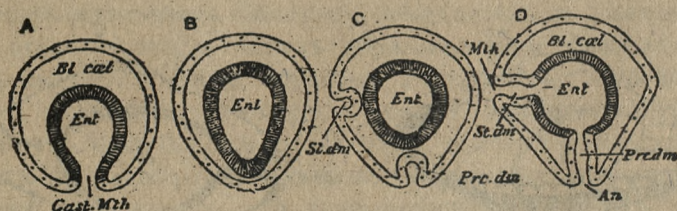


Рис. 73.

Схема, иллюстрирующая образованіе трохосферы изъ гастролы. Эктодерма обозначена пунктиромъ, энтодерма штрихами.

А Гастрולה съ первичной кишкой (*ent*) и первичнымъ ртомъ (*gast. mth*), эктодерма отдѣлена отъ энтодермы личиночной полостью тѣла (*Bl. coel*).

В Ротъ гастролы замкнулся, первичная кишка превращается въ замкнутый мѣшокъ.

С Появляются два эктодермальныхъ впячиванія; *stomodaeum* (*st. dm*) и *proctodaeum* (*Pro. dm*).

Д *Stomodaeum* и *proctodaeum* открываются въ первичную кишку (*ent*), такъ что образуется полный кишечный каналъ со ртомъ (*Mth*) и анальнымъ отверстіемъ.

токъ и заключающій внутри полость; эта стадія развитія носитъ названіе *бластулы* (ср. съ *Volvox*). Затѣмъ одна сторона бластулы впячивается внутрь, такъ что однослойный шаръ превращается въ двуслойную чашу (рис. 73, А). Эта зародышевая стадія носитъ названіе *гастролы*. Ея полость—первичная кишка (*Ent*) ограничивается впятившимися внутрь клѣтками, которыя теперь составляютъ энтодерму, остальныя клѣтки, образующія наружную стѣнку гастролы, составляютъ эктодерму. Оба слоя—эктодерма и энтодерма—переходятъ другъ въ друга у отверстія чаши; это ротъ гастролы или первичный ротъ (*Gast. Mth*). Между эктодермой и энтодермой находится пространство—остатокъ полости бластулы



(Bl. cœl). Читатель, конечно, замѣтитъ сходство гастролы съ гидрой: это какъ будто упрощенная гидра, лишенная шупалецъ.

Затѣмъ ротъ гастролы замыкается (B), и первичная кишка (Ent) превращается такимъ образомъ въ замкнутый мѣшокъ. Приблизительно въ то же время эктодерма впячивается въ двухъ мѣстахъ (C), и оба впячиванія (St. dm., Prc. dm) растутъ внутрь, пока достигаютъ замкнутой первичной кишки и, наконецъ, открываются въ нее (D), такъ что образуется полный кишечный каналъ, состоящій изъ трехъ различныхъ частей: 1) передняго эктодермального впячиванія, stomodaeum, открывающагося наружу посредствомъ рта; 2) энтодермальной первичной кишки, и 3) задняго эктодермального впячиванія proctodaeum, открывающагося наружу посредствомъ анальнаго отверстия.

У трохосферы (рис. 72) глотка происходитъ изъ stomodaeum, желудокъ изъ первичной кишки, а концевая кишка изъ proctodaeum, такъ что только желудокъ трохосферы соответствуетъ пищеварительному каналу медузы; глотка и концевая кишка суть новообразованія, которыхъ у медузы совсѣмъ нѣтъ.

Слѣдуетъ отмѣтить еще два или три пункта въ анатоміи трохосферы.

На верхушкѣ куполообразнаго prostomium эктодерма сильно утолщается, образуя круглую клѣточную пластинку (рис. 72, G), зачатокъ мозга. На поверхности ея въ тѣсной связи съ мозгомъ лежитъ пара маленькихъ, черныхъ пигментныхъ пятенъ — глазныя пятна (oc).

По обѣ стороны кишки между ея эпителиемъ и наружной эктодермой лежитъ рядъ клѣтокъ, которыя образуютъ полосу, отчасти выступающую полость тѣла. Эти двѣ полосы образуютъ зачатокъ всѣхъ мезодермальныхъ тканей взрослаго животнаго (мускуловъ, целомического эпителия и пр.) и называются полосками мезодермы (рис. 72, B, и рис. 75, A, ms).

Наконецъ, съ каждой стороны нижняго или задняго конца желудка лежитъ тонкая трубочка (рис. 74, n), открывающаяся небольшимъ отверстіемъ наружу, а на внутреннемъ концѣ развѣтвляющаяся на нѣсколько тупо замкнутыхъ канальцевъ; она называется головной или передней почкой и отличается отъ нефридія тѣмъ, что не сообщается съ полостью тѣла.



Такъ какъ личинка *Polygordius* резко отличается отъ взрослаго животнаго, то ясно, что развитие, какъ и въ нѣкоторыхъ другихъ извѣстныхъ намъ случаяхъ, должно сопровождаться метаморфозомъ.

Первое явственное измѣненіе есть удлинненіе коническаго анальнаго отдѣла въ хвостовидный придатокъ, который можетъ

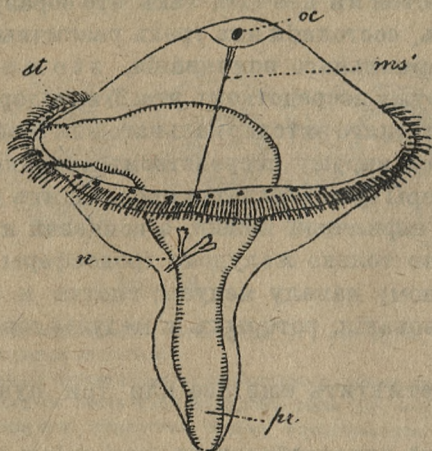


Рис. 74.

Болѣе развитая трехосфера *Polygordius neapolitana*, показывающая удлинненіе туловища; *n* нефриды, *st* stomodaeum, *pr* proctodaeum; *oc* ocelli. *ms'* полоска мезодермы въ prostomium.

быть названъ туловищемъ (рис. 74). Желудокъ (первичная кишка), который первоначально находился только въ prostomium и peristomium, вырастаетъ на значительное протяженіе въ туловище, такъ что proctodaeum образуетъ только отдѣлъ непосредственно около анальнаго отверстія.

Въ то время происходятъ важныя внутреннія измѣненія. Кожный эпителий или наружная эктодерма, по большей части, состоитъ, какъ и прежде, изъ одного слоя кѣлокъ; на той сторонѣ туловища, гдѣ находится ротъ (на рис. 74 на лѣвой сторонѣ), этотъ слой испытываетъ значительное утолщеніе и со-



стоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ клѣтокъ. Это эктодермальное утолщеніе есть зачатокъ брюшного нервнаго ствола (рис. 75, В, N), и та сторона туловища, на которой онъ образуется, окончательно опредѣляется, какъ брюшная сторона будущаго червя, а противоположная ей сторона будетъ спинная. На болѣе поздней стадіи образуются два эктодермальныхъ шнура—глоточныя комиссуры, соединяющія передній конецъ брюшного ствола съ мозгомъ. Замѣчательно то, что два отдѣла центральной нервной системы—мозгъ и брюшной стволъ—первоначально появляются совершенно независимо другъ отъ друга.

Полости мезодермы, очень маленькія и совершенно отдѣленные другъ отъ друга на предыдущей стадіи, теперь настолько разрастаются, что вполне окружаютъ кишечный каналъ и выполняютъ полость тѣла личинки; поэтому на этой стадіи въ туловищѣ совсѣмъ нѣтъ полости тѣла; пространство между кожнымъ и кишечнымъ эпителиемъ занято плотной массой мезодермы. Словомъ, туловище личинки на этой стадіи трехъслойно, но не имѣетъ еще окончательной полости тѣла.

Развитіе идетъ дальше, и личинка принимаетъ форму, изображенную на рис. 75. Туловище значительно удлинилось и въ то же время раздѣлилось рядомъ кольцевыхъ бороздъ на сегменты или метамеры, подобные сегментамъ вырослаго червя, но сильнѣе выраженные. Слѣдя за ростомъ личинки, можно видѣть, что эти сегменты образуются въ направленіи спереди назадъ, т.-е. сегментъ, ближайшій къ *peristomium*, есть самый старый, а новые появляются постоянно между послѣднимъ образовавшимся и концомъ туловища или анальнымъ сегментомъ. Вслѣдствіе этого процесса личинка получаетъ видъ червя съ громадной головой и очень тонкимъ туловищемъ.

Первоначальный желудокъ личинки (первичная кишка) во время образованія метамеровъ настолько удлиняется, что образуетъ большую часть кишечнаго канала; *proctodaeum* ограничивается анальнымъ сегментомъ.

Два слѣдующихъ измѣненія суть появленіе на верхушкѣ *prostomium* пары небольшихъ тонкихъ отростковъ (зачатки щупалецъ) и кольца рѣсницъ на заднемъ концѣ туловища.

Внутреннія измѣненія, происходящія на этой стадіи, очень



важны. Въ каждомъ сегментѣ мезодерма, плотная на предыдущей стадіи, расщепляется на два слоя, парьетальный слой, прилежащій къ эктодермѣ, и висцеральный, прилежащій къ энтодермѣ (рис. 75, *A* и *B*). Пространство между обоими слоями есть постоянная полость тѣла, которая, какъ видно отсюда, есть совершенно иная вещь, чѣмъ личиночная полость тѣла, такъ какъ она образуется не какъ пространство между эктодермой и энтодермой, но путемъ расщепленія первоначально плотной мезодермы.

Расщепленіе мезодермы, однако, не совсѣмъ доходить до дорзальной и вентральной средней линіи; на обоихъ этихъ мѣстахъ остается полоска нерасщепленной мезодермы (рис. 75, *B*), и такимъ путемъ образуется дорзальный и вентральный мезентеріи. Пространства внутри ихъ, повидимому, остатки личиночной полости тѣла, образуютъ дорзальный и вентральный кровеносный сосудъ. Процессъ расщепленія совершается независимо въ каждомъ сегментѣ, поэтому въ каждомъ сегментѣ остается вертикальный слой нерасщепленной мезодермы (рис. 75, *A*, *ms*), отдѣляющей какъ спереди, такъ и сзади каждый сегментъ отъ сосѣднихъ сегментовъ; такимъ путемъ образуются перегородки.

Нефридии, повидимому, имѣютъ двойное происхожденіе; поверхностная часть ихъ образуется изъ эктодермы, болѣе глубокая часть вмѣстѣ съ воронкой изъ парьетального слоя мезодермы.

Въ брюшномъ нервномъ стволѣ клѣтки, лежащія ближе къ наружной поверхности, увеличиваются и образуютъ нервныя клѣтки, тогда какъ клѣтки, лежащія на дорзальной поверхности ствола, вытягиваются въ длину и превращаются въ нервныя волокна. Этотъ процессъ еще начинается въ предыдущей стадіи.

Но самыя рѣзкія гистологическія измѣненія совершаются въ парьетальномъ слое мезодермы. Сначала этотъ слой состоитъ изъ обыкновенныхъ клѣтокъ съ ядрами (рис. 75, *C*<sup>1</sup>, *ms*), но скоро каждая клѣтка расщепляется въ радіальномъ направленіи (*C*<sup>2</sup>) по направленію снаружи внутрь, т.-е. отъ эктодермы къ полости тѣла, такъ что, наконецъ, получаетъ форму книги съ четырьмя или болѣе отдѣльными листами, обращен-



ными наружу, т. е. къ поверхности тѣла, тогда какъ корешокъ—нерасщепленная часть клѣтки—ограничиваетъ полость тѣла. Такъ какъ клѣтки расположены продольными рядами, то мы имѣемъ извѣстное число такихъ книгъ, расположенныхъ въ

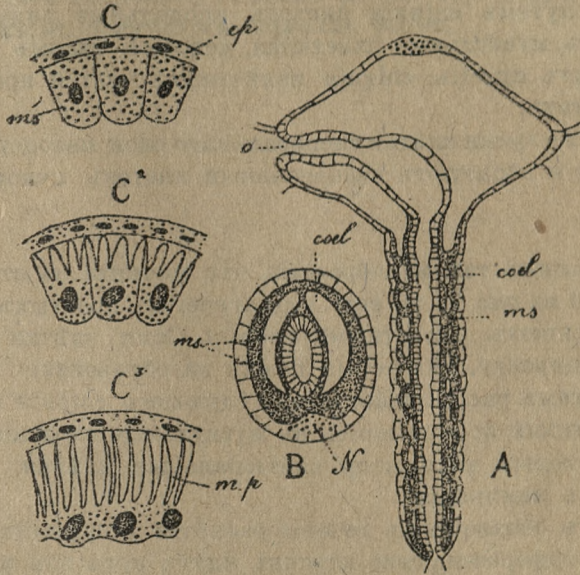


Рис. 75.

А Схематическій продольный разрѣзъ личинки *Polygordius neapolitanus* въ промежуточной стадіи между трохосферой и готовымъ червемъ. Туловище удлинено и раздѣлилось на метамеры.

В Поперечный разрѣзъ черезъ туловище личинки; *ms* мезодерма; *coel* полость тѣла; *N* брюшной нервный стволъ.

С'—С'' Три стадіи развитія парьетальной мезодермы. Въ С' она состоитъ изъ одного слоя клѣтокъ (*ms*), прилежащаго къ эпидермису (*ep*).

Въ С'' и С''' клѣтки расщепляются въ радіальномъ направленіи и образуютъ мускульныя пластинки (*m. p.*).

рядъ другъ за другомъ, такъ что соотвѣтствующіе листы сходятся между собою—за листомъ первымъ первой книги слѣдуетъ первый листъ второй, третьей, четвертой и т. д. книгъ, за листомъ вторымъ первой книги второй листъ слѣдующихъ книгъ, и такъ вдоль нѣсколькихъ туловищныхъ сегментовъ. Поаднѣ, тѣ части клѣтки, которыя мы сравнили съ листьями



книги, отдѣляются отъ корешка, т.-е. отъ нерасщепленной части (С<sup>в</sup>), и каждый листъ сливается съ соответствующими листами известнаго числа книгъ въ одинъ продольный рядъ. Въ результатъ нерасщепленной части клѣтокъ (корешки книгъ) образуютъ парьетальный слой целомического эпителія; образовавшіеся путемъ сліянія листовъ продольные ряды превращаются въ мускульныя пластинки, которыя такимъ образомъ происходятъ путемъ сліянія известныхъ частей продольнаго ряда клѣтокъ.

Въ то же время клѣтки висцеральнаго слоя мезодермы сплюсциваются и образуютъ висцеральный листокъ целомического эпителія.

Мы видимъ такимъ образомъ, что личинка на стадіи, изображенной на рис. 75, не есть уже агрегатъ простыхъ клѣтокъ, расположенныхъ известными слоями. Сами клѣтки испытали дифференцировку, нѣкоторыя пошли на образованіе волоконъ, другія путемъ расщепленія и послѣдующаго сліянія съ сосѣдними клѣтками превратились въ мускульныя пластинки, тогда какъ нѣкоторыя, какъ напр. эпителіальные клѣтки, остались почти безъ измѣненія.

Такимъ образомъ въ теченіе развитія *Polygordius* размноженіе и дифференцировка клѣтокъ идутъ рука объ руку, и въ результатъ образуются сложныя ткани, присутствіе которыхъ составляетъ важное различіе между червемъ и болѣе простыми, изученными разѣе типами.

Слѣдуетъ замѣтить, что это сравнительно сложное животное на одной стадіи своей жизни — стадіи оплодотвореннаго яйца, также просто, какъ амѣба; въ стадіи *morula* его можно сравнить съ *Pandorina*, въ стадіи бластулы — съ *Volvox*; въ стадіи гаструды оно въ общихъ чертахъ соответствуетъ гидрѣ, тогда какъ въ стадіи трохосферы оно въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ похоже на медузу. Какъ въ другихъ разсмотрѣнныхъ случаяхъ, сравнительно высоко организованная форма въ теченіе своего индивидуальнаго развитія проходитъ стадіи, въ общихъ чертахъ похожія на тѣ, какія по теоріи развитія должны были проходить ея предки при своемъ постепенномъ восхожденіи отъ болѣе низкой къ болѣе высокой ступени развитія.



Конецъ развитія *Polygordius* можно заключить въ нѣсколькихъ словахъ. Туловище растетъ настолько быстрее, чѣмъ голова, что послѣдняя становится сравнительно меньше и, наконецъ, имѣетъ одинаковый діаметръ съ туловищемъ, какъ у взрослога. Мерцательныя кольца исчезаютъ, щупальца достигаютъ полной величины, глазныя пятна атрофируются, и такимъ образомъ получается взрослая форма.



## ЛЕКЦІЯ XXVI.

### Главные отдѣлы животнаго царства. — Морская звѣзда.

Читатели, основательно усвоившіе строеніе такихъ одноклѣточныхъ животныхъ, какъ амёбы и инфузоріи, типичныхъ двуслойныхъ животныхъ, какъ гидра и *Bougainvillea*, и такихъ типичныхъ трехслойныхъ животныхъ, какъ *Polygordius*, — безъ труда поймутъ общія черты организациіи всѣхъ другихъ членовъ животнаго царства. Разъ совершенно усвоены понятія: клѣтка, клѣточный слой, ткань, стѣнка тѣла, кишечникъ, *stomodaeum*, *proctodaeum*, полость тѣла, парьетальная и висцеральная мезодерма, всѣ остальные пункты строенія суть только подробности.

Если мы возьмемъ какой-нибудь учебникъ зоологіи, то мы найдемъ, что животное царство дѣлать обыкновенно на восемь основныхъ отдѣловъ, которые называютъ подцарствами, или типами. Различаютъ слѣдующіе типы:

- Protozoa (простѣйшія).
- Porifera (губки).
- Coelenterata (кишечнополостныя).
- Vermes (черви).
- Echinodermata (иглокожія).
- Arthropoda (членистоногія).
- Mollusca (моллюскы).
- Vertebrata (позвоночныя).



За немногими исключениями, которыя здѣсь не мѣсто разсматривать, все громадное количество извѣстных намъ животныхъ можно отнести въ ту или другую изъ этихъ группъ.

Простѣйшія (Protozoa) суть одноклѣточные животныя; изъ нихъ разсмотрѣны въ предшествующихъ лекціяхъ амѣба, *Trichosphaerium*, хламидомонада, *Heteromita*, *Euglena*, плазмодій малярии, *Paramaecium*, *Stylonychia*, *Oxytricha*, *Opalina*, *Vorticella*, *Zoothamnium*, *Foraminifera* и *Radiolaria*. Сюда относятся также *Pandorina* и *Volvox*. Читатель не затруднится вывести отсюда общія черты этого типа.

Кишечнополостныя (Coelenterata) суть двуслойныя животныя; изъ нихъ были разсмотрѣны нами гидра, *Bougainvillea*, *Diphyes* и *Porpita*. Морскіе анемоны (актиніи) и кораллы также принадлежатъ къ этому типу. Нѣкоторыя относятся сюда и губокъ.

Черви (Vermes) представляютъ очень разнородную сборную группу. Всѣ они трехслойны, но, тогда какъ одни изъ нихъ имѣютъ полость тѣла, у другихъ нѣтъ полости тѣла, одни сегментированы, другіе нѣтъ. Но если хорошо усвоить строеніе *Polygordius*, то безъ труда можно понять строеніе плоскихъ червей, ленточныхъ червей, круглыхъ червей, дождевого червя или одного изъ обыкновенныхъ морскихъ червей.

Изъ остальныхъ четырехъ типовъ мы до сихъ поръ не изучали ни одного представителя, но краткое описаніе одной типичной формы каждаго изъ нихъ покажетъ намъ, что они всѣ имѣютъ извѣстное отношеніе къ общему плану организаци *Polygordius*'а, такъ какъ всѣ они трехслойны и имѣютъ полость тѣла.

Къ иглокожимъ (Echinodermata) принадлежатъ морскія звѣзды, морскія лиліи, морскіе ежи и морскіе огурцы (голотуріи). Какъ примѣръ этой группы, мы разсмотримъ морскую звѣзду.

Къ типу членистоногихъ (Arthropoda) принадлежатъ раки, омары, крабы, креветки и водяныя блохи; скорпіоны, пауки и клещи; многоножки, и, наконецъ, всѣ виды насѣкомыхъ, какъ напр. тараканы, жуки, мухи, муравьи, пчелы, бабочки. Представителемъ этой группы послужить намъ рѣчной ракъ.



Къ типу моллюсковъ относятся обыкновенныя двусторчатые, какъ напр. устрицы и остальныя ракушки; улитки и другія формы съ непарной раковиной или безъ раковины; каракатицы и осьминоги. Какъ представителя группы, мы рассмотримъ прѣсноводную ракушку.

Наконецъ, къ типу позвоночныхъ (*Vertebrata*) относятся всѣ животныя съ осевымъ скелетомъ—позвоночникомъ: миноги и миксины; настоящія рыбы, какъ акулы, скаты, осетровыя рыбы, и костистыя рыбы, какъ окунь, форель и пр.; амфибии, какъ напр. лягушки, жабы, саламандры, тритоны; рептилии, какъ ящерицы, крокодилы, змѣи и черепахи; птицы; млекопитающія или животныя, имѣющія кожу, покрытую волосами и выкармливающія своихъ дѣтей молокомъ, какъ напр. извѣстныя четвероногія, покрытыя волосами животныя, а также киты и тюлени, обезьяны и человѣкъ. Какъ примѣръ позвоночныхъ животныхъ, мы рассмотримъ акулу.

### Морская звѣзда.

Обыкновенная морская звѣзда состоитъ изъ центральнаго дисковиднаго отдѣла или кружка, отъ котораго отходятъ радиусами пять рукъ или лучей (рис. 76). Животное ползаетъ по скаламъ, причемъ брюшная плоская, свѣтло окрашенная поверхность обращена внизъ, а болѣе темная, выпуклая спинная кверху. Она можетъ двигаться въ любомъ направленіи, такъ что нельзя различать передній и задній конецъ въ обыкновенномъ смыслѣ слова. Такая радиальная симметрія, т. е. раздѣленіе тѣла на одинаковыя, отходящія лучеобразно отъ общаго центра части, вообще характерна для иглокожихъ.

Въ центрѣ диска, на брюшной поверхности, находится большое отверстіе рта (рис. 77, *o*), и отъ него отходятъ радиусами пять бороздокъ, такъ наз. *амбулякральныя бороздки*, изъ которыхъ каждая идетъ вдоль вентральной поверхности каждой руки. У живого животного изъ этихъ бороздокъ выдаются многочисленные, тонкіе, полупрозрачныя цилиндрики—*амбулякральныя ножки* или *трубочки-ножки* (*f*), онѣ очень растяжимы, и каждая оканчивается присоской. Двигая ихъ въ различномъ направленіи, прикрѣпляясь одними, втяги-



вая другія, морская звѣзда можетъ двигаться какъ по горизонтальной, такъ и по вертикальной плоскости, можетъ даже перевернуться, если ее положить брюшной стороной кверху.

На спинной поверхности, близъ середины центральнаго кружка находится небольшое анальное отверстіе (*an*); оно лежитъ на линіи, проведенной отъ центра кружка къ входящему углу между двумя лучами; поэтому говорятъ, что оно лежитъ



Рис. 76.

Морская звѣзда, съ брюшной стороны. Видны даскъ и руки, ротовое отверстіе въ центрѣ и трубочки-ножки вдоль рукъ.

интеррадіально. Близъ анальнаго отверстія и также интеррадіально находится круглая известковая пористая пластинка (*mpc*), продырявленная множествомъ микроскопическихъ отверстій въ видѣ сита; присутствіе этой пластинки нарушаетъ радіальную симметрію морской звѣзды и даетъ начало двусторонней симметріи, такъ какъ, если провести разрѣзъ въ плоскости, проходящей черезъ середину этой пластинки и противоположной ей руки, то можно раздѣлить животное на двѣ одинаковыхъ половины.



Тѣло морской звѣзды хотя гибко, но довольно крѣпко и прочно вслѣдствіе того, что подъ мягкой слизистой кожей находится слой маленькихъ, неправильныхъ известковыхъ пластинокъ, образующихъ своего рода кожный панцирь (см. рис. 77). Къ нѣкоторымъ изъ нихъ прикрѣпляются шипы, а между ними находятся маленькія отверстія, кожныя поры, черезъ которыя при жизни животнаго просовываются тонкіе, пальцевидные отростки, дыхательныя мѣшочки, или кожныя жабры (рис. 77, *br*). Какъ на спинной, такъ и на брюшной поверхности находятся странные характерные органы, называемые педицелляріями. Это маленькія, похожія на щипцы образования, состоящіе изъ основнаго члѣника или стѣбелька и двухъ какъ бы челюстей, изъ которыхъ каждая поддерживается известковой пластинкой (см. рис. 77); челюсти приводятся въ движеніе мускулами и, повидимому, служатъ для того, чтобы удалять съ поверхности животнаго продукты отброса и постороннія тѣла.

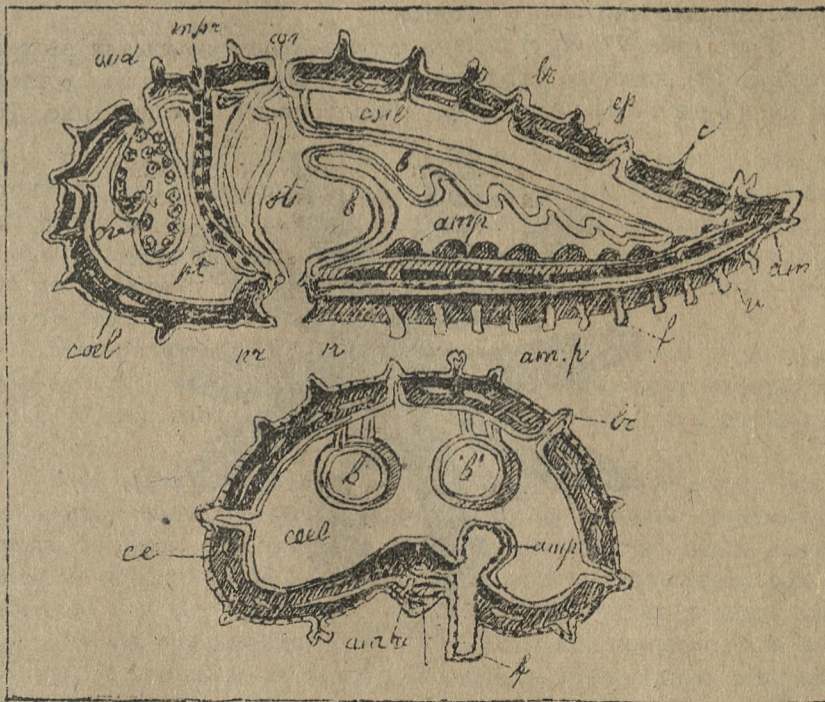
Трубочки-ножки расположены симметрично по обѣимъ сторонамъ амбулякральной бороздки. На концѣ бороздки находится одиночное образование, похожее на трубочку-ножку, но безъ присоски на концѣ; это щупальце. При основаніи щупальца находится ярко красное глазное пятно.

На разрѣзахъ видно, что есть явственная полость тѣла, отдѣляющая стѣнку тѣла отъ кишечнаго канала и заключающая гонады, кровеносные сосуды и пр. Стѣнка тѣла состоитъ, считая снаружи, изъ очень тонкой кутикулы, затѣмъ изъ слоя поверхностнаго эпителія или эпидермиса (*ep*), далѣе изъ толстаго волокнистаго слоя (*s*); затѣмъ изъ тонкаго и прерывающагося мускульнаго слоя и, наконецъ, изъ слоя целомическаго эпителія (*s. e*), выстилающаго полость тѣла.

Известковыя пластинки съ шипами образуютъ наружный или кожный скелетъ; какъ уже упомянуто, это по большей части маленькія неправильныя тѣльца, развивающіяся въ волокнистомъ слое стѣнки тѣла. Но, кромѣ этого наружнаго скелета, есть еще внутренній скелетъ. А именно, каждая амбулякральная бороздка ограничена двумя рядами правильно расположенныхъ амбулякральныхъ пластинокъ, которыя лежатъ подобно стропиламъ; дорзальные концы каждой пары



А



В

Рис. 77.

### Схематическіе разръзы морской звёзды.

А Продольный разръзъ, справа захватывающій руку.

В Поперечный разръзъ черезъ руку.

Эпидермисъ обозначенъ рѣдкими точками, нервная система пунктиромъ, эпителий амбулacrальной системы четковидной линіей; мезодерма затшсвана равномѣрно, части скелета обозначены черной краской, кишечный каналъ желтой, кровеносные сосуды красной, эпителий полости тѣла синей.

*ep* эпидермисъ; *c* cutis; *o* ротъ; *st* желудокъ, *b* и *b'* слѣзные отростки желудка, *an* анальное отверстие, *br* дыхательные мѣшочки, *v* кровеносные сосуды; *coel* полость тѣла, *ce* целомихическій эпителий, *am. v* амбулacrальные сосуды, *am. p* амбулacrальные пластинки, амбулacrальные ножки, *amr* ампулла, *pt* каменистый каналъ, *trp* пористая пластинка, *n*. *r* нервное кольцо, *n* радиальный нервъ, *ov* яичникъ, *ovd* яйцеводъ.



сходятся на верху борозды (ср. рис. 77, В), а вентральные концы расходятся и соединяются на краю руки съ обыкновенными пластинками наружнаго скелета.

Ротъ (рис. 77, А, о) ведетъ черезъ короткую глотку въ желудокъ (*st*), который дѣлится на двѣ части—кардіальный и пилорическій отдѣлы. Кардіальный отдѣлъ (рис. 78,



Рис. 78.

Пищеварительные органы морской звѣзды съ дорзальной стороны.

Кардіальный отдѣлъ желудка (*card. st*) даетъ пять короткихъ кардіальныхъ слѣпыхъ отростковъ и ведетъ въ пилорическій отдѣлъ (*pyl. st*), отъ котораго пять раздвоенныхъ пилорическихъ отростковъ продолжаются до конца руки. Короткая кишка узнается по присутствію кишечныхъ слѣпыхъ отростковъ (*int. coec*) и анальнаго отверстия (*an*); *madr* пористая пластинка.

*card. st*), въ который непосредственно открывается глотка, представляетъ объемистый мѣшокъ, продолжающійся въ пять широкихъ кармановъ (рис. 77, А, б); это кардіальные слѣпые отростки, каждый изъ которыхъ вдается въ основаніе руки. Когда морская звѣзда питается, она можетъ выворачивать этотъ кардіальный мѣшокъ на ракушку или другое животное, служащее ей пищей, и такимъ путемъ можетъ пожирать животныхъ, слишкомъ крупныхъ, чтобы войти къ ней въ ротъ; за-



тѣмъ вывернутый желудокъ при помощи специальныхъ мускуловъ втягивается обратно.

Широкий кардіальный отдѣлъ продолжается въ небольшой пилорическій отдѣлъ, который также даетъ пять выростовъ — пилорическіе слѣпые отростки (рис. 77, *b*; рис. 78, *pyl. coel*); но каждый изъ нихъ дѣлится на двѣ вѣтви, и обѣ вѣтви тянутся до конца руки, давая по пути мелкія боковыя вѣтви, такъ что весь отростокъ имѣетъ махровый видъ. Пилорическіе отростки выстланы железистыми клѣтками, и въ нихъ происходитъ превращеніе пищи. Они прикрѣпляются къ дорзальнымъ стѣнкамъ рукъ особыми складками (ср. рис. 77, *B*) — мезентеріемъ.

Пилорическій отдѣлъ желудка ведетъ въ очень короткую кишку, которая идетъ прямо вверхъ къ анальному отверстию (рис. 77, *an*), давая предварительно два небольшихъ слѣпыхъ отростка.

Весь кишечный каналъ выстланъ внутри кишечнымъ эпителиемъ и покрытъ снаружи внутреннимъ слоемъ целомического эпителия (ср. рис. 77); мускульнаго слоя въ немъ нѣтъ. Между стѣнкой тѣла и кишечнымъ каналомъ находится объемистая полость тѣла (рис. 77, *coel*), наполненная водянистою жидкостью, содержащей лейкоциты. Эпителий полости тѣла покрытъ рѣсничками, которыя производятъ циркуляцію целомической жидкости. Упомянутыя выше кожныя жабры (рис. 77, *br*) сообщаются съ полостью тѣла и суть просто полые выросты стѣнки тѣла. Они служатъ для того, чтобы приводить целомическую жидкость въ тѣсное соприкосновеніе съ окружающею водою, и потому могутъ быть разсматриваемы какъ органы дыханія.

Одна изъ самыхъ характерныхъ особенностей въ анатоміи морской звѣзды есть особая система сосудовъ — такъ наз. воднососудистая или амбулякральная система; она имѣетъ громадное значеніе, такъ какъ находится въ связи съ функціей трубочекъ-ножекъ.

Центральную часть амбулякральной системы составляетъ пятиугольный кольцевой сосудъ (рис. 79, *c*), окружающій глотку. Отъ каждаго угла этого пятиугольника отходитъ радіальный сосудъ (рис. 79, *r*), который тянется до конца со-



ответствующей руки и лежит внутри угла, заключаемого двойным рядом амбулякральных пластинок (рис. 77, B). Каждый радиальный сосуд дает боковые ветви (рис. 79, *r'*), которые сообщаются с полыми трубочками-ножками (рис. 79, *p*;

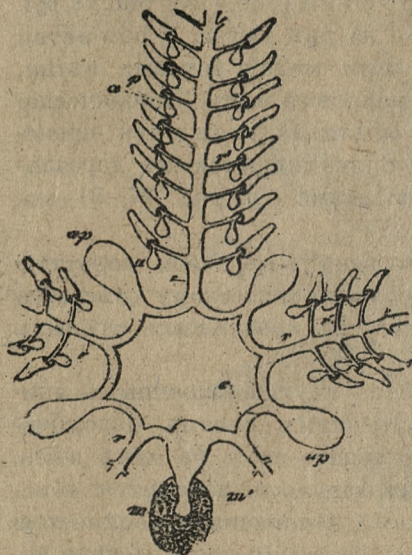


Рис. 79.

Воднососудистая система морской звезды (схематично).

Кольцевой сосудъ (с) даетъ пять радиальныхъ сосудовъ (*r*), боковые отростки которыхъ (*r'*) находятся въ соединении съ трубочками-ножками (*p*) и ампуллами (*a*).

Въ промежуткахъ между радиальными сосудами, слѣд. интеррадиально отъ кольцевого сосуда, отходятъ такъ наз. Полевые пузырьки (*op*) и каменистый каналъ (*m'*), оканчивающійся пористой пластинкой (*m*).

мощи мелкихъ поръ этой пластинки, черезъ которые какъ бы фильтруется вода, полость каменистаго канала, а слѣдовательно, и вся амбулякральная система находится въ прямомъ сообщеніи съ окружающею водой.

Вся амбулякральная система содержитъ водянистую жидкость, а стѣнки ея состоятъ изъ эпителія и наружнаго мус-

рис. 77, B, *f*), а каждая трубочка-ножка при помощи узкаго канала соединяется съ небольшимъ пузырькомъ или ампуллою (рис. 79, *a*; рис. 77, *atr*), лежащей въ полости тѣла. Такимъ образомъ ампуллы образуютъ двойной рядъ пузырьковъ вдоль внутренней поверхности вентральной части руки.

Въ промежуткахъ между руками, слѣдовательно интеррадиально, кольцевой сосудъ даетъ также отростки, такъ наз. Полевые пузырьки (рис. 79, *op*), по одной парѣ въ каждомъ промежуткѣ. Въ одномъ изъ промежутковъ отъ кольцевого сосуда отходитъ трубка, называемая каменистымъ каналомъ (такъ какъ стѣнки ея пропитаны известью). Этотъ каналъ (рис. 77, *pt*; рис. 79, *m'*) идетъ прямо вверхъ и оканчивается упомянутой выше пористой пластинкой (рис. 77, A, *mpr*; рис. 79, *m*). При по-



ульного слоя, особенно хорошо развитого въ ампулахъ и въ трубочках-ножкахъ. Сокращеніе мускуловъ ампулъ проталкиваетъ воду въ трубочки-ножки и производитъ вытягиваніе этихъ органовъ; обратное втягиваніе ножекъ производится сокращеніемъ продольныхъ мускуловъ въ ихъ стѣнкахъ, вслѣдствіе чего жидкость проталкивается назадъ въ ампулы.

Такимъ образомъ вся амбулякральная система представляетъ совершенный локомоторный аппаратъ, приводимый въ дѣйствіе водою. Этотъ аппаратъ составляетъ исключительную особенность иглокожихъ. У всѣхъ другихъ высшихъ животныхъ движенія совершаются прямымъ, а не косвеннымъ, какъ здѣсь дѣйствіемъ мускуловъ.

Другую систему сосудовъ образуетъ такъ наз. кровеносная система. Вокругъ глотки, подъ амбулякральнымъ кольцевымъ сосудомъ, лежитъ кольцевой кровеносный сосудъ, отъ котораго отходятъ радіальные кровеносные сосуды къ рукамъ (рис. 77, *v*). Вдоль каменистаго канала идетъ кровеносный синусъ (см. рис. 77), который внизу соединяется съ кольцевымъ сосудомъ, а наверху съ пятиугольнымъ сосудомъ, отъ котораго отходятъ вѣтви къ гонадамъ. Помянутый синусъ окружаетъ овальную железу, функція котораго, вѣроятно, состоитъ въ образованіи лейкоцитовъ.

Нервная система значительно проще, чѣмъ у *Polygordius*. Она состоитъ прежде всего изъ пятиугольнаго нервного кольца, окружающаго ротъ (рис. 77, *nr*) и имѣющаго характеръ простого утолщенія кожного эпителия. Отъ cadaго изъ его угловъ отходитъ радіальный нервъ (рис. 77, *n*), который идетъ вдоль руки подъ амбулякральнымъ и кровеноснымъ сосудомъ и есть ничто иное, какъ утолщеніе эпидермиса, нѣкоторыя клѣтки котораго превратились въ нервныя клѣтки и волокна. На концѣ руки радіальный нервъ оканчивается въ глазомъ пятнѣ. — Кромѣ этой поверхностной нервной системы, есть еще болѣе глубокая нервная система, расположенная внутри и состоящая изъ двойного пятиугольника вокругъ рта, отъ котораго отходятъ двойные радіальные нервы къ рукамъ. Есть также разбѣянные нервныя элементы въ дорзальной области стѣнки тѣла.

Подобно *Polygordius* морская звѣзда животное раздѣльно-



полное: при этомъ совсѣмъ нѣтъ наружнаго различія между полами, и даже яичники можно отличить отъ сѣменной железы только микроскопическимъ изслѣдованіемъ. Всего пять паръ гонадъ—яичниковъ или сѣменныхъ железъ—по одной парѣ въ каждомъ интеррадіусѣ (рис. 77, *ov*). Каждая гонада имѣетъ форму виноградной кисти и представляетъ мѣшокъ, выстлан-

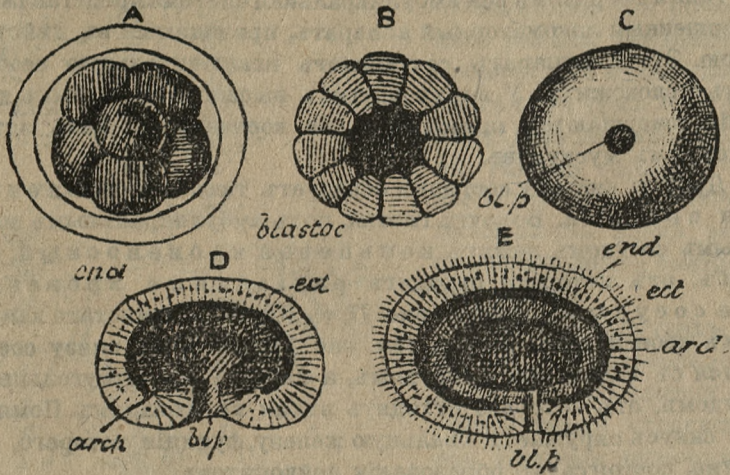


Рис. 80.

Раннія стадіи развитія морской звѣзды.

А Кучка клѣтокъ, окруженная желточной оболочкой.

В Бластула, въ разрѣзѣ.

С Гастрюла, снаружи.

Д Гастрюла, въ разрѣзѣ.

Е Болѣе развитая гастрюла съ покрытой рѣсничками эктодермой.

*arch* Первичная кишка, *blastoc* полость бластулы; *bl. p* отверстіе гастрюлы; *ect* эктодерма; *ent* энтодерма.

ный эпителиемъ, изъ котораго развиваются яйца или сперматозоиды. Она продолжается въ трубку или выводной протокъ (рис. 77, А, *ovd*), который открывается интеррадіально на дорсальной поверхности диска (рис. 77).

Яйца и сперматозоиды выбрасываются въ воду, гдѣ происходитъ оплодотвореніе. Оплодотворенное яйцо подвергается дробленію, образуя кучку клѣтокъ (рис. 80, А), которая послѣ того какъ клѣтки располагаются вокругъ центральной полости,



превращаются въ бластулу (B). Одна сторона бластулы втягивается внутрь, и образуется гастрюла (C), причемъ клѣтки дифференцируются на эктодерму и энтодерму (D), и клѣтки эктодермы получаютъ рѣснички (E). Затѣмъ гастрюла мало-по-малу принимаетъ форму особой свободноплавающей личинки.

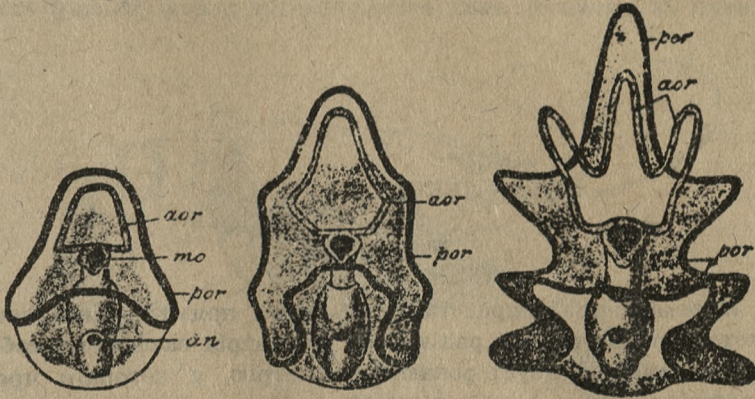


Рис. 81.

Три стадіи развитія личинки морской звѣзды.

an Анальное отверстіе; aor предротовое рѣсничное кольцо; mo ротъ; por послѣ-ротовое рѣсничное кольцо.

имѣющей нѣкоторое общее сходство съ трохосферой (ср. *Polygordius*) и называемой *biripnaria* (рис. 81). Эта личинка отличается отъ взрослой морской звѣзды тѣмъ, что не имѣетъ никакихъ слѣдовъ радіальной симметріи, и тѣло ея продолжается въ нѣсколько покрытыхъ рѣсничками отростковъ или рукъ, которыя всѣ расположены двусторонне симметрично, а кишечный каналъ имѣетъ форму изогнутой цилиндрической трубки, состоящей изъ глотки, желудка и кишки, лежащей въ медианной плоскости. Эта личинка нѣкоторое время живетъ свободной жизнью, плавая при помощи рѣсничекъ, и наконецъ путемъ сложнаго ряда измѣненій постепенно превращается во взрослую морскую звѣзду.



## ЛЕКЦІЯ XXVII.

### Р а к ъ.

Морская звезда представляет намъ примѣръ животного, у котораго явственная радіальная симметрія заслоняетъ собой первоначальную двустороннюю симметрію, у котораго чрезвычайно простая форма нервной системы, единственный въ своемъ родѣ типъ локомоторнаго аппарата и совсѣмъ нѣтъ слѣдовъ метамерной сегментаціи. Изучая рака, мы увидимъ животное, которое построено по тому же общему плану (относительно сегментаціи, расположенія органовъ и т. д.), какъ *Polysordius*, но достигаетъ во многихъ отношеніяхъ болѣе высокой степени организаціи.

Тѣло рака (рис. 82) дѣлится на двѣ области: переднюю—головогрудь, нерасчлененную и покрытую щитомъ, какъ бы панциремъ; изаднюю—брюшко, которое дѣлится на явственные сегменты, подвижные другъ относительно друга въ вертикальной плоскости. Головогрудь въ свою очередь дѣлится поперечной бороздкой (такъ наз. затылочнымъ швомъ) на двѣ части: переднюю—голову и заднюю—грудь. Щитъ покрываетъ спинную и боковыя области; онъ свободенъ по бокамъ груди, гдѣ съ каждой стороны образуетъ жаберную крышку (см. рис. 84), отдѣленную отъ стѣнки тѣла узкимъ промежуткомъ, въ которомъ лежатъ жабры.

Отъ вентральной поверхности отходятъ парныя конечности или придатки—образованія, которыхъ до сихъ поръ мы не встрѣчали. И туловище, и придатки покрыты



какъ бы панциремъ, образованнымъ изъ вещества, называемаго хитиномъ, которое сильно пропитано известковыми солями и потому очень твердо и мало эластично.

Брюшко состоитъ изъ семи сегментовъ; первые шесть изъ нихъ (рис. 82) можно разсматривать, какъ метамеры въ томъ же

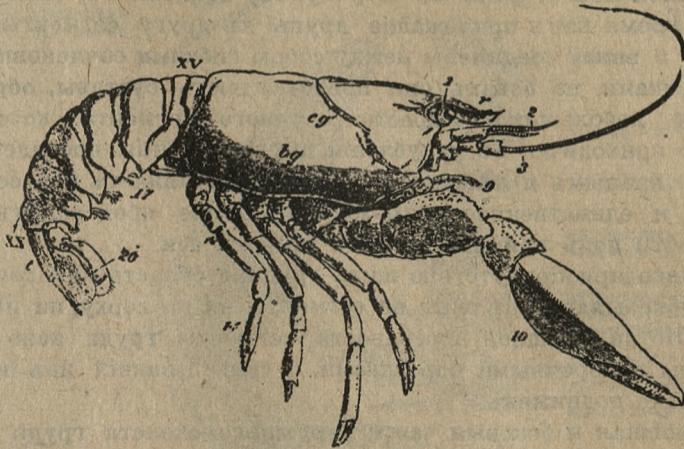


Рис. 82.

Видъ сбоку рака-самца.

*bg* Жаберная крышка; *cg* затылочный шовъ; *r* клювикъ; *t* концевая пластинка (telson); *1* глазной стебелекъ; *2* малый усикъ; *3* большой усикъ; *9* третья ногочелюсть; *10* клешня; *14* послѣдняя ходильная нога; *17* плавательныя ножки третьяго сегмента брюшка; *20* боковая лопасть хвостоваго пластинка; *XV—XX* сегменты брюшка.

смыслъ, какъ у *Polygordius*. Каждый имѣетъ кольцевидную форму и представляетъ широкую дорзальную часть (спинку), узкую вентральную часть (грудинку) и направленные внизъ боковые отростки (бочки). Седьмой сегментъ брюшка, концевая пластинка (telson), сплюснута горизонтально и дѣлится поперечной бороздкой на переднюю и заднюю части. Всѣ семь сегментовъ покрыты твердымъ хитиномъ и соединяются другъ съ другомъ хитинными сочленовными перепонками. Такимъ образомъ наружный скелетъ рака представляетъ сплошной хитинный покровъ, но въ немъ есть промежутки, не



пропитанные известью, такъ что весь скелетъ имѣетъ характеръ твердаго суставчатого панциря.

Уже было упомянуто, что сегменты брюшка подвижны другъ относительно друга въ вертикальной плоскости, а именно все брюшко можетъ вытягиваться, т.-е. выпрямляться и сгибаться, т.-е. подгибаться подъ головогрудь; но сегменты не могутъ двигаться изъ стороны въ сторону. Это объясняется тѣмъ, что въ то время какъ прилежащіе другъ къ другу сегменты наверху и внизу соединены между собою гибкими сочленовными перепонками, на бокахъ они представляютъ суставы, образованные небольшимъ выростомъ одного сегмента, который плотно приходится въ углубленіи другого. Линія, проведенная между правымъ и лѣвымъ суставомъ, составляетъ ось сочлененія, и единственное возможное движеніе происходитъ въ плоскости подъ прямымъ угломъ къ этой оси.

Благодаря присутствію щита грудная область неподвижна и не показываетъ дѣленія на сегменты ни на верху, ни по бокамъ. Но на брюшной поверхности сегменты груди ясно обозначены поперечными бороздками, а самыя заднія изъ нихъ нѣсколько подвижны.

Брюшная и боковыя части наружнаго скелета груди продолжаютъ внутрь тѣла въ видѣ ряда пропитанныхъ известью пластинокъ или перегородокъ, расположенныхъ такъ, что образуется рядъ боковыхъ камеръ, въ которыхъ лежатъ мышцы конечностей, и срединный, похожій на туннель, каналъ, содержащій грудную часть нервнаго ствола. Вся эта система перегородокъ составляетъ своего рода внутренній скелетъ (ср. рис. 84).

Голова совсѣмъ не показываетъ сегментаціи; головная часть щита вытягивается впереди въ большой срединный шипъ, клювикъ (*rostrum*) (рис. 82, *r*). Непосредственно подъ нимъ отходятъ два подвижносочлененныхъ цилиндрическихъ тѣльца. Глазныя стебельки, несущіе на концахъ глаза.

Придатки имѣютъ очень разнообразную форму и всѣ, подобно брюшку, сегментированы, т.-е. состоятъ изъ свободно сочлененныхъ члениковъ (отсюда и названіе „членистоногія“). Наблюдателю сразу бросаются въ глаза длинныя щупальца, прикрѣпленные къ головѣ, пять паръ ногъ, отходящихъ отъ



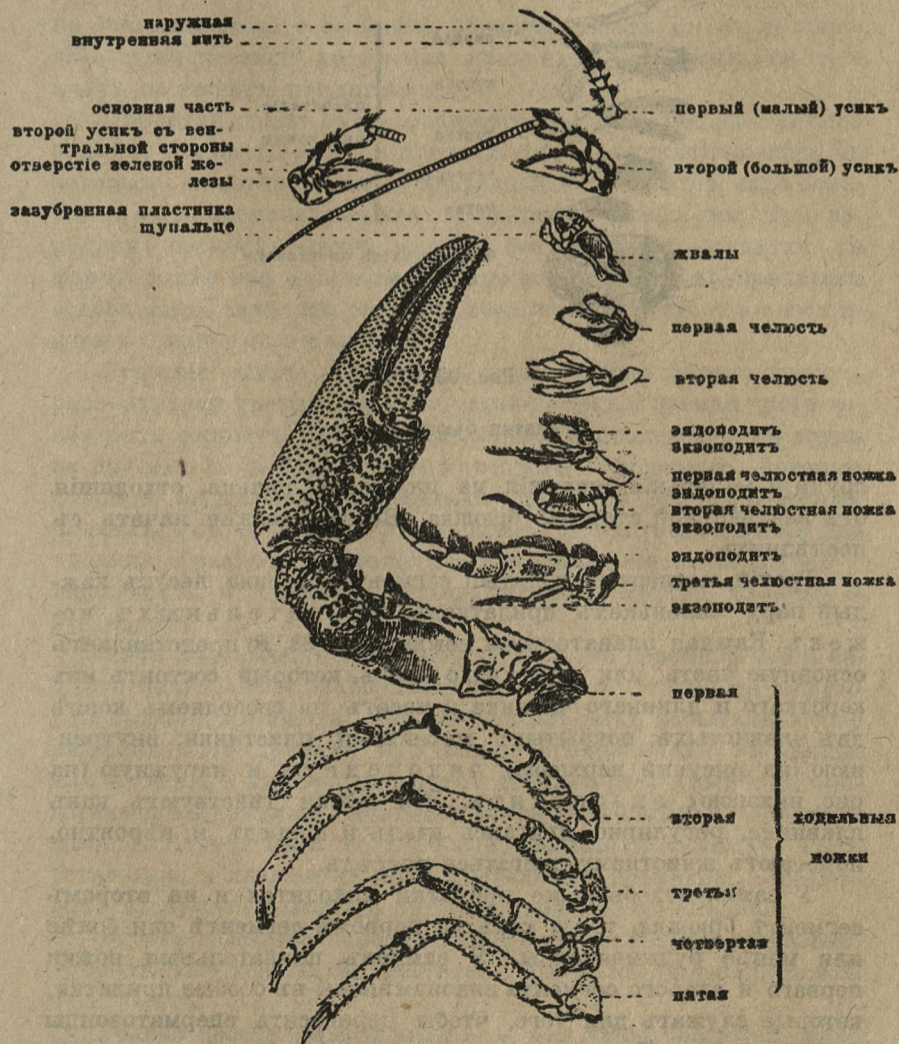


Рис. 83 А.  
Придатки головогруди рака.





Рис. 83 В.

#### Придатки брюшка рака.

груди и маленькія, похожія на плавники, тѣльца, отходящія отъ вентральной стороны брюшка. Всего удобнѣе начать съ послѣднихъ.

Третій, четвертый и пятый сегментъ брюшка несутъ каждый пару маленькихъ придатковъ, плавательныхъ ножекъ. Каждая плавательная ножка (рис. 83, В) представляетъ основную часть, или протоподитъ, который состоитъ изъ короткаго и длиннаго членика и несетъ на свободномъ концѣ двѣ членистыхъ, покрытыхъ щетинками, пластинки: внутреннюю (на рисункѣ верхнюю), эндоподитъ и наружную (на рис. нижнюю), экзоподитъ. Эти ножки дѣйствуютъ, какъ плавники, регулярно двигаясь взадъ и впередъ, и, вѣроятно, помогаютъ животному двигаться впередъ.

У самки подобные же придатки находятся и на второмъ сегментѣ брюшка, тогда какъ на первомъ сегментѣ они болѣе или менѣе рудиментарны. У самцовъ плавательныя ножки перваго и втораго сегмента видоизмѣнены въ особые придатки, которые служатъ для того, чтобы переносить сперматозоиды въ тѣло самки. Придатки шестого сегмента одинаковы у самцовъ и самокъ; какъ наружная, такъ и внутренняя пластинка (экзоподитъ и эндоподитъ) имѣютъ форму широкихъ плоскихъ пластинокъ; при естественномъ положеніи частей онѣ лежатъ



по бокамъ седьмого сегмента, образуя вмѣстѣ съ нимъ широкій пятилопастной хвостовой плавникъ. Самъ седьмой сегментъ не имѣетъ придатковъ.

Придатки груди очень разнообразны (рис. 83, А). Четыре заднихъ сегмента несутъ длинныя, тонкія членистыя ноги, на которыхъ животное ходитъ. Впереди ихъ находится пара большихъ ногъ, оканчивающихся громадными клешнями. Три переднихъ сегмента несутъ гораздо болѣе мелкіе придатки, по формѣ болѣе или менѣе похожіе на ножки, но съ зазубреннымъ основаніемъ, такъ что служатъ какъ челюсти: это челюсти-ножки или ногочелюсти.

Строеніе этихъ придатковъ всего лучше можно понять, рассматривая третью пару челюстей-ножекъ. Главная часть конечности состоитъ изъ семи члениковъ, расположенныхъ другъ за другомъ и за исключеніемъ второго и третьяго, которые слились, подвижно сочлененныхъ другъ съ другомъ. Второй членикъ несетъ, похожій на щупальце, придатокъ. Первые два членика образуютъ протоподитъ, остальные пять члениковъ — эндоподитъ, а щупальце, отходящее отъ второго членика — экзоподитъ.

Пять ходильныхъ ногъ отличаются отъ рассмотрѣнной челюсти-ножки своей большей величиной и отсутствіемъ наружной вѣтви — экзоподита. Первые три изъ нихъ испытали особое видоизмѣненіе, причемъ ихъ концы превратились въ щипцы или клешни; а именно: четвертый членикъ даетъ выростъ, прижимаясь къ которому, концевой (пятый) членикъ и образуетъ щипцы. Первая пара ногъ гораздо больше и сильнѣе, чѣмъ остальные, и клешни на нихъ достигаютъ громадныхъ размѣровъ и служатъ важнымъ оружіемъ защиты и нападенія.

Вторая и первая пара челюстей-ножекъ похожа на рассмотрѣнную уже третью, но значительно меньше; эндоподитъ ихъ очень малъ.

Голова несетъ пару жвалъ и двѣ пары челюстей около рта, пару большихъ и пару маленькихъ усиковъ. Самый задній придатокъ головы есть вторая челюсть, у которой эндоподитъ представляетъ маленькое щупальце, а экзоподитъ видоизмѣненъ въ полулунную пластинку, служащую для регулированія тока воды въ жаберной полости.



Первая челюсть очень мала и совсѣмъ не имѣетъ экзоподита. Жвалы представляютъ крѣпкое, твердое тѣло, зазубренное на внутреннемъ краю, и несущее спереди маленькое трехчленное шупальце.

Большіе усики достигаютъ почти такой же длины, какъ все тѣло. Основаніе ихъ состоитъ изъ пяти члениковъ, изъ которыхъ послѣдній несетъ длинный, гибкій, многочленный жгутъ или собственно усикъ; при основаніи его отходить небольшая чешуйка, которая по своему положенію представляетъ экзоподитъ.

Малые усики представляютъ ось изъ трехъ члениковъ, на которой сидятъ два членистыхъ жгутика. Ихъ часто рассматриваютъ, какъ экзоподитъ и эндоподитъ. Но мы видѣли, что во всѣхъ другихъ конечностяхъ экзоподитъ отходить отъ второго членика оси; дѣйствительнаго соответствія между частями малыхъ усиковъ и другими придатками нѣтъ.

Глазные стебельки отходятъ выше малыхъ усиковъ и состоятъ каждый изъ двухъ члениковъ. Ихъ также часто рассматриваютъ какъ придатки, подобные усикамъ, ножкамъ и т. д., но правильнѣе смотрѣть на нихъ просто какъ на членистые отростки предротовой части. Если мы примемъ, что какъ глазные стебельки, такъ и малые усики суть просто выросты предротовой части, а не метамерныя образованія, то тогда тѣло рака будетъ состоятъ изъ предротовой части, восемнадцати метамеровъ <sup>1)</sup> и концевго членика, который заключаетъ въ себѣ анальный сегментъ. Предротовая часть несетъ глазные стебельки и малые усики; первые четыре метамера сливаются съ предротовой частью, образуя голову, и несутъ большіе усики, жвалы, первую и вторую пару челюстей. Слѣдующіе восемь метамеровъ (5—12) составляютъ грудь и несутъ три пары челюстей-ножекъ и пять паръ ходильныхъ ножекъ. Остальные шесть метамеровъ (13—18) вмѣстѣ съ анальнымъ сегментомъ составляютъ брюшко и несутъ пять паръ плавательныхъ ножекъ и хвостовой плавникъ.

Сочлененіе различныхъ члениковъ конечностей устроено по

---

<sup>1)</sup> Если же считать глазные стебельки и малые усики за метамерныя образованія, то метамеровъ будетъ двадцать.



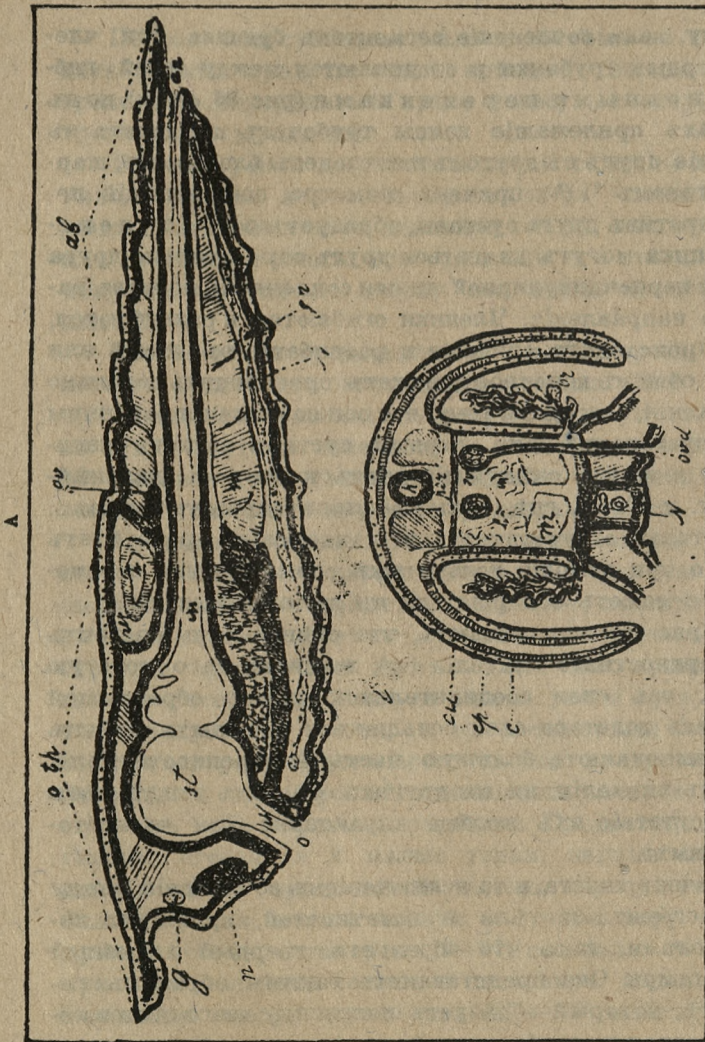
тому же плану, какъ сочлененіе сегментовъ брюшка. Эти членики суть твердыя трубочки и соединяются между собой гибкими сочленовными перепонками (рис. 86, *art. m*), но въ двухъ пунктахъ прилежащіе концы трубочекъ приходятъ въ соприкосновение другъ съ другомъ и сочленены блоковымъ, шарнирнымъ суставомъ <sup>1)</sup> (*h*), причемъ діаметръ, соединяющій лежащіе другъ противъ друга суставы, образуетъ ось сочлененія. Два членика могутъ двигаться другъ относительно друга въ плоскости, перпендикулярной къ оси сочлененія, но ни въ какомъ другомъ направленіи. Членики сгибаются и разгибаются, какъ у насъ происходитъ сгибаніе и разгибаніе въ локтѣ или колѣнѣ. Но въ общемъ конечность можетъ производить довольно сложные движенія, благодаря тому, что оси сочлененія различны въ разныхъ суставахъ; напр., первый суставъ можетъ изгибаться вверхъ и внизъ, слѣдующій взадъ и впередъ, дальнѣйшій вкось и т. д. Тамъ, гдѣ, какъ въ плавательныхъ ножкахъ, блоковые суставы отсутствуютъ и сочлененіе происходитъ исключительно при помощи кольчатыхъ сочленовныхъ перепонокъ, движеніе можетъ совершаться въ любой плоскости.

Разрѣзы (рис. 84) показываютъ, что стѣнка тѣла состоитъ изъ слоя поверхностнаго эпителія (*ep*), выделяющаго толстую кутикулу (*cu*), изъ слоя соединительной ткани, образующей *cutis* (*c*), и очень толстаго слоя большихъ и сложныхъ мышцъ (*m*), которыя выполняютъ большую часть внутренности тѣла. Ни въ кожномъ эпителіи, ни въ другихъ мѣстахъ нигдѣ нѣтъ рѣсничекъ; отсутствіе ихъ вообще характерно для членистоногихъ животныхъ.

Кутикула очень толста, и за исключеніемъ сочлененій между различными сегментами тѣла и конечностей, пропитана известковыми солями, такъ что образуетъ твердый хитинный членистый панцирь. Она представляетъ такимъ образомъ хитинный скелетъ, который образуетъ покрывку всего тѣла и который сбрасывается и возобновляется періодически (у взрослыхъ животнаго разъ въ годъ) — процессъ, извѣстный подъ названіемъ линьки.

<sup>1)</sup> Относительно суставовъ см. Гёксли-Розенталя. Основы физиологии.





В

Рис. 84.

Схематическіе разрѣзы рѣчного рака.

А Продольный разрѣзъ; *st* желудка, *ab* брюшко, *cv* сердце, *m* мускулы, *h* голова, *th* грудка, *p* челюсти, *r* ноги, *a* антенны, *s* сифон, *v* желудок, *c* хвостовые вѣтви.

Б Поперечный разрѣзъ; *cm* мускулы; *cp* мышечный слой; *c* хвостовые вѣтви, *h* голова, *p* челюсти, *r* ноги, *a* антенны, *s* сифон, *v* желудок, *c* хвостовые вѣтви.

Мускульная система гораздо сложнѣе, чѣмъ у *Polygordius*, и состоитъ исключительно изъ поперечнополосатыхъ волоконъ. Въ брюшкѣ мускулы достигаютъ большихъ размѣровъ и дѣлятся



на меньшую дорзальную и большую вентральную партію. Дорзальные мышцы (рис. 85, *d. m*) суть парные, продольные ленты, которые прикрѣпляются къ переднему краю каждого сегмента;

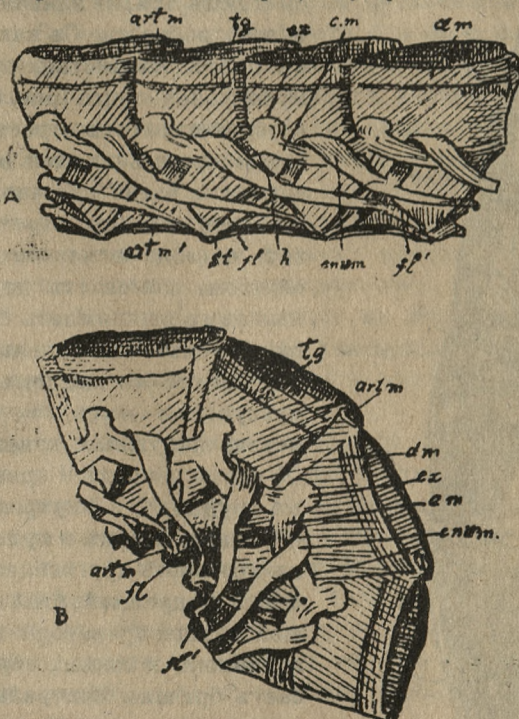


Рис. 85.

Схематическій рисунокъ, показывающій дѣйствіе мышцъ брюшка у рака. А показываетъ положеніе при выпрямленіи, В при сгибаніи.

Четыре сегмента брюшка изображены въ сагиттальномъ разрѣзѣ; *tg* спинка; *st* грудники; *art. m* сочленовныя перепонки спинки; *art. m'* сочленовныя перепонки грудника; *fl* шарнирные суставы.

Мышцы представлены въ видѣ узкихъ лентъ, и ихъ расположеніе значительно упрощено; *dm* дорзальныя мышцы; *ex* центральная разгибающая мышца, дающая отростки (*ex*); *env. m* обертывающая мышца, дѣйствующая въ качествѣ сгибателя; *fl* передній, *fl'* задній конецъ ея.

впереди онѣ переходятъ въ грудь. Когда эти мышцы сокращаются, онѣ тянутъ передній дорзальный край каждого сегмента подъ задній край предшествующаго сегмента и такимъ образомъ вытягиваютъ или выпрямляютъ брюшко.



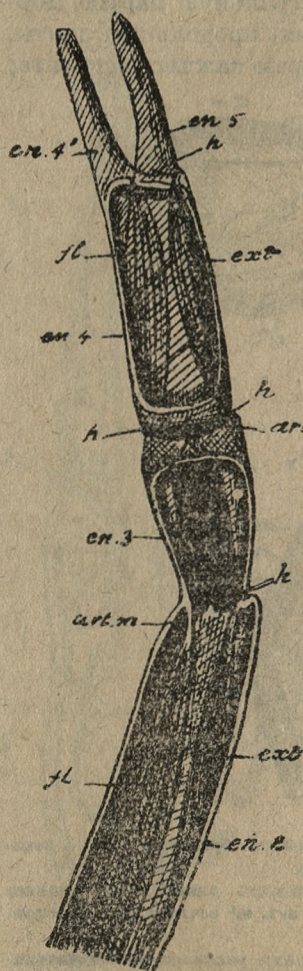


Рис. 86.

Нога рана (часть наружного скелета удалена, чтобы показать мышцы).

сн. 2—сн. 5—сегменты ноги; h—суставы; арт. 7 соединенная перепонка; ext разгибательные мышцы; fl сгибающие мышцы.

Вентральные мышцы необыкновенно сложны, так что мы рассмотрим их, не вдаваясь въ большія подробности. Съ каждой стороны идетъ волнистая, продольная, мускульная лента (рис. 85, *cm*), отъ которой отходятъ отростки (*ex*), которые прикрѣпляются въ каждомъ сегментѣ выше сустава; сокращеніе этой мышцы стремится сблизить спинки сегментовъ и такимъ образомъ помогаетъ дорзальнымъ мышцамъ выпрямлять брюшко. Вокругъ этихъ центральныхъ мышцъ перекинута въ каждомъ сегментѣ мускульная лента (*cm*, *m*) въ видѣ петли, наружный конецъ которой (*fl*) идетъ впередъ и прикрѣпляется къ грудинкѣ, а внутренний конецъ (*fl*) идетъ назадъ и прикрѣпляется къ грудинкѣ другого, задняго сегмента. Сокращеніе этой обертывающей мышцы производитъ сближеніе грудинокъ и такимъ образомъ сгибаетъ брюшко. Вентральныя мышцы, подобно дорзальнымъ, переходятъ въ грудь, гдѣ онѣ прикрѣпляются къ системѣ внутреннихъ перегородокъ; ихъ различныя части соединены сложной системой волоконъ, которые тянутся между центральными и обертывающими мышцами и соединяютъ ихъ съ мышцами противоположной стороны. Сгибающія мышцы чрезвычайно сильны и, когда дѣйствуютъ всѣ вмѣстѣ, производятъ то сильное и порывистое подгибаніе брюшка подъ



головогрудь, благодаря которому ракъ съ большой быстротой двигается назадъ.

Отсюда видно, что мышцы у рака не составляютъ слой стѣнки тѣла, какъ у *Polygordius*, а образуютъ большую мясистую массу, наполняющую большую часть полости тѣла и оставляющую весьма небольшое пространство вокругъ кишечнаго канала.

Въ конечностяхъ каждый членикъ приводится въ движеніе двумя мускулами, расположенными въ ближайшемъ проксимальномъ членикѣ (рис. 86). Эти мышцы прикрѣпляются хитинными, часто пропитанными известью, сухожиліями къ проксимальному концу того сегмента, который долженъ приводиться въ движеніе; болѣе тонкая мышца (*ext*) выпрямляетъ, болѣе толстая (*fl*) сгибаетъ; и та и другая находятся на половинѣ разстоянія между двумя суставами, такъ что линія, соединяющая два мускульныхъ прикрѣпленія, пересѣкаетъ подъ прямымъ угломъ ось сочлененія (ср. рис. 86).

Пищеварительные органы построены по тому же общему плану, какъ у *Polygordius*, но представляютъ много интересныхъ особенностей. Ротъ (рис. 87, *m*) лежитъ по средней вентральной линіи головы и ограниченъ спереди щитовидной пластинкой, верхней губой (*lb*), по бокамъ жвалами, а позади парой лопастей нижней губы. Онъ ведетъ черезъ короткій пищеводъ въ объемистый желудокъ, который занимаетъ большую часть головы и дѣлится на большій передній или кардіальный отдѣлъ (*cs*) и меньшій задній или пилорическій (*ps*); послѣдній переходитъ въ очень короткую пищеварительную часть кишечнаго канала, среднюю кишку (*mg*), за которой слѣдуетъ длинная задняя кишка (*hg*) до анальнаго отверстія, расположеннаго на вентральной поверхности хвостовой пластинки (*a*).

Наружный слой кишечнаго канала состоитъ изъ соединительной ткани, заключающей въ себѣ поперечнополосатые мускульные волокна; внутри его находится одинъ слой цилиндрическихъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Въ пищеводѣ, въ желудкѣ и въ задней кишкѣ эпителий выдѣляетъ слой хитина, который такимъ образомъ составляетъ самый внутренній слой этихъ отдѣловъ. Изъ исторіи развитія животнаго извѣстно, что небольшая собственно пищеварительная часть кишечнаго канала,



средняя кишка (*mg*), не имѣющая хитинной выстилки, есть единственная часть всего кишечного канала, развивающаяся изъ первичной кишки зародыша, пищеводъ и желудокъ развиваются изъ передняго эктодермального впячиванія, задняя кишка изъ такого же задняго впячиванія. Такимъ образомъ только весьма небольшая часть кишечного эпителия происходитъ изъ энтодермы.

Въ кардіальномъ отдѣлѣ желудка хитинный покровъ утолщается и пропитывается известью, такъ что образуетъ сложный перетирающій аппаратъ, такъ наз. желудочную мельницу.

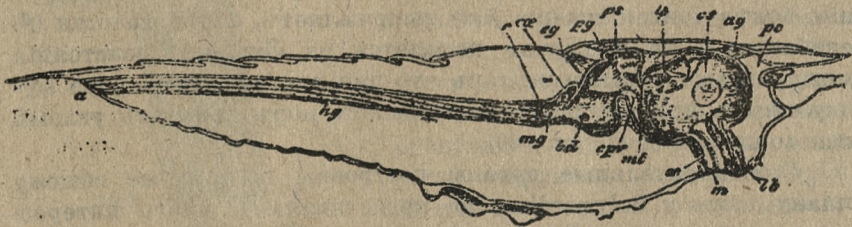


Рис. 87.

Продольный вертикальный разрѣзъ рака, показывающій кишечный каналъ.

*a* анальное отверстие; *ag* передній мускулъ желудка; *bd* отверстие лѣвой панцирной железы; *cg* затылочный шовъ; *coe* слѣпой отростокъ кишки; *cs* кардіальная часть желудка; кружокъ означаетъ положеніе гастролита; *hg* задняя кишка; *ib* верхняя губа; *li* боковой зубецъ мельницы; *m* ротъ; *mg* средняя кишка; *mt* средний зубецъ мельницы; *oe* пищеводъ; *pg* задній мускулъ желудка; *ps* передняя часть желудка; *t* начало задней кишки.

въ которой одинъ средній и два боковыхъ зубца, сильно пропитанные известью, обращены въ полость желудка. Двѣ пары сильныхъ мускуловъ отходятъ отъ панцыря и прикрѣпляются къ желудку (*ag*, *pg*); сокращаясь, они приводятъ въ дѣйствіе мельницу такимъ образомъ, что три зубца сходятся по средній и довершаютъ размельченіе пищи, начатое челюстями. Расхождение зубцовъ отчасти происходитъ вслѣдствіе эластичности самой мельницы, отчасти совершается мускулами въ стѣнкахъ желудка.

Пилорическій отдѣлъ желудка образуетъ фильтръ, или цѣдилку; его стѣнки утолщены и продолжаютъ во множество волосковъ, которые тянутся поперекъ узкаго просвѣта и мѣшаютъ проходу недостаточно размельченной пищи въ пище-



варительный отдѣлъ кишки. Такимъ образомъ желудокъ совсѣмъ не имѣетъ пищеварительной функціи, но представляетъ просто жевательный и процеживающій аппаратъ. — На каждой сторонѣ кардіальнаго отдѣла въ извѣстное время года находятъ плоско-выпуклыя массы пропитаннаго известью вещества (гастролиты, что значить желудочные камни). Это то, что въ просторѣчьи называютъ „рачьими глазками“.

Перевариваніе пищи и до нѣкоторой степени всасываніе переваренныхъ продуктовъ совершается парой большихъ пищеварительныхъ железъ (рис. 84, 1), лежащихъ по бокамъ желудка и передняго отдѣла кишки. Эти железы состоятъ изъ пальцевидныхъ слѣпыхъ мѣшочковъ, которые широкимъ выводнымъ протокомъ открываются въ пищеварительный отдѣлъ кишки и выстланы железистымъ эпителиемъ, происходящимъ изъ энтодермы зародыша. Эти железы часто называютъ печенью, но такъ какъ желтоватая жидкость, которую онѣ выделяютъ, перевариваетъ, какъ жиры, такъ и бѣлковыя вещества, то онѣ по своей функціи соответствуютъ и печени и поджелудочной железн. Ракъ — животное плотоядное; его пища состоитъ обыкновенно изъ разлагающихся животныхъ веществъ.

Органы пищеваренія и другія внутренности окружены полостью, которая находится въ прямомъ сообщеніи съ кровеносными сосудами и сама содержитъ кровь. Эта полость не выстлана эпителиемъ, и скорѣе можетъ быть разсматриваема, какъ громадный кровеносный синусъ, а не какъ настоящая полость тѣла.

Органы дыханія, жабры, находятся въ узкой жаберной полости, которая ограничена изнутри стѣнкой груди, а снаружи жаберной крышкой. Каждая жабра состоитъ изъ стволика, отъ котораго отходитъ множество жаберныхъ нитей, такъ что имѣетъ перистый видъ. Нити полны и сообщаются съ двумя параллельными каналами стволика — приносящимъ и выносящимъ жаберными сосудами. Жабры можно разсматривать какъ выросты стѣнки тѣла; онѣ состоятъ изъ тѣхъ же слоевъ: тонкаго слоя хитина, одного слоя эпителиальныхъ клітокъ и тонкаго слоя соединительной ткани.

По мѣсту отхожденія жабры дѣлятся на три группы: во-первыхъ, ножныя жабры, отходящія отъ придатковъ груди; во-



вторых жабры, отходящія отъ сочленовныхъ перепонокъ, соединяющихъ грудные придатки съ туловищемъ (сочленов-

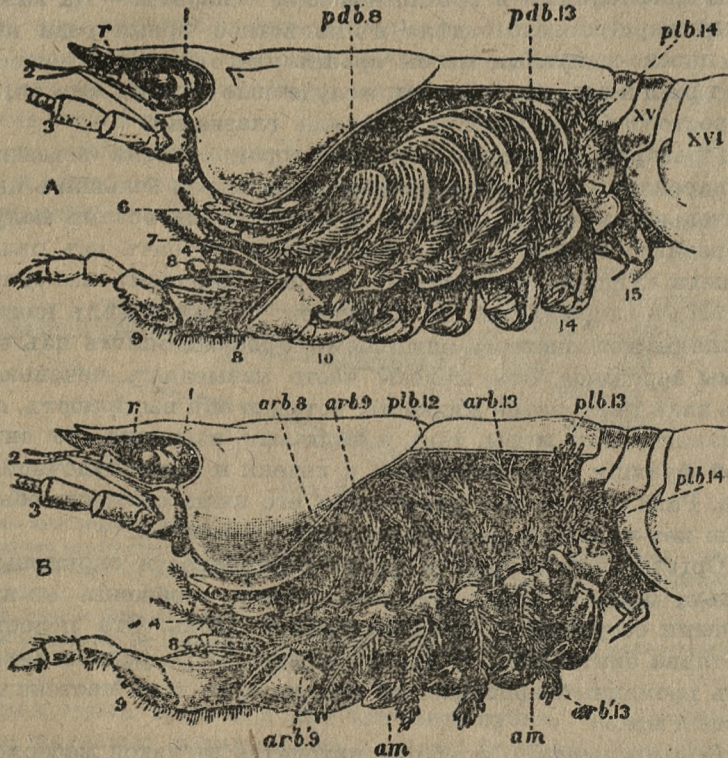


Рис. 88.

Въ А видны жабры въ ихъ естественномъ положеніи, послѣ того какъ удалена жаберная крышка въ В ножны жабры отбавлены, а наружныя сочленовныя жабры (*arb.*) отогнуты внизъ, чтобы показать внутреннія сочленовныя и боковыя жабры.

*arb. 8, arb. 9, arb. 13* внутреннія сочленовныя жабры второй и третьей ногочлѣсти и четвертой ходильной ножки; *pdb. 8, pdb. 13* ножныя жабры второй ногочлѣсти и четвертой ходильной ножки; *plb. 12, plb. 13* двѣ рудиментарныя боковыя жабры; *plb. 14* функционирующая боковая жабра.

1 глазной стебелекъ; 2 клювица; 3 малый усикъ; 3 большой усикъ; 4 жвалы; 5, 6 челюсти; 7, 8, 9 ногочлѣсти; 10—14 ходильныя ножки; XV, XVI сегменты брюшка.

ныя жабры); и въ-третьихъ, жабры, отходящія отъ боковыхъ стѣнокъ груди выше мѣста прикрѣпленія придатковъ (боко-



внѣжабры). Всѣхъ жабръ восемнадцать, кромѣ двухъ нитей, представляющихъ рудиментарныя жабры.

Выдѣлительные органы отличаются какъ по положенію, такъ и по формѣ отъ подобныхъ же органовъ у *Polygordius*. Здѣсь вѣтъ экстенсивныхъ нефридиевъ, но при основаніи каждаго изъ большихъ усиковъ находится органъ зеленоватаго цвѣта, такъ наз. зеленая железа, который и выполняетъ функцію выдѣленія. Железа содержитъ каналы (и неправильныя пространства, выстланныя железистымъ эпителиемъ, и изливаетъ свой секретъ въ тонкостѣнный мѣшокъ, открывающійся выводнымъ протокомъ въ основномъ сегментѣ усика (рис. 83).

Органы кровообращенія достигаютъ высокой степени развитія. Сердце (рис. 84, *h*) находится въ дорзальной области груди и представляетъ многоугольный мускулистый органъ, въ которомъ замѣчаются три пары отверстій, охраняемыя открывающимися внутрь клапанами. Оно находится въ объемистой околосердечной полости (*per*), которая заключаетъ кровь. Отъ сердца отходятъ узкія трубки, называемыя артеріями, которыя разносятъ кровь по различнымъ частямъ тѣла. При отхожденіи каждой артеріи отъ сердца находятся клапаны, позволяющіе крови течь только въ одномъ направленіи, т.е. отъ сердца къ артеріи. Отъ передняго конца сердца отходятъ срединная, глазная артерія къ глазамъ и парныя артеріи къ усикамъ, зеленымъ железамъ, желудку и печени. Отъ задняго конца сердца отходитъ дорзальная артерія брюшка. Отсюда же отходитъ вентральная артерія груди и брюшка.

Всѣ эти артеріи развѣтвляются и снабжаютъ сосѣдніе органы, распадаясь на все болѣе и болѣе мелкія вѣтви, которыя наконецъ оканчиваются тонкими сосудами, называемыми волосными сосудами или капиллярами. Послѣдніе оканчиваются открытыми устьями, которыя сообщаются съ кровеносными синусами—обширными полостями, лежащими между мускулами и внутренностями, и наконецъ, переходятъ въ вентральный синусъ—большой срединный каналъ, идущій вдоль груди и брюшка, между кишечнымъ каналомъ и стѣнкой тѣла, и заключающій въ себѣ нервный стволъ и вентральныя артеріи (ср. рис. 84). Въ груди отъ вентрального синуса отходитъ къ каждой жабрѣ экстенсивный сосудъ; это приносилье жаберныя



сосуды, которые въ жабрахъ переходятъ въ выносящiе сосуды. Восемнадцать выносящихъ сосудовъ сливаются въ шесть жаберныхъ венъ, которыя и впадаютъ въ околосердечный синусъ.

Вся эта система полостей наполнена кровью, при чемъ сердце испытываетъ ритмическiя сокращенiя. Когда оно сокращается, содержащаяся въ немъ кровь, вслѣдствiе замыканiя клапановъ отверстiй, не можетъ перейти въ околосердечный синусъ и потому направляется по единственному открытому ей пути т.-е. въ артерiи. Когда сердце перестаетъ сокращаться и расслабляется, — то кровь въ артерiяхъ не можетъ вернуться назадъ въ сердце, благодаря клапанамъ, которые не могутъ открываться внутрь; а давленiе крови въ околосердечной полости открываетъ клапаны отверстiй и такимъ образомъ наполняетъ сердце. Такимъ путемъ, благодаря послѣдовательнымъ сокращенiямъ сердца и расположенiю клапановъ, кровь постоянно двигается въ одномъ направленiи, т.-е. отъ сердца черезъ артерiи къ различнымъ органамъ тѣла, гдѣ она получаетъ углекислоту и другiе продукты распада; отсюда черезъ промежуточные синусы — въ большой вентральный синусъ; затѣмъ — черезъ приносящiе жаберные сосуды — къ жабрамъ, гдѣ обмѣниваетъ углекислоту на кислородъ, а изъ жабръ, черезъ жаберныя вены — въ околосердечный синусъ, откуда снова вливается въ сердце (ср. рис. 82).

Отсюда ясно, что кровеносная система рака состоитъ изъ трехъ отдѣловъ: 1) сердце, или органъ, который приводитъ въ движенiе кровь, 2) система артерiй, которыя несутъ кровь отъ сердца въ различныя части тѣла и 3) система возвратныхъ каналовъ (одни изъ нихъ синусы, болѣе неправильныя полости; другiя, вены, съ явственными стѣнками); они возвращаютъ кровь изъ различныхъ органовъ назадъ къ сердцу. Такимъ образомъ органы дыханiя — жабры вставлены въ возвратный токъ кровообращенiя.

Сравнивая кровеносные сосуды рака съ кровеносными сосудами *Polygordius*, мы видимъ, что дорзальная артерiя брюшка, сердце и срединная глазная артерiя, всѣ вмѣстѣ соответствуютъ дорзальному сосуду *Polygordius*, часть котораго расширилась, сдѣлалась мускулистой и стала исполнять функцiю органа,



приводящаго въ движеніе крови; а вентральная артерія груди и брюшка соотвѣтствуетъ вентральному сосуду; правильныхъ комиссурныхъ сосудовъ въ каждомъ сегментѣ мы здѣсь не находимъ.

Только что выпущенная кровь безцвѣтна, но на воздухѣ она приобретаетъ зеленовато-синій оттѣнокъ. Это происходитъ вслѣдствіе присутствія красящаго вещества (такъ наз. гемо-

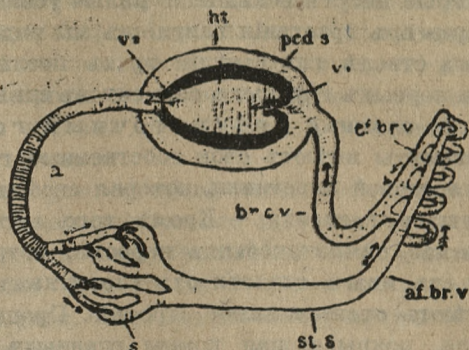


Рис. 89.

Схема, показывающая ходъ кровообращенія у рака.

Сердце и артеріи красныя; вены и синусы, содержащіе не очищенную кровь, синіе; вены и синусы, содержащіе очищенную кровь, розовые.

Стрѣлки показываютъ направленіе тока.

Кровь изъ околосердечнаго синуса (*pcd. s*) черезъ отверстіе (*v'*) входитъ въ сердце (*ht*) и черезъ отверстіа (*v''*) проталкивается въ артеріи (*a*); послѣднія развѣтвленія артерій впадаютъ въ синусы (*s*), а синусы въ свою очередь впадаютъ въ большой вентральный синусъ (*st. s*); отсюда кровь черезъ приносящіе жаберные сосуды (*af. br. v*) переходитъ въ жабры, гдѣ очищается, и черезъ выносящіе жаберные сосуды (*ef. br. v*) впадаетъ въ жаберныя вены (*br. c. v*), которыя открываются въ околосердечный синусъ.

ціанина), которое, соединяясь съ кислородомъ, становится синимъ; это дыхательный пигментъ, который, какъ у насъ гемоглобинъ, служитъ для передачи кислорода изъ наружной среды тканямъ. Гемоцианинъ находится въ кровенной плазмѣ (жидкости), а не въ тѣльцахъ; тѣльца всѣ безцвѣтны (лейкоциты).

Нервная система состоитъ какъ и у *Polygordius*, изъ головного мозга (рис. 84, *G*) и брюшнаго нервнаго ствола (*N*), соединеннаго съ мозгомъ глоточными комиссурами. Но брюш-



ной нервной стволъ дифференцированъ на рядъ парныхъ вадутій, или ганглиевъ, въ которыхъ скопляются нервныя кѣтки. Мозгъ снабжаетъ нервами глаза и усики, и, исторія развитія показываетъ, что съ собственно головнымъ мозгомъ (первичнымъ головнымъ мозгомъ, ганглиемъ предротowego сегмента) сливаются двѣ пары ганглиевъ, принадлежащихъ къ тѣмъ сегментамъ, которые несутъ большіе и малые усики.

Другой примѣръ срастанія ганглиевъ мы видимъ въ брюшномъ нервномъ стволѣ, гдѣ ганглии трехъ послѣднихъ головныхъ и трехъ первыхъ грудныхъ сегментовъ сливаются и образуютъ большой, сложный подглоточный гангліи. Всѣ остальные сегменты имѣютъ свои собственные ганглии за исключеніемъ хвостовой пластинки, которая снабжается отъ ганглія предыдущаго сегмента. — Кромѣ того есть внутренняя система, такъ наз. симпатическихъ нервовъ, которые происходятъ отчасти отъ мозга, отчасти отъ глоточныхъ комиссуръ.

Глаза имѣютъ очень сложное строеніе. Пропитанная хитиномъ кутикула, покрывающая концы глазныхъ стебельковъ, прозрачна, дѣлится тонкими линіями на многоугольные участки или фасетки, и образуетъ роговицу. Подъ каждой фасеткой роговицы находится зрительный столбикъ, состоящій изъ наружной части (стекловиднаго тѣла), имѣющей преломляющую способность, и внутренней части (сѣтчатки), образующей собственно зрительную часть аппарата. Зрительные столбики оптически отдѣлены другъ отъ друга чернымъ пигментомъ, такъ что каждый представляетъ какъ бы отдѣльный органъ зрѣнія, и весь глазъ является поэтому сложнымъ глазомъ.

Малые усики содержатъ два органа чувствъ, которыми приписываютъ функцію обонянія и слуха. Органъ обонянія составляютъ множество очень тонкихъ обонятельныхъ волосковъ, расположенныхъ на наружномъ жгутѣ усиковъ.

Слуховой органъ представляетъ мѣшочекъ, образованный впячиваніемъ дорзальной поверхности основного членика, и посредствомъ небольшого отверстія находится въ сообщеніи съ окружающей водой. Хитиная выстилка мѣшочка продолжается въ тонкіе, перистые слуховые волоски, снабжаемые нервами, а въ водѣ, наполняющей мѣшочекъ, находятся мелкія песчинки, которыя играютъ роль отолитовъ, находящихся въ большинствѣ



слуховыхъ органовъ, но отличаются отъ нихъ тѣмъ, что не образуются самимъ животнымъ, а попадаютъ извнѣ. Многіе волоски на поверхности тѣла тоже снабжаются нервами и слу-  
жать вѣроятно органами осязанія.

Раки—животныя раздѣльнополыя и представляютъ очень ясный половой диморфизмъ, т.-е. наружное различіе между самцами и самками. Брюшко самки гораздо шире, чѣмъ у самца; первая и вторая пара плавательныхъ ножекъ у самца видоизмѣнены въ походяіе на трубочки или скорѣй на желобки, копуляторные органы, а половое отверстіе находится у самца на основномъ членикѣ пятой ноги, а у самки на основномъ членикѣ третьей ноги.

Яичникъ (рис. 84, *ov*) представляетъ трехлопастное тѣло, лежащее подъ околосоудечнымъ синусомъ; съ каждой стороны отъ него отходить тонкостѣнный яйцеводъ, который идетъ внизъ, не дѣлая изгибовъ, и открывается на основномъ членикѣ третьей ноги. Яйца значительной величины и содержатъ большое количество желтка.

Сѣменная железа занимаетъ такое же положеніе въ груди какъ яичникъ, и состоитъ изъ парныхъ переднихъ лопастей и непарной задней лопасти. Съ каждой стороны отходить многократно извивающійся выводной протокъ, который открывается на основномъ членикѣ послѣдней ноги.

Сперматозоиды суть страннаго вида неподвижныя тѣла со множествомъ отростковъ; вслѣдствіе особаго выдѣленія въ выводномъ протокѣ, они сплачиваются въ походяія на вермишель нити, такъ наз. сперматофоры.

И яичникъ и сѣменная железа суть полые органы, выпускающіе свои продукты внутрь. Ихъ полости представляютъ полость тѣла, а выводные протоки—суть органы такого же происхожденія, какъ нефридіи. Вышедшія наружу яйца прикрѣпляются къ щетинкамъ плавательныхъ ножекъ самки посредствомъ клейкаго выдѣленія железъ, встрѣчающихся какъ на этихъ придаткахъ, такъ и на самихъ сегментахъ. Они сейчасъ же оплодотворяются, такъ какъ самецъ откладываетъ сперматофоры на брюшную поверхность самки передъ самой кладкой яицъ.

Процессъ дробленія оплодотвореннаго яйца представляетъ



много особенностей. Ядро многократно дѣлится (рис. 90, А), но соответствующее дѣленіе яйца не слѣдуетъ за дѣленіемъ ядра, такъ что въ результатѣ вмѣсто стадіи *morula*, т. е. вмѣсто кучки клѣтокъ, образуется многоядерное, нераздѣленное на клѣтки, тѣло. Затѣмъ образованнымъ такимъ путемъ ядра удаляются изъ центра и располагаются на поверхности яйца (рис. 90, В); вокругъ каждого ядра собирается протоплазма, а центральная часть зародыша состоитъ исключительно изъ желтка. Мы имѣемъ здѣсь такъ наз. поверхностное дробленіе, которое характеризуется центральной массой

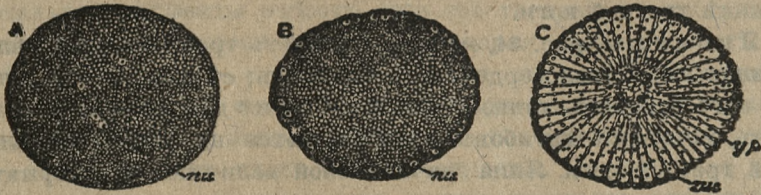


Рис. 90.

Стадіи дробленія яйца рака.

Въ А ядра (я) находятся въ центрѣ.

Въ В ядра расположились на поверхности и каждое окружено протоплазмой; такъ что образуется бластодерму.

желтка и поверхностнымъ слоемъ клѣтокъ, изъ котораго образуется зародышъ и который называютъ бластодермой.

На одномъ полюсѣ происходитъ впячиваніе бластодермы, образуя небольшое мѣшко, первичную кишку.

Такимъ образомъ зародышъ вступаетъ въ стадію гаструлы, которая отличается отъ соответствующей стадіи *Polygordius* (ср. рис. 72) чересчурнымъ количествомъ питательнаго желтка, наполняющаго пространство между эктодермой и энтодермой. Скоро зародышъ становится трехслойнымъ, такъ какъ отъ клѣтокъ энтодермы около отверстія гаструлы разрастаются клѣтки, которые скопляются между эктодермой и энтодермой и образуютъ мезодерму.

Прежде чѣмъ замыкается отверстіе гаструлы, образуется ротовое и анальное эктодермальное впячиванія, которыя за-



тѣмъ сообщаются съ первичной кишкой, образуя полный кишечный каналъ. Съ каждой стороны ротового отверстія (рис. 91) появляются три бугорка; зачатки малыхъ усиковъ ( $a^1$ ), большихъ усиковъ ( $a^2$ ) и жваль ( $m$ ); а впереди ихъ еще пара бугорковъ ( $A$ ), на которыхъ позднѣе образуются глаза. Непарное возвышеніе позади рта ( $TA$ ), на вершинѣ котораго находится

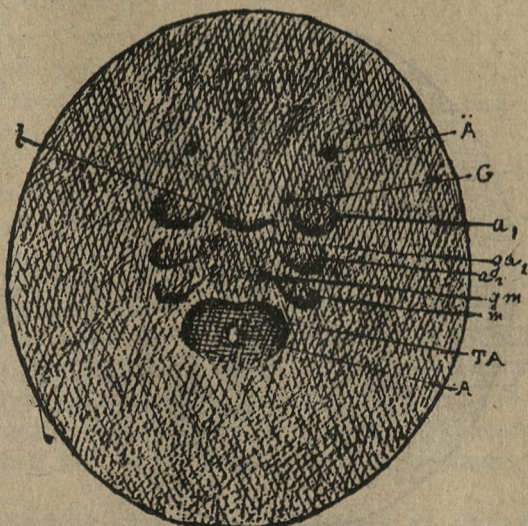


Рис. 91.

Зародышъ рака въ стадіи науплиуса.

$A$  въ верхней части рисунка означаетъ глаза;  $I$  верхняя губа, нависшая надъ ртомъ; по бокамъ рта зачатки малыхъ усиковъ ( $a^1$ ), большихъ усиковъ ( $a^2$ ) и жваль ( $m$ ); позади ихъ зачатокъ груди и брюшка ( $TA$ ) съ анальнымъ отверстіемъ ( $A$ ). Черезъ прозрачную эктодерму видны зачатки первыхъ трехъ паръ ганглиевъ ( $G, ga^1, gm$ ).

анальное отверстіе ( $A$ ), представляетъ зачатокъ груди и брюшка. Зародышъ на этой стадіи соответствуетъ личинкѣ науплиуса. А именно, многія другія ракообразныя вылупляются изъ яйца въ видѣ свободно плавающей личинки, которой дано названіе науплиуса; эта личинка характеризуется присутствіемъ трехъ паръ придатковъ, которые служатъ для плаванья и у взрослага животнаго становятся малыми и большими усиками и жвалами.



У рака нѣтъ свободной личинки, и стадія наупліуса проходится еще до выплупленія изъ яйца.

Наупліусъ постепенно превращается въ рака, при чемъ появляются новые придатки въ правильномъ порядкѣ позади первыхъ трехъ (рис. 91), зачатокъ груди и брюшка удлинняется, а придатки постепенно испытываютъ дифференцировку. Только

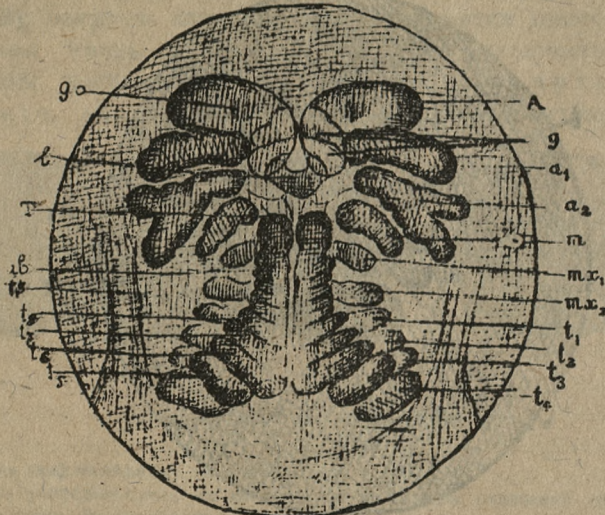


Рис. 92.

Зародышъ рака на позднѣйшей стадіи, съ вентральной стороны; брюшко погружено подъ головогрудь, такъ что къ наблюдателю обращена его дорзальная поверхность, и хвостовая пластинка доходитъ почти до рта.

Показаны слѣд. придатки: А глазные стебельки;  $a_1$  малые усики;  $a_2$  большіе усики;  $m$  жанки;  $mx_1$ ,  $mx_2$  челюсти;  $t_1$ — $t_6$  грудные придатки (челюсти-ножки и ноги).

По бокамъ груди видны края щита ( $t_7$ ); впереди рта верхняя губа ( $t_8$ ); впереди ея мозгъ ( $g$ ), а при основаніи глазного стебелька глазной ганглія ( $gc$ ).

что выплупившееся изъ яйца молодое животное во всѣхъ существенныхъ отношеніяхъ похоже на взрослое, но пропорціи его тѣла совершенно иныя: головогрудь почти шаровидная, а брюшко очень маленькое. Нѣкоторое время послѣ выплупленія, молодые рачки въ большомъ количествѣ прицѣпляются къ плавательнымъ ножкамъ матери при помощи загнутыхъ крючкомъ клешней первой пары ногъ.



## ЛЕКЦІЯ XXVIII.

### Прѣсноводная ракушка.

Въ ракушкѣ мы встрѣчаемъ совершенно новый типъ строенія: животное двусторонне-симметричное, безъ всякихъ слѣдовъ метамерной сегментаціи; способность передвиженія сильно ограничена, и пища получается пассивно, дѣйствіемъ рѣсничекъ, какъ у инфузорій, а не дѣятельными движеніями опредѣленныхъ хватающихъ органовъ—щупалецъ, конечностей или выдвигающагося рта, какъ у большинства высшихъ животныхъ формъ.

Прѣсноводныя ракушки встрѣчаются въ рѣкахъ и прудахъ почти повсюду. У насъ встрѣчаются два рода: *Apodonta* (беззубка) и *Unio*.

Ракушка заключена въ бурую раковину, образованную изъ двухъ отдѣльныхъ половинокъ или створокъ, соединенныхъ шарниромъ или замкомъ вдоль одного края. Она лежитъ на днѣ, отчасти зарывшись въ илъ или песокъ съ пріоткрытыми створками, и въ узкой щели между ними видны тонкіе полупрозрачныя края мантии или епанчи. Мантия состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ половинокъ или лопастей, соотвѣствующихъ створкамъ раковины. На одномъ концѣ мантия выдается между створками въ видѣ двухъ короткихъ трубочекъ; одна изъ нихъ (рис. 93, В, *ex. sph*) съ гладкими стѣнками, другая (*in. sph*) усажена тонкими отростками, какъ бы бахромой. Разсѣвая въ водѣ частицы кармина или индиго, можно видѣть, что черезъ бахромчатую трубку постоянно входитъ токъ воды,



а через гладкую трубку выходить; поэтому первую называют вводным сифономъ, вторую выводнымъ сифономъ. Между створками, на сторонѣ, противоположной замку, на концѣ, удаленномъ отъ сифоновъ, часто выдается, похожее на языкъ, тѣло (*fs*); это нога, при помощи которой животное медленно передвигается по песку или илу. При раздраженіи нога и сифоны втягиваются внутрь, а створки раковины захлопываются. Но у мертвого животного раковины всегда открыты, и тогда можно видѣть, что каждая створка выстлана соответствующею лопастью мантии, что выводной сифонъ образованъ путемъ соединенія лопастей вверх и вниз, и потому представляетъ настоящую трубку, а вводный сифонъ образуется просто сближеніемъ лопастей мантии и представляетъ лишь временную трубку.

Край, на которомъ находится замокъ, называютъ дорзальнымъ (спиннымъ); противоположный край — вентральнымъ (брюшнымъ); конецъ, несущій сифоны — заднимъ, конецъ, отъ котораго отходить нога — переднимъ; поэтому различаютъ правую и лѣвую створку и лопасти мантии.

У мертвой и открытой ракушки нетрудно видѣть общее расположеніе частей животного. Главная часть тѣла лежитъ между дорзальными краями створокъ; по средней вентральной линіи она вытягивается въ килевидную ногу; на каждой сторонѣ между ногой и соответствующею лопастью мантии находятся двѣ тонкихъ полосатыхъ пластинки, жабры. Такимъ образомъ все животное можно сравнить съ книгой, причемъ корешокъ книги соответствуетъ замку, переплетъ — створкамъ раковины, листки обложки лопастямъ мантии, двѣ первыхъ и двѣ послѣднихъ страницы — жабрамъ, а остальные листы — ногѣ.

Если удалить тѣло ракушки изъ раковины, то можно видѣть, что обѣ створки соединены вдоль замочнаго края (рис. 93, А, Б, В) эластическимъ веществомъ, замочной связкой, которая идетъ поперекъ отъ одной створки къ другой. Въ слѣдствіе эластичности этой связки и открывается раковина; закрывается она, какъ мы увидимъ, особыми мышцами; но одно уже расслабленіе мышцъ заставляетъ раковину открыться. У беззубки соединеніе створокъ совершается только посредствомъ связки; но у *Unio* каждая створка образуетъ замочные зубцы



съ углубленіями между ними, такъ что зубцы одной створки приходятся въ углубленія другой.

Снаружи на каждой створкѣ замѣтенъ рядъ концентрическихъ линій, параллельныхъ свободному краю раковины; онѣ начинаются отъ вадутаго бугорка или верхушки створки, лежащей у передняго конца замочнаго края. Эти линіи соотвѣтствуютъ линіямъ роста раковины. Раковина всего толще на верхушкѣ, которая представляетъ часть, образованную раньше всѣхъ, и новые слои откладываются подъ этой первоначальной частью, какъ выдѣленіе мантии, такъ что раковина ракушки, подобно панцирю рака, представляетъ кутикулярный наружный скелетъ. По мѣрѣ роста животного послѣдовательно выдѣляются все новые и новые слои, которые и образуютъ замѣтныя снаружи линіи. Около верхушки раковина часто болѣе или менѣе разѣдена, вслѣдствіе дѣйствія углекислоты, обыкновенно имѣющейся въ небольшомъ количествѣ въ водѣ.

На внутренней поверхности раковины также замѣтны характерныя отмѣтки (рис. 93, 4). Параллельно свободному краю раковины и на небольшомъ разстояніи отъ него идетъ тонкая полоска (рис. 93, 4, *pl. l*), происходящая вслѣдствіе прикрѣпленія къ раковинѣ мускульныхъ волоконъ отъ края мантии; эту полоску называютъ мантийною линіею. Подъ переднимъ концомъ замочнаго края мантийная линія оканчивается овальнымъ пятномъ: это отпечатокъ мѣста прикрѣпленія передней замыкающей мышцы (*a. ad*), одной изъ мышцъ, которая закрываетъ раковину. Подобный же, но болѣе крупный отпечатокъ задней замыкающей мышцы (*p. ad*) лежитъ ниже задняго конца замочнаго края. Два, болѣе мелкихъ отпечатка около отпечатка передней замыкающей мышцы обозначаютъ мѣсто прикрѣпленія передней втягивающей ногу мышцы (*a. r*) и мышцы, выдвигающей ногу впередъ (*pro*); около отпечатка задней замыкающей мышцы лежитъ мѣсто прикрѣпленія задней втягивающей ногу мышцы (*p. r*). Отъ всѣхъ этихъ отпечатковъ можно прослѣдить слабыя, сходящіяся къ верхушкѣ раковины, линіи, которыя обозначаютъ постепенное передвиженіе мышцъ по мѣрѣ роста животного.

Раковина состоитъ изъ трехъ слоевъ: наружный бурый роговидный слой состоитъ изъ конхіолина—вещества, по



составу близкаго къ хитину. Подъ нимъ находится фарфоро-видный или призматическій слой, образованный изъ маленькихъ призмочекъ углекислаго кальція, отдѣленныхъ другъ отъ друга тонкими слоями конхіолина. Наконецъ, внутренній пер-

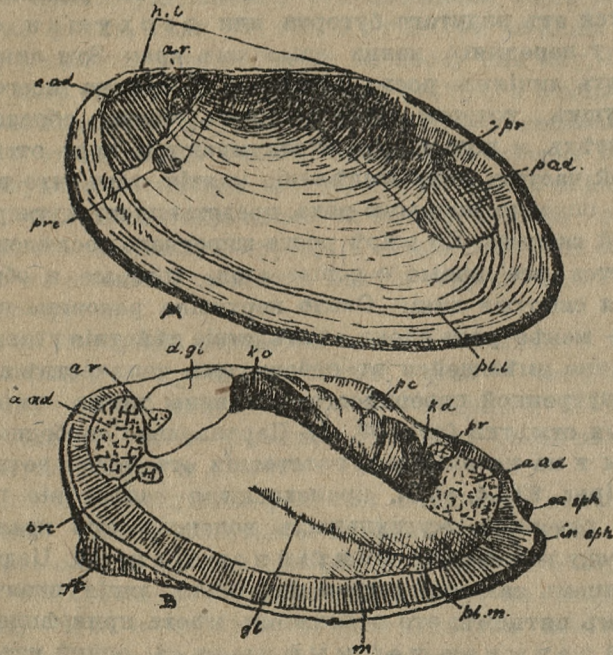


Рис. 93.

А Внутренняя поверхность правой створки беззубая; замѣтны отпечатки, произведенные мускулами, изображенными въ В; *h. c* замочный край; *pl.* мантийная линия.

В Животное, вынутое изъ раковины, съ лѣвой стороны; *a. ad* передняя замыкающая мышца; *a. r* передняя вытягивающая ногу мышца; *d. g* пищеварительная железа, видная черезъ мантию; *ex. sph* выводной сифонъ; *fb* нога; *gl* жабры, просвѣчивающія черезъ мантию; *in. sph* вводный сифонъ; *kd* почки, видныя черезъ мантию; *k. o* перикардиальная железа, просвѣчивающая черезъ мантию; *m* мантия; *p. ad* задняя замыкающая мышца; *p.c* перикардій, просвѣчивающій черезъ мантию; *pl. m* мышцы мантии; *p. r* задняя вытягивающая ногу мышца; *p.r.c* мышца, вытягивающая ногу.

ламутровый слой раковины состоитъ изъ чередующихся слоевъ углекислой извести и конхіолина, расположенныхъ параллельно поверхности. Наружный и призматическій слой выдѣляются только краемъ мантии; перламутровый слой всей ея



наружную поверхность. Замочная связка непрерывно переходит въ наружный слой раковины и можетъ быть разсматриваема какъ срединная, непропитанная известью часть раковины, которая такимъ образомъ является, какъ одно непрерывное образованіе.

Вынимая изъ раковины тѣло животного, можно видѣть, что оно (рис. 93, *B*) удлинено спереди назадъ, вытягивается по бокамъ въ лопасти мантии (*m*) и продолжается вентрально въ килевидную массу, которая заключаетъ внутренніе органы и переходитъ вниз и впереди въ ногу (*ft*). Такимъ образомъ, каждая створка раковины находится въ соприкосновеніи съ дорзальной и боковой стѣнкой тѣла, вмѣстѣ съ соотвѣтствующею лопастью мантии; эпителий, покрывающій эти части (рис. 94, *ep*), и образуетъ раковину, какъ кутикулярное выдѣленіе. Все пространство между двумя лопастями мантии, заключающее жабры и ногу, называютъ полостью мантии.

Одинъ слой эпителиальныхъ клѣтокъ, кожный эпителий или эпидермисъ (рис. 94, *ep*), покрываетъ всю наружную поверхность, т.-е. собственно тѣло, обѣ поверхности мантии, жабры и ногу; эпителий жабръ и внутренней поверхности мантии покрытъ мерцательными рѣсничками. Подъ эпидермисомъ находится соединительная и мускульная ткани, которыя занимаютъ почти все пространство, не занятое внутренностями; полость тѣла, какъ мы увидимъ, сильно редуцирована. Мышцы всѣ неполосаты и расположены отдѣльными пучками. Самыя крупныя изъ нихъ—передняя и задняя замыкающія мышцы (рис. 93, *a. ad*, *p. ad*), большія цилиндрическія мышцы, идущія поперекъ тѣла и своими концами прикрѣпляющіяся къ створкамъ раковины, которыя сближаются при ихъ сокращеніи. Двѣ мышцы меньшихъ размѣровъ идутъ отъ раковины къ ногѣ, которую онѣ втягиваютъ назадъ; это передняя и задняя втягивающія ногу мышцы (рис. 93, *a. r* и *p. r*). Третья ножная мышца (*prc*) отходитъ отъ раковины около передней замыкающей мышцы; ея волокна расходятся вѣерообразно по массѣ внутренностей, которую она сжимаетъ, выдвигая такимъ образомъ ногу наружу и дѣйствуя, какъ мышца, выдвигающая впередъ этотъ органъ. Вещество самой ноги состоитъ изъ сложной массы волоконъ, внутреннихъ мышцъ ноги, многія изъ которыхъ дѣйствуютъ также,



выдвигая ногу впередъ. Наконецъ, по всему краю мантии находится рядъ тонкихъ мантийныхъ мышцъ (рис. 93, В, рl. m), которые, прикрѣпляясь къ раковинѣ, образуютъ упомянутую уже мантийную линію.

Полость тѣла редуцирована въ небольшую овальную камеру, околосердечную полость (перикардій) (рис. 94, coel), лежащую въ дорзальной области тѣла и заключающую сердце и часть кишки; она выстлана эпителиемъ полости тѣла и не соответствуетъ околосердечному синусу рака, который есть просто кровеносное пространство. Въ остальномъ тѣлѣ пространство между эктодермой и внутренностями занято мышцами и соединительною тканью.

Ротъ (рис. 94, o) лежитъ по средней линіи подъ передней замыкающей мышцей. По бокамъ, на каждой сторонѣ рта находятся по двѣ трехугольных лопасти, наружныя и внутреннія губныя щупальца. Наружныя щупальца соединяются другъ съ другомъ впереди рта, образуя верхнюю губу; внутреннія подобнымъ же образомъ соединяются позади рта, образуя нижнюю губу; обѣ онѣ снаружи покрыты мерцательными рѣсничками. Ротъ ведетъ черезъ короткій пищеводъ въ объемистый желудокъ (рис. 95, st), въ который открываются выводные протоки (d. d), пары неправильныхъ бурыхъ пищеварительныхъ железъ (d. gl). Кишка (int) идетъ отъ задняго конца желудка, спускается внизъ, образуетъ петлю, затѣмъ поднимается кверху, поворачивается назадъ и въ видѣ прямой кишки идетъ черезъ перикардій, гдѣ пересѣкаетъ желудочекъ сердца, и надъ задней замыкающей мышцей открывается анальнымъ отверстиемъ (a) въ выводной сифонъ или клоаку (Стѣнки прямой кишки образуютъ продольный гребень (ty); два подобныхъ гребня замѣчаются и въ желудкѣ).

Жабры состоятъ, какъ мы видѣли, изъ двухъ пластинчатыхъ тѣлъ съ каждой стороны между внутренней массой и мантией (рис. 94, br); мы имѣемъ такимъ образомъ правую и лѣвую наружную и правую и лѣвую внутреннюю жабры. Съ поверхности каждая жабра (рис. 95) представляетъ тонкую двойную полосатость: слабыя, горизонтальныя полоски и болѣе рѣзко выраженные, пересѣкающія ихъ подъ прямымъ угломъ, вертикальныя. Кромѣ того, каждая жабра двойная, т. е. состоитъ



изъ двухъ одинаковыхъ пластинокъ, наружной и внутренней (рис. 94), соединенныхъ между собою вдоль передняго, задняго и нижняго края и свободныхъ наверху. Такимъ образомъ

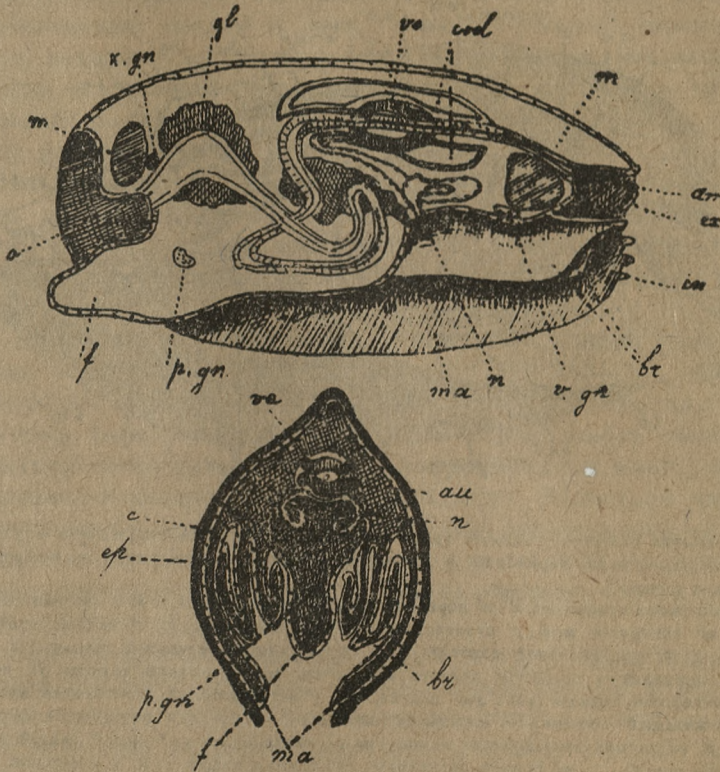


Рис. 94.

Схематическіе разрѣзы черезъ ракушку.

А Продольный разрѣзъ, В поперечный разрѣзъ. Раковина черная, кишечный каналъ желтый, сердце красное, эпителий полости тѣла синій.

с Раковина, ep кожный эпителий, ma мантия, f нога, in зводное отверстие, ex выводное отверстие, o ротъ, gl пищеварительная железа, an анальное отверстие, br жабры, va желудочекъ сердца, an предсердіе, n почки, k. gn головной гангліи, p. gn ножной гангліи, v. gn висцеральный гангліи, m замыкающія мышцы; coel полость тѣла.







нижнему краю жабер нити обѣихъ пластинокъ непрерывно переходятъ другъ въ друга, такъ что каждая жабра представляетъ въ сущности рядъ двукотливыхъ U-образныхъ нитей. наружныя колѣна которыхъ образуютъ наружную пластинку, а внутреннія колѣна—внутреннюю пластинку. Между нитями, ограниченныя сверху и снизу горизонтальными перекладинами, находятся маленькія отверстія или устья (os), которыя ведутъ изъ полости мантии черезъ болѣе или менѣе исправильный рядъ полостей во внутрижаберныя трубочки. Сами нити поддерживаются хитинными палочками и покрыты мерцательнымъ эпителиемъ, крупныя рѣснички котораго производятъ токъ, идущій снаружы черезъ устье во внутреннія трубочки и оттуда выходящій черезъ дорзальныя отверстія послѣднихъ. Весь органъ обильно снабженъ кровеносными сосудами (b. c).

Жабры длиннѣе, чѣмъ внутренняя масса тѣла и выдаются сзади ея до задняго края мантии (рис. 95); въ этой области внутреннія пластинки внутреннихъ жабръ соединены другъ съ другомъ, а дорзальные края всѣхъ четырехъ жабръ составляютъ горизонтальную перегородку между полостью мантии внизу и выводной камерой или клоакой наверху. Благодаря такому расположенію внутрижаберныя трубочки всѣ открываются дорзально въ наджаберную камеру, которая сзади непрерывно переходитъ въ клоаку, и такимъ образомъ черезъ выводной сифонъ открывается наружу.

Физиологическое значеніе жабръ таково. Дѣйствіемъ рѣсничекъ производится токъ, который черезъ вводной сифонъ направляется въ полость мантии, черезъ устья во внутрижаберныя трубочки, оттуда въ наджаберную камеру и черезъ выводной сифонъ наружу. Входящій токъ несетъ съ собою не только кислородъ для очищенія крови, но и мелкія водоросли, инфузоріи и другіе микроскопическіе организмы, которые рѣсничками, покрывающими губныя щупальца, гонятся въ ротъ. Выходящій токъ уноситъ съ собою поступившіе въ клоаку различные продукты выдѣленія и экскременты. Дѣйствіе жабръ, какъ органа, приносящаго токъ съ частицами пищи, имѣетъ большее значеніе, чѣмъ ихъ дыхательная функція, которую онѣ дѣлаютъ съ мантией.



Органы выделения суть пара своеобразно измененных нефридиев, которые расположены съ обѣихъ сторонъ подъ околосердечной полостью (рис. 94, *n*). Каждый нефридий состоитъ изъ двухъ частей: бурой, губчатой железистой части или собственной почки (рис. 95, *kd*) и тонкостѣннаго выводного протока (*bl*). Обѣ части лежатъ параллельно другъ другу, при чемъ выводной протокъ лежитъ сверху, непосредственно подъ околосердечной полостью. Впереди почка откры-

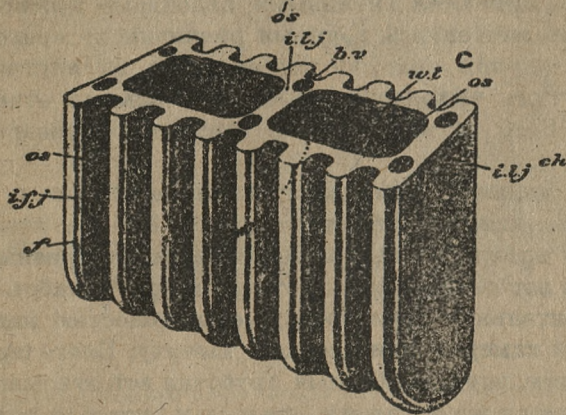


Рис. 96.

#### Схема строения жабръ беззубки.

Жабры состоятъ изъ U-образныхъ жаберныхъ нитей (*f*), расположенныхъ продольными рядами и соединенныхъ горизонтальными перекладками (*i. f. j*), которыя ограничиваютъ отверстія (*os*), ведущія снаружи и открывающіяся (*os'*) въ полость жабръ. Последняя дѣлится вертикальными перегородками (*i. l. j*) на внутрижаберныя трубочки (*w. l.*), которыя открываются въ наджаберную камеру; *b. v* кровеносные сосуды.

влетаетъ въ околосердечную полость (*r. p. ap*), а выводной протокъ наружу при помощи отверстія (*r. ap*), находящагося между внутренней жаброй и внутренней массой тѣла. Такимъ образомъ, весь органъ есть просто изогнутая трубка, открывающаяся однимъ концомъ въ полость тѣла, другимъ наружу (рис. 94, *n*)—характерная особенность нефридія. Эпителий выводного протока мерцательный и производитъ токъ наружу.

Повидимому выдѣлительная функція выполняется также большой железистой массой (рис. 93, *k. o*) красноватобураго



цвѣта, которая лежитъ въ передней части тѣла, какъ разъ, впередъ околосердечной полости, въ которую она и наливаетъ свое содержимое.

Система кровообращенія хорошо развита. Сердце лежитъ въ околосердечной полости и состоитъ изъ одного желудочка (рис. 97, *v*) и праваго и лѣваго предсердій (*au*). Желудочекъ есть мускулистая камера, которая имѣетъ ту особенность, что охватываетъ прямую кишку (см. рис. 94); предсердія суть тонкостѣнные камеры, сообщающіяся съ желудочкомъ отверстіями, клапаны которыхъ открываются по направленію къ послѣднему. Отъ передняго и задняго конца желудочка отходитъ по артеріи, передняя (рис. 95, *a. ao*) и задняя аорта (*p. ao*). Изъ аорты кровь идетъ въ артеріи (рис. 97, *art<sup>1</sup>*, *art<sup>2</sup>*), которыя развѣтвляются по всему тѣлу, образуя обширную сѣть сосудовъ, многіе изъ которыхъ лишены собственныхъ стѣнокъ и имѣютъ характеръ простыхъ полостей или синусовъ между тканями. Возвратная кровь идетъ въ большую продольную полую вену (рис. 97 *v. c*), лежащую между почками; изъ этой вены кровь направляется къ почкамъ (рис. 97, *ph. v*), а оттуда черезъ приносящіе жаберные сосуды (*af. br. v*) къ жабрамъ, и наконецъ черезъ выносящіе жаберные сосуды (*ef. br. v*) возвращается къ предсердіямъ. Мантия весьма обильно снабжена кровеносными сосудами и, вѣроятно, дѣйствуетъ какъ главный органъ дыханія; ея кровь возвращается прямо къ предсердіямъ, не проходя ни черезъ почки, ни черезъ жабры. Кровь безцвѣтна и содержитъ лейкоциты. Здѣсь нѣтъ сообщенія между кровеносной системою и околосердечной полостью.

Нервная система представляетъ типъ, совершенно непохожій на все, что мы встрѣчали до сихъ поръ. На каждой сторонѣ глотки лежитъ небольшой головной гангліи (рис. 95, *p<sup>1</sup>. gn*); оба эти гангліи соединены между собой комиссурой, идущей надъ глоткой. Каждый головной гангліи соединяется комиссурой съ ножнымъ гангліемъ (*pn. gn*), который лежитъ при основаніи ноги; два ножныхъ ганглія такъ тѣсно соединены другъ съ другомъ, что образуютъ одну двулостную массу. Затѣмъ каждый головной гангліи посылаетъ длинную комиссуру, которая идетъ прямо назадъ черезъ почки и оканчивается въ висцеральномъ (внутреннемъ) гангліи (*v. gn*). Ви-



сперальные ганглии, подобно ножнымъ, слиты между собой. Головные ганглии снабжаютъ нервами губныя щупальца и переднюю часть мантии; ножные—ногу и ея мышцы; висцеральные—кишечный каналъ, сердце, жабры и заднюю часть мантии.

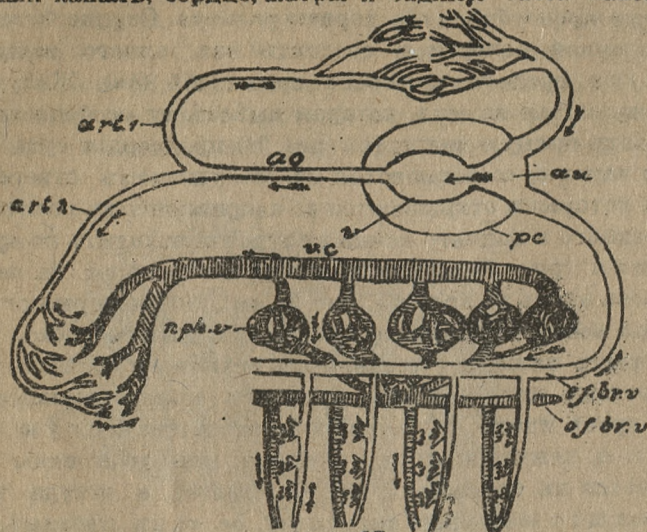


Рис. 97.

Схема кровообращенія беззубки.

Кровь изъ предсердій (см) идетъ въ желудочекъ (в); откуда гонится въ аорту (ao), а отсюда идетъ въ мантию (art<sup>1</sup>) и въ остальное тѣло (art<sup>2</sup>).

Кровь изъ мантии возвращается прямо въ предсердіе; кровь изъ остального тѣла собирается въ покую вѣну (в. с), проходитъ черезъ почки (прѣ), а затѣмъ черезъ правое и лѣвое жаберныя сосуды (af. br. в) идетъ въ жабры, откуда черезъ выходящіе жаберныя сосуды (af. br. в) возвращается къ предсердіямъ.

Нетрудно видѣть, что головные и ножные ганглии вмѣстѣ съ соединяющими ихъ комиссурами образуютъ нервное кольцо, окружающее глотку; при чемъ на головные ганглии можно смотрѣть, какъ на надглоточную нервную массу, соответствующую головному мозгу *Polygordius* и рака, а на ножные ганглии, какъ на подглоточную массу, соответствующую вентральнымъ нервнымъ узламъ.

Органы чувствъ развиты слабо, какъ и слѣдуетъ ожидать у животнаго съ такимъ сидячимъ образомъ жизни. Въ связи



съ висцеральнымъ ганглиемъ находится участокъ чувствительнаго эпителия, органъ обонянія, функція котораго повидимому—ощущать чистоту воды, входящей съ дыхательнымъ токомъ. Около почечнаго ганглія найденъ маленькій слуховой пузырькъ, нервъ котораго проиходитъ, вѣроятно, отъ головного ганглія. Чувствительныя клѣтки встрѣчаются также по краю мантии и особенно на бахромѣ вводнаго сифона.

Ракушки—животныя раздѣльнополыя. Гонады (рис. 95, *gon*) суть большія парныя тѣла, занимающія значительную часть висцеральной массы среди петель кишки; сѣменная желѣза бѣлаго, яичникъ красноватаго цвѣта. Гонада каждой стороны имѣетъ короткій выводной протокъ, который открывается (рис. 95, *g. ap*) на поверхности висцеральной массы, какъ разъ впереди почечнаго отверстія.

Въ періодъ размноженія вышедшія яйца попадаютъ въ наджаберную камеру и оттуда въ клоаку. Здѣсь они, вѣроятно, и оплодотворяются сперматозоидами, вводимыми дыхательнымъ токомъ. Оплодотворенныя яйца поступаютъ въ полости наружныхъ жабръ, которыя они чрезвычайно растягиваютъ. Такимъ образомъ наружныя жабры служатъ мѣшками для вывода молоди, и въ нихъ зародышъ развивается въ характерную личиночную форму.

Дробленіе яйца замѣчательно тѣмъ, что при этомъ образуются клѣтки двухъ сортовъ: мелкія клѣтки, состоящія цѣликомъ изъ протоплазмы, и крупныя клѣтки, нагруженныя желточными зернами. При образованіи гаструлы крупныя клѣтки впиваются внутрь мелкихъ, но образовавшаяся такимъ образомъ кишка очень мала и совершенно не играетъ роли во время ранней личиночной жизни, такъ какъ молодыя ракушки, на манеръ паразитовъ, питаются выдѣленіемъ изъ жабръ матери.

Дорзальная поверхность зародыша скоро обозначается ямковиднымъ углубленіемъ; это раковинная железа, которая выдѣляетъ сначала одиночную срединную раковинку. Она замѣщается скоро двухстворчатой личиночной раковиной (рис. 98, *a*) треугольной формы, вентральные концы которой образуютъ крючечки (*ah*). Тѣло въ то же время расщепляется снизу вверхъ (*A*), образуя правую и лѣвую лопасть мантии. На вентральной поверхности, между лопастями мантии образуется железа, ко-



торая выделяет пучек шелковистых нитей, такъ наз. биссусъ (f). Личинка на этой стадіи носить названіе *glochidium*.

Личинки, перепутанные своими биссусовыми нитями, выхо-

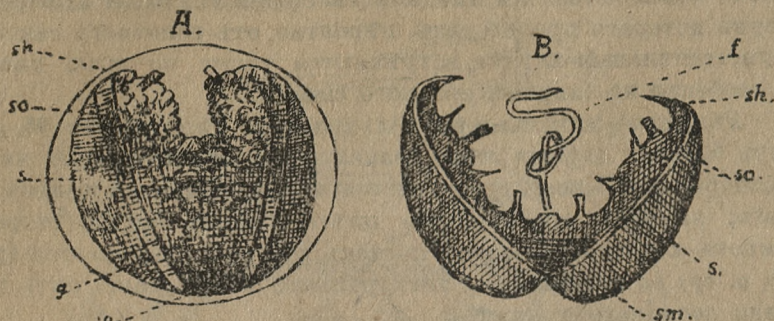


Рис. 98.

А Зародыш багулки въ яичной оболочкѣ.

В Сѣтъ для личинки (*glochidium*).

f биссусъ; g боковыя углубленія; s раковина; sh крючки; sm замыкающая машина; so чувствительныя волоски; m участки съ рѣсничками.

дятъ черезъ выводной сифонъ изъ жабръ матери и при случаѣ прикрѣдляются при помощи крючковъ своихъ створокъ къ тѣлу проходящихъ рыбъ. Здѣсь онѣ живутъ въ ихъ кожѣ, какъ наружные паразиты и постепенно испытываютъ метаморфозъ. Наконецъ, онѣ оставляютъ своего хозяина и начинаютъ вести сидячій образъ жизни varоcлага животнаго.



## ЛЕКЦІЯ XXIX.

### Акула.

Животным, рассмотрѣннымъ въ трехъ предыдущихъ лекціяхъ, иллюстрируютъ три совершенно различные типа организаціи. Морская звезда есть радіально симметричное животное, съ нѣкоторыми остатками двусторонней симметріи и безъ всякаго слѣда метамеріи. Ракъ—двустороннее симметричное животное, съ метамерной сегментацией и съ большимъ числомъ конечностей, причемъ и туловище и конечности покрыты твердымъ суставчатымъ панциремъ (наружнымъ скелетомъ). Ракушка—также двустороннее симметричное животное, покрытое раковиной, состоящей изъ двухъ створокъ, и не имѣющее никакихъ слѣдовъ метамеріи и конечностей. Теперь мы рассмотримъ акулу, животное, принадлежащее къ группѣ позвоночныхъ, у которыхъ двусторонне-симметричное тѣло раздѣлено на метамеры, хотя эта метамерія незамѣтна снаружи. Здѣсь только двѣ пары парныхъ придатковъ или конечностей, и главный поддерживающій аппаратъ составляетъ сложная внутренняя система сочлененныхъ между собою твердыхъ частей, образующихъ внутренній скелетъ.

Акула имѣетъ веретенообразное тѣло (рис. 99), оканчивающееся спереди слегка заостреннымъ рыломъ, какъ бы водорѣзомъ, а сзади суживающимся поднятымъ вверхъ хвостомъ. На вентральной поверхности головы находится поперечно удлинненный ротъ, поддерживаемый парой челюстей, которыя дѣйствуютъ въ вертикальной, а не въ поперечной плоскости, какъ







Это такъ наз. боковая линія, которая представляетъ систему трубочекъ, погруженныхъ въ кожу, и составляетъ свойственный рыбамъ органъ чувствъ.

Отъ туловища отходитъ цѣлый рядъ плоскихъ складокъ; это плавники, которые дѣлятся на парные и непарные. Непарные складки суть—два спинныхъ плавника ( $d_1^1, d_2^1$ ) по средней линіи спины, хвостовой плавникъ ( $cd. f$ ) по вентральному краю хвоста, и анальный плавникъ ( $v. f$ ) позади анального отверстія. Парные складки суть грудные плавники ( $pc. f$ ), лежащіе по бокамъ туловища сейчасъ же позади жаберныхъ щелей, и брюшные плавники ( $pv. f$ ) по бокамъ анального отверстія. Грудные и брюшные плавники суть парные придатки, или конечности, которыхъ у акулы, такъ же какъ у другихъ позвоночныхъ, только двѣ пары, при чемъ грудные плавники соотвѣтствуютъ переднимъ конечностямъ, а брюшные—заднимъ конечностямъ высшихъ позвоночныхъ.

Рыба плаваетъ благодаря сильнымъ ударамъ хвоста; грудные плавники служатъ главнымъ образомъ для направлення движенія въ качествѣ руля, а непарные плавники, подобно килю судна—чтобы поддерживать равновѣсіе.

Кожа, или наружный слой стѣнки тѣла, состоитъ, какъ и у другихъ, изъ двухъ слоевъ: наружнаго слоя, или кожного эпителія, который отличается отъ предыдущихъ типовъ тѣмъ, что состоитъ изъ нѣсколькихъ рядовъ клетокъ, и внутренняго соединительнотканнаго слоя. Въ послѣднемъ заключены многочисленные, тѣсно расположенныя известковыя тѣльца, каждое состоитъ изъ небольшой неправильной костной пластинки, продолжающейся въ короткій, покрытый эмалью шипъ, который выдается на поверхность кожи и придаетъ ей шероховатый характеръ наждачной шлифовальной бумаги. Эти характерныя чешуйки или кожные зубы составляютъ наружный скелетъ акулы, который похожъ на наружный кожный скелетъ морской звѣзды.

Подъ кожей находится мускульный слой, въ которомъ мы впервые встрѣчаемъ ясно метамерную сегментацию. Мускулы раздѣлены на сегменты (рис. 99, *mus*), слѣдующіе другъ за другомъ спереди назадъ и расположенные зигзагами. Составляющія ихъ волокна идутъ продольно и прикрѣпляются на







**А Вертикальный продольный разрезъ.**

**В Поперечный разрезъ.**

Глоточный каналъ—желтый, кровеносные сосуды красные, эпителий полости тѣла синий, хрящъ черный.

*o* ротъ, *ph* глотка, *st* желудокъ, *in* кишка, *cl* клоака, *an* анальное отверстие. *l* печень, *p* поджелудочная железа, *s* селезенка, *ov* яичникъ, *ovid* яйцеводъ, *y* нефриды, *ur* мочеточникъ, *h* сердце, *coel* полость тѣла, *v* позвоночникъ, *g* головной мозгъ, *N* спинной мозгъ, *d. f* спинной плавникъ, *m* мышцы.

обоихъ концахъ къ волокнистымъ перегородкамъ (*mus*), отдѣляющимъ другъ отъ друга мускульные сегменты. Мускульный слой очень толстъ, особенно на дорзальной сторонѣ (см. рис. 100, В). Мускульныя волокна поперечно полосаты.

Обширная полость тѣла (рис. 100, *coel*) ограничена туловищемъ; ни голова, ни хвостъ у зрѣлаго животнаго не имѣетъ полости тѣла. Эта полость дѣлится на двѣ части: обширную брюшную полость, заключающую большую часть внутренностей, и небольшой передній вентральный отдѣлъ, околосердечную полость. Обѣ выстланы плоскимъ эпителиемъ, который вмѣстѣ съ подлежащей соединительной тканью образуетъ оболочку: въ брюшной полости—брюшину, въ околосердечной полости—перикардій.

Другая характерная особенность та, что дорзальная стѣнка тѣла отъ передняго конца до задняго пронизана продольнымъ срединнымъ нервнымъ каналомъ, въ которомъ лежитъ центральная нервная система (рис. 100, А, N). Каналь этотъ въ туловищѣ представляетъ такую цилиндрическую трубку, и заключаетъ спинной мозгъ, но передняя, головная его часть расширена и содержитъ головной мозгъ.

Погруженный въ стѣнкахъ тѣла и продолжающийся въ плавники внутренний скелетъ образованъ изъ различныхъ частей, состоящихъ изъ крѣпкой, упругой хрящевой ткани, хондръ или менѣе пропитанной известковыми солями, такъ что она часто имѣетъ консистенцію кости.

Весь скелетъ состоитъ изъ отдѣльныхъ хрящевыхъ частей соединенныхъ другъ съ другомъ соединительнотканнвыми связками, и дѣлится на слѣдующія части:

**А. Скелетъ головы, состоящій изъ:**

1. Черепа или мозговой коробки, которая заключаетъ головной мозгъ и главные органы чувствъ.



2. Верхней и нижней челюсти.

3. Ряда хрящевых висцеральных или жаберных дугъ, поддерживающих жабры.

A. Позвоночникъ, или состоящая изъ позвонковъ ось, которой тянется отъ черепа до конца хвоста и заключаетъ спинной мозгъ.

C. Скелетъ непарныхъ плавниковъ.

D. Скелетъ парныхъ плавниковъ, состоящій изъ:

1. Плечевого пояса, къ которому прикрѣплены:

2. Грудные плавники.

3. Тазового пояса, къ которому прикрѣплены:

4. Брюшные плавники.

Черепъ (рис. 101, Cr) есть неправильная хрящевая коробка, заключающая объемистую полость для головного мозга и образующая по бокамъ двѣ пары выступовъ, сзади—слуховыя капсулы (*aud. sp*), гдѣ помещаются органы слуха, а впереди обонятельныя капсулы (*olf. sp*) для органовъ обонянія. Между обонятельными и слуховыми капсулами съ каждой стороны черепа находится глазная впадина (*or*), гдѣ помещается глазъ. Впереди черепъ оканчивается тремя траггами (*r*), поддерживающими рыло. На задней сторонѣ черепа находится большое отверстіе, черезъ которое головной мозгъ соединяется съ спиннымъ мозгомъ, а съ каждой стороны этого отверстія лежатъ овальный сочленовный бугорокъ для сочлененія съ первымъ позвонкомъ.

Въ черепъ человѣка и другихъ высшихъ позвоночныхъ верхняя челюсть крѣпко соединена съ черепомъ и только нижняя челюсть свободна. Но у акулы обѣ челюсти (*вр. j, l. j*) соединены съ черепомъ лишь связками (*lg, lg<sup>1</sup>*), и каждая челюсть состоитъ изъ правой и лѣвой половины, соединенныхъ другъ съ другомъ волокнистой тканью. Задній конецъ верхней челюсти представляетъ закругленный край, который входитъ въ соответствующее углубленіе нижней челюсти, такъ что образуется свободное сочлененіе, и нижняя челюсть дѣйствуетъ вверхъ и внизъ въ вертикальной плоскости, а не изъ стороны въ сторону, какъ челюсти у рака.

Висцеральныя дуги состоятъ изъ шести паръ хрящевыхъ полуобручей лежащихъ въ стѣнкахъ глотки и соединяющихся







Верху сочленяется съ черепомъ, а внизу соединенъ волокнистой тканью съ челюстями, помогая такимъ образомъ подвѣшивать ихъ къ черепу, и подъязычного хряща (*hy, sm*), который загибается внизъ и соединяется съ такимъ же хрящомъ противоположной стороны срединной пластинкой, поддерживающей языкъ.

Остальные пять дугъ (*br. a. 1—br. a. 5*) суть жаберныя дуги. Каждая состоитъ изъ нѣсколькихъ отдѣльных частей, подвижно соединенныхъ волокнистой тканью, что дѣлаетъ возможнымъ расширение глотки при глотаніи. Какъ къ жабернымъ дугамъ, такъ и къ подъязычной прикрѣпляются тонкіе хрящевые жаберныя лучи (*br. r, br. 4<sup>a</sup>*), поддерживающіе жабры.

Позвоночникъ имѣетъ характеръ суставчатой трубки, окружающей спинной мозгъ. Подъ спиннымъ мозгомъ лежитъ продольный рядъ двояковогнутыхъ дисковъ позвоночные центры, или тѣла позвонковъ (рис. 102, *c*); они состоятъ изъ хряща, на передней и задней поверхности сильно пропитаннаго известью. Промежутки между тѣлами позвонковъ наполнены студенистой массой. Тѣла позвонковъ соединены связками, такъ что вся цѣпь дисковъ обладаетъ большою гибкостью. Отъ дорзальной стороны центровъ по бокамъ отходятъ верхнія дуги (рис. 102, *n. a.*), образующія какъ бы хрящевой туннель надъ спиннымъ мозгомъ.

Въ передней части позвоночника отъ центровъ сбоку отходятъ парные поперечные отростки (рис. 102, *tr. pr.*), съ концами которыхъ сочленяются короткія хрящевыя ребра. Далѣе назадъ поперечные отростки обращены не въ стороны, а внизъ, и во всемъ хвостовомъ отдѣлѣ они соединяются внизу, образуя нижнія дуги (рис. 102, *h. a.*), которыя вмѣстѣ составляютъ обращенный внизъ туннель, заключающій хвостовую артерію и вену. Въ области хвостового плавника нижнія дуги продолжаются въ длинныя ости, поддерживающія плавникъ. Центръ, вмѣстѣ съ соответствующими верхними и нижними дугами (или поперечными отростками), составляетъ позвонокъ, т.-е. отдѣльный сегментъ позвоночнаго столба.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ позвоночникъ мы имѣемъ другой примѣръ метамерной сегментации позвоночнаго тѣла. Но позвонки не соответствуютъ мускульнымъ сегментамъ, а чередуются съ ними. Перегородки между мускульными сегмен-



тами прикрѣпляются въ срединѣ позвонка, такъ что каждый мускульный сегментъ дѣйствуетъ на два позвонка и такимъ образомъ производитъ боковое сгибаніе позвоночника.

У зародыша до развитія позвоночнаго столба его мѣсто занимаетъ не сегментированный студенистый шнуръ, такъ наз.

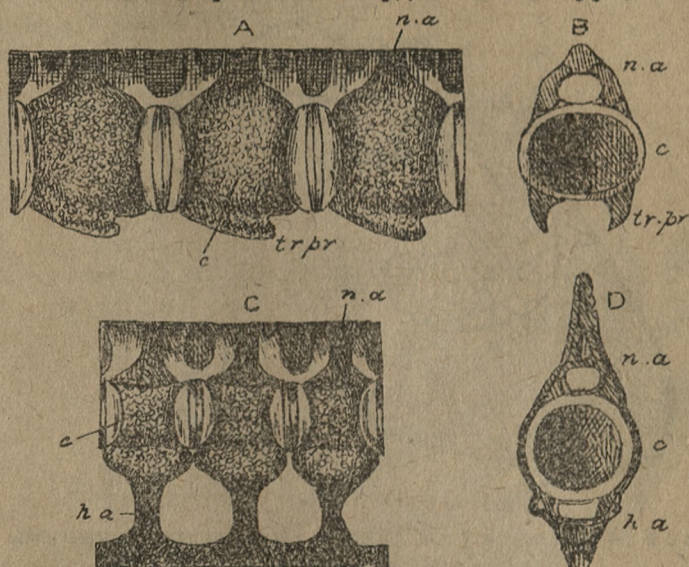


Рис. 102.

А Три туловищныхъ позвонка *Scyllium* сбоку.

В Туловищный позвонокъ спереди.

С Три хвостовыхъ позвонка сбоку.

Д Хвостовой позвонокъ спереди.

с центръ или тѣло позвонка; h. a. нижнія дуги; n. a. верхнія дуги; tr. pr. поперечные отростки.

спинная струна или хорда. Затѣмъ эта хорда замѣщается тѣлами позвонковъ, но остатки ея остаются въ видѣ студенистаго вещества между позвонками. Хорда есть одинъ изъ самыхъ характерныхъ органовъ позвоночныхъ животныхъ.

Скелетъ непарныхъ плавниковъ состоитъ изъ ряда параллельныхъ хрящевыхъ палочекъ, плавниковыхъ лучей (ср. рис. 100, А), проксимальные концы которыхъ болѣе или менѣе слиты, образуя основные или базальные хрящи. Сво-



бодные края плавниковъ поддерживаются двойнымъ рядомъ тонкихъ роговыхъ волоконъ, кожными плавниковыми лучами.

Плечевой поясъ (рис. 103) представляетъ обращенную внизъ хрящевую дугу, лежащую сейчасъ же позади послѣдней жаберной щели. Каждая сторона этой дуги состоитъ изъ узкой дорзальной части (*pct. g*) и болѣе широкой вентральной пластинки (*pct. g<sup>1</sup>*), которая соединяется по средней линіи съ такой же пластинкой противоположной стороны; на границѣ между дорзальной и вентральной частью съ каждой стороны находятся три сочленовныхъ фасетки (*art. f*) для грудного плавника.

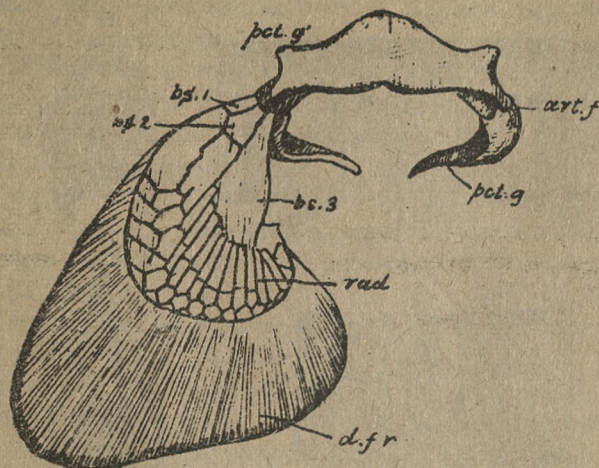


Рис. 103.

Плечевой поясъ акулы (*Scyllium*) снизу съ правымъ груднымъ плавникомъ.

Плечевой или грудной поясъ дѣлится на дорзальную (*pct. g*) и вентральную (*pct. g<sup>1</sup>*) часть; на границѣ между этой и другой находятся сочленовныя фасетки (*art. f*) для плавника.

Грудной плавникъ состоитъ изъ трехъ основныхъ хрящей (*bs. 1—3*) и множества мелкихъ хрящей, расположенныхъ лучами (*rad*); свободный край плавника поддерживается кожными лучами (*d. f. r.*).

тинки (*pct. g<sup>1</sup>*), которая соединяется по средней линіи съ такой же пластинкой противоположной стороны; на границѣ между дорзальной и вентральной частью съ каждой стороны находятся три сочленовныхъ фасетки (*art. f*) для грудного плавника.

Самъ грудной плавникъ состоитъ изъ множества расположенныхъ лучами небольшихъ хрящей (*rad*), которые при основаніи сливаются и образуютъ три большихъ базальныхъ хряща (*bs. 1—3*).



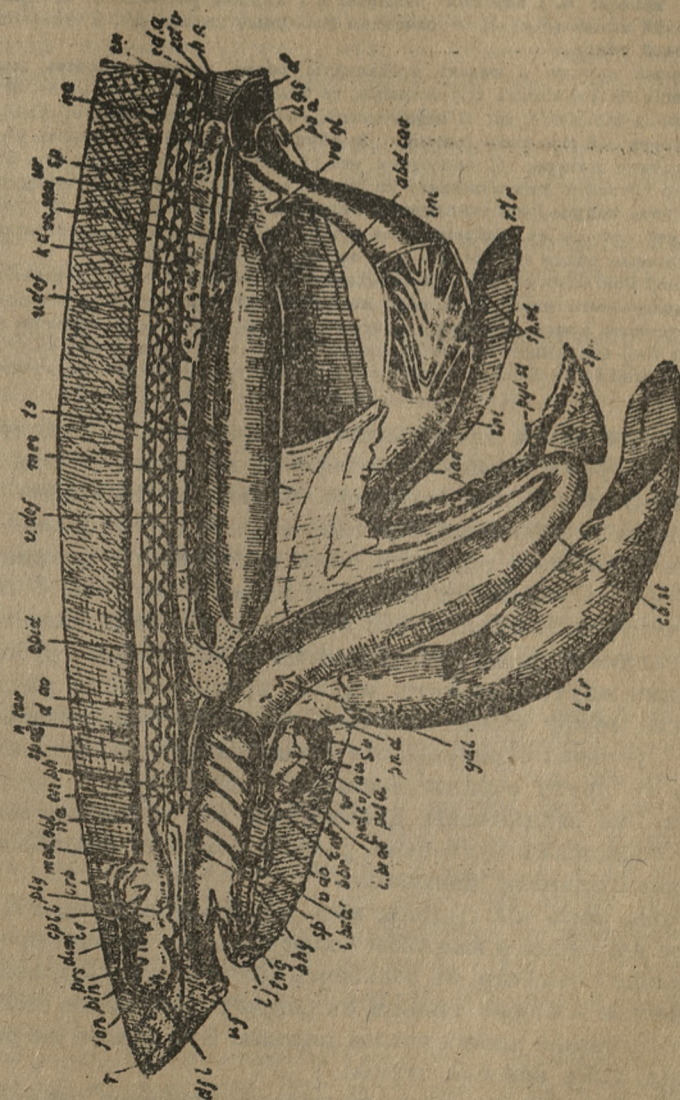


Рис. 104.

Вскрыта акула; тело взорвано по срединной плоскости такъ, что открыта брюшная полость (abd. cav.), околосердечная полость (per. cav.), и нервный каналъ по всей его длинѣ.



Въ скелетъ крашевыя части обозначены пунктиромъ, костью концы позвонковъ черныя; *сн* центры позвонковъ; *а*, *а'* верхнія дуги; *б*, *б'* нижнія дуги; *сг* черепъ; *г* носовой хрящъ; *и*, *ж* верхняя челюсть; *д*, *д'* нижняя челюсть; *б*, *бу* хрящъ, поддерживающій языкъ (*ling*); *б*, *бр* основные жаберныя трахи; *рст*, *а* плечевой поясъ; *р*, *а* тазовой поясъ.

Кишечный каналъ и печень отодвинуты внизъ, ротовая полость, глотка (*ph*), часть кишки (*int*) и клоака (*cl*) вскрыты; *сп* брыжжальца; *ф*, *бр*, *а'*—*д*, *бр*, *а'* внутреннія жаберныя отверстія; *сд*, *ст* кардиальный, *фул*, *ст* нисходящій отдѣлъ желудка; *сп*, *ул* спиральный [клапанъ] кишки; *л*, *л'* лѣвая и *р*, *р'* правая лопасть печени; *ран* поджелудочная железа; *спл* селезенка; *рст*, *гл* железа прямой кишки; *мес* мезентерій.

Сердце состоитъ изъ пеизвнаго синуса (*с. в.*), предсердія (*ан*), желудка (*в*) и артеріальнаго конуса, отъ послѣдняго отходятъ центральная аорта (*в. до*) отъ которой плутъ сосулы къ жабрамъ. Изъ жабрь сосулы ведутъ въ дорсальную аорту (*д. до*), которая сзади переходитъ въ хвостовую артерію (*сд. а*).

Спинной мозгъ (*сп. сд*) впереди переходитъ въ головной мозгъ, который состоитъ изъ продолговатаго мозга (*med. obl*), мозжечка (*сrb*), зрительныхъ лопастей (*opt. l*) промежуточного мозга, передняго мозга (*прс*) и обонятельныхъ лопастей (*olf. l*).

Почка (*ка*) открывается мочеточникомъ (*мр*) въ мочеполовую синусъ (*м. г. а*). Сѣменная железа (*тс*) выводнымъ протокомъ (*в. дес*) тожъ открывается въ мочеполовую синусъ.

Тазовой поясъ представляетъ поперечную крашевую пластинку впереди анальнаго отверстія; на заднемъ краю ея находятся фасетки для брюшнаго плавника. Послѣдній имѣеть въ общемъ подобное же строеніе, какъ и другіе плавники. Свободные края какъ груднаго, такъ и брюшнаго плавника поддерживаются роговыми кожными лучами (рис. 103, *д. ф. г*).

Слѣдуетъ замѣтить, что въ то время какъ скелетъ рака представляетъ рядъ сочлененныхъ между собой трубочекъ съ мышцами внутри, скелетъ акулы представляетъ рядъ сочлененныхъ между собой палочекъ съ мышцами, лежащими снаружн. Суставы, образованные двумя палочками, прилегающими другъ къ другу своими концами и связанными при помощи связокъ, не ограничены движеніемъ въ одной плоскости, подобно блоковымъ суставамъ рака, а болѣе или менѣе способны къ вращательному движенію.

Ротъ, какъ мы видѣли, есть поперечное отверстіе, ограниченное верхними и нижними челюстями. Въ слизистой оболочкѣ, одѣвающей челюсти, въ большомъ количествѣ погружены а убы, коническія костныя тѣльца, съ покрытыми эмалью верхушками, расположенныя поперечными рядами. Это такого же рода образованія, какъ кожные зубы.

Ротъ ведетъ въ ротовую полость, которая переходитъ въ глотку, тотъ отдѣлъ кишечнаго канала, который характери-



зается тѣмъ, что его стѣнки (рис. 104) прободены пятью парами щелей, внутренними жаберными отверстиями (*i. br. a*), а также внутреннимъ отверстиемъ брызгальца (*br*). Глотка черезъ короткій пищеводъ переходитъ въ объемистый, образующій U-образную петлю, желудокъ, состоящій изъ широкаго кардиальнаго (*cd. st*) и узкаго пилорическаго отдѣла (*pyl. st*). Пилорическій отдѣлъ отдѣляется клапаномъ отъ кишки (*in*), широкой, почти прямой трубки, слизистая оболочка которой образуетъ по длинѣ спиральную складку такъ наз. спиральный клапанъ (*sp. vl*), который сильно увеличиваетъ всасывающую поверхность кишки. Наконецъ, кишка переходитъ въ широкую открывающуюся наружу клоаку (*cl*).

Начиная отъ глотки и далѣе назадъ, кишечный каналъ находится въ брюшномъ отдѣлѣ полости тѣла и подвѣшенъ къ дорзальной стѣнкѣ по средней линіи мезентеріемъ или брызжейкой. Большая часть кишечнаго канала развивается изъ первичной кишки зародыша, и слѣдовательно, выстлана энтодермой; только ротовая полость и клоака образуются изъ эктодермальнаго впячивания. Снаружи отъ кишечнаго эпителия находится слой соединительной ткани и мускульный слой, послѣдній изъ гладкихъ волоконъ. Вообще для позвоночныхъ характерно то, что произвольныя мышцы ихъ скелета поперечно-полосатыя, а непроизвольныя мышцы внутреннихъ органовъ гладкія.

Изъ пищеварительныхъ железъ самая большая—объемистая печень, которая дѣлится на двѣ лопасти и лежитъ подъ желудкомъ. Она выделяетъ свой секретъ, желчь, въ начальную часть кишки при помощи желчнаго протока, который по пути даетъ слѣпой отростокъ—желчный пузырь; этотъ пузырь служитъ резервуаромъ для желчи, главная функція которой—дѣйствовать на жировыя части пищи. Но кромѣ выделения этого спеціальнаго пищеварительнаго сока, печеночныя клѣтки вырабатываютъ еще особое вещество—гликогенъ, или животный крахмалъ, который переходитъ прямо въ кровь въ видѣ сахара.

Другая железа, значительно меньшихъ размѣровъ, есть поджелудочная железа (рис. 104, *pan*); она лежитъ у передняго конца кишки, въ который открывается выводнымъ протокомъ.



она выделяетъ пищеварительный сокъ, дѣйствующій на всѣ главные виды пищи, превращая бѣлки въ пептоны, крахмалъ въ сахаръ и расщепляя жиры.

Въ придачу къ этимъ крупнымъ железамъ внутренняя поверхность желудка и кишки усѣяна микроскопическими отверстиями, ведущими въ маленькія трубчатые железы, погруженныя въ слизистую оболочку. Это желудочныя и кишечныя железы; первыя выделяютъ желудочный сокъ, переваривающій бѣлки, а вторыя — кишечный сокъ, дѣйствующій, вѣроятно, на всѣ виды пищи. Такимъ образомъ по сравненію съ животными, рассмотрѣнными до сихъ поръ, акула, вмѣстѣ съ другими позвоночными, показываетъ болѣе разнообразіе пищеварительныхъ железъ.

Органы дыханія, или жаберы, состоятъ изъ пяти паръ мѣшковъ, каждый открывается внутреннимъ отверстіемъ въ глотку (рис. 104, *i, br, al*) и наружнымъ жабернымъ отверстіемъ (рис. 99, *ez, br, ap*) {наружу. Стѣнки мѣшковъ поддерживаются жаберными дугами и жаберными лучами (рис. 101) и одѣты слизистой оболочкой, поднимающейся въ горизонтальные валики, жаберныя нити, которыя обильно снабжаются кровеносными сосудами и суть настоящіе органы дыханія. Въ то время какъ рыба плыветъ, вода входитъ въ ротъ и черезъ внутренніе щели проходитъ въ жаберные мѣшки, а отсюда черезъ наружныя щели наружу; такимъ образомъ обезпечивается постоянный притокъ кислорода. Жаберные мѣшки развиваются, какъ выросты глотки, и дыхательный эпителий поэтому эктодермальный, а не эктодермальный, какъ у морской звѣзды, рака и рапупки.

Органы кровообращенія достигаютъ такой степени специализации, какую мы не встрѣчали еще ни въ одномъ изъ рассмотрѣнныхъ типовъ. Сердце лежитъ въ околосердечной полости (рис. 104, *red. cav*) и представляетъ большой мускулистый органъ, изъ четырехъ камеръ. Сзади лежитъ небольшой тонкостѣнный венозный синусъ (рис. 105, *a, v*), открывающійся впереди въ объемистое тонкостѣнное предсердіе (*av*); послѣднее сообщается съ тонкостѣннымъ желудочкомъ (*v*), отъ котораго впереди отходитъ трубчатая камера, также съ толстыми мускульными стѣнками, артеріальный конусъ.



(*c. art.*). Между венознымъ синусомъ и предсердіемъ и между предсердіемъ и желудочкомъ находятся клапаны, а артеріальный конусъ содержитъ три продольныхъ ряда клапановъ, всѣ клапаны расположены такъ, что позволяютъ крови свободно идти изъ синуса въ предсердіе, изъ предсердія въ желудочекъ, изъ желудочка въ конусъ, но мѣшаютъ ей течъ въ противоположномъ направленіи.

Отъ артеріальнаго конуса спереди отходитъ кровеносный сосудъ (*v. ao*) съ толстыми эластическими стѣнками. Этотъ сосудъ, вентральная аорта, идетъ впередъ подъ жабрами и даетъ по обѣимъ сторонамъ парныя боковыя вѣтви, приносящія жаберныя артеріи (*a. br. a.*). Каждая приносящая жаберная артерія идетъ къ соответствующей жабрѣ и распадается въ жаберныхъ нитяхъ на очень тонкіе сосуды, капилляры. Капилляры имѣютъ чрезвычайно тонкія стѣнки, состоящія только изъ одного слоя эпителиальныхъ клѣтокъ. Кровь въ этихъ дыхательныхъ капиллярахъ приводится въ тѣсное соприкосновеніе съ окружающею водою и, протекая по нимъ, обмѣниваетъ свою углекислоту на кислородъ.

Изъ дыхательныхъ капилляровъ кровь собирается въ мелкіе, а потомъ въ болѣе крупныя стволы, и наконецъ переходитъ въ выносящія жаберныя артеріи (*l. br. a.*), которыми очищенная кровь уносится изъ жабръ. Выносящія артеріи правой и лѣвой стороны соединяются въ продольный срединный сосудъ, дорзальную аорту (*d. ao*), которая идетъ назадъ подъ позвоночникомъ до конца хвоста.

Отъ дорзальной аорты отходитъ множество артерій, снабжающихъ кровью всѣ части тѣла. Наиболѣе важныя изъ нихъ суть двѣ пары сонныхъ артерій (*s. a.*), идущія къ головѣ, пара къ груднымъ плавникамъ (*scf. a.*), непарныя артеріи къ кишечному каналу и его железамъ (*ms. a.*), парныя артеріи къ почкамъ (*r. a.*), половымъ органамъ (*sp. a.*) и къ брюшнымъ плавникамъ (*il. a.*). Сзади дорзальная аорта переходитъ въ хвостовую артерію (*cd. a.*).

Всѣ эти артеріи развѣтвляются въ соответствующихъ органахъ и распадаются, въ концѣ концовъ, на сѣть капилляровъ, которые пронизываютъ всѣ ткани. Проходя по этимъ капиллярамъ, кровь отдаетъ тканямъ кислородъ и различныя пита-







тѣльныя вещества и получаетъ отъ нихъ углекислоту и другіе продукты разрушенія.

Изъ этихъ капилляровъ кровь собирается постепенно въ болѣе крупныя стволы. Но эти стволы сѣтъ уже не толстостѣнные эластическія артеріи, а тонкостѣнные неэластическія, спадающіяся трубки, снабженныя на извѣстныхъ разстояніяхъ клапанами и называемыя венами. Обыкновенно въ каждой части тѣла рядомъ съ артеріей идетъ вена, при чемъ артерія приноситъ кровь въ эту часть тѣла, а вена уноситъ ее отсюда.

Изъ головы кровь несутъ двѣ яремныя вены (*j. v.*): каждая изъ нихъ входитъ въ большую Кювьерову вену (*кв. св. в.*), которая впадаетъ въ венозный синусъ. Кровь изъ хвоста возвращается хвостовой веной (*хв. в.*), лежащей непосредственно подъ хвостовой артеріей въ каналѣ, образуемой нижними дугами хвостовыхъ позвонковъ; этотъ сосудъ входитъ въ брюшную полость и дѣлится тамъ на правую и лѣвую вѣтвь, почечныя воротныя вены (*п. р. в.*), которыя идутъ къ почкамъ и соединяются тамъ съ ихъ капиллярами, при чемъ нечистая кровь, несомая изъ хвоста, смѣшивается съ чистою кровью почечной артеріи. Изъ почекъ кровь возвращается черезъ пару большихъ венъ (*свѣ. в.*), которыя идутъ впередъ, принимая въ себя по дорогѣ болѣе мелкія вены и впадаютъ, наконецъ, въ полую вену

Кровь изъ желудка, кишки, поджелудочной железы и селезенки собирается нѣсколькими венами, которыя соединяются и образуютъ большую воротную почечную вену (*л. р. в.*), въ которой замѣчается то же самое, что и въ почечной воротной венѣ. Въмѣсто того, чтобы переходить, по пути къ сердцу, въ болѣе крупную вену, она входитъ въ печень, распадается тамъ и соединяется съ капиллярами этого органа, причемъ ея кровь, нагруженная питательными веществами изъ кишечнаго канала, смѣшивается съ окисленною кровью, принесенной печени почечною артеріей. Пройдя черезъ капилляры печени, кровь черезъ печеночныя вены (*п. в.*) впадаетъ въ венозный синусъ сердца.

У акулы, какъ вообще у всѣхъ позвоночныхъ, кровь не входитъ въ пространство между тканями, лишенными собственныхъ стѣнокъ, а двигается по опредѣленнымъ сосудамъ и такимъ



образомъ сердце, артеріи, капилляры и вены составляютъ замкнутую систему трубокъ.

Общій ходъ кровообращенія согласуется съ описаннымъ уже у рака и ракушки, т.-е. кровь сокращеніями сердца гонится черезъ артеріи въ различныя ткани тѣла, откуда черезъ вены возвращается обратно къ сердцу (ср. рис. 106). Но въ то время, какъ у рака и у ракушки органы дыханія вставлены въ обратномъ токѣ, и какъ приносящіе, такъ и выносящіе жабер-

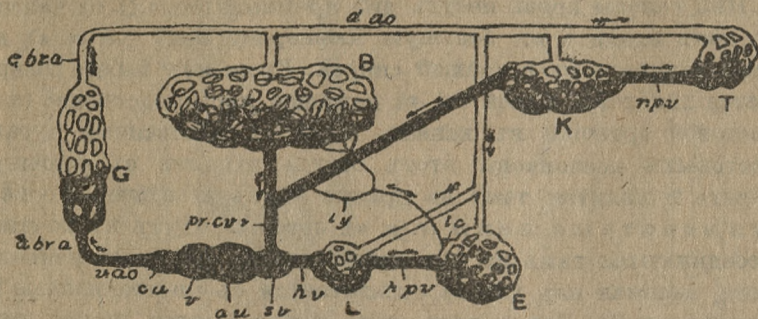


Рис. 106.

Схема, показывающая ходъ кровообращенія акулы.

Сосуды, содержащіе очищенную кровь, красные, неочищенную—синіе.

В капилляры тѣла вообще, Е капилляры кишечнаго канала, Г капилляры жабръ. К капилляры почек, L капилляры печени, Т капилляры хвоста.

a. br. a приносящія жаберныя артеріи; ai предсердіе; a. a артеріальный конусъ; d. ao дорзальная аорта; e. br. a выносящія жаберныя артеріи; a. p. v ворончатая вена печени; ic млечныя сосуды; ly лимфатическіе сосуды; pr. cv. v Кюльерова протокъ; p. p. v почечная воротная вена; s. v венозный синусъ; jv желудочекъ; v. ao вентральная аорта.

ные сосуды суть вены, у акулы они вставлены въ токъ, идущій изъ сердца, и какъ приносящіе, такъ и выносящіе жаберные сосуды суть артеріи. Слѣдуетъ помнить, что артеріями называютъ сосуды, несущіе кровь отъ сердца къ тканямъ и имѣющіе толстыя стѣнки, способныя выдерживать напряженіе пульсаціи сердца, а венами—тонкостѣнные сосуды, несущіе кровь назадъ отъ тканей къ сердцу. Такимъ образомъ артерія отходитъ отъ сердца или отъ другой артеріи и оканчивается капиллярами, а вена начинается капиллярами и впадаетъ или въ болѣе крупную вену или въ сердце.



Кровообращение акулы усложняется еще присутствием двухъ воротныхъ системъ, почечной и печеночной. Въ обоихъ случаяхъ мы видимъ, что вена, вмѣсто того, чтобы перейти въ болѣе крупныя вены и такимъ путемъ нести кровь прямо къ сердцу, распадается на манеръ артерій на капилляры, и кровь направляется въ обычные венозные пути только послѣ того, какъ пройдетъ черезъ капилляры органа.

Что касается общей морфологій кровеносной системы, то на дорзальную аорту вмѣстѣ съ хвостовой артеріей можно смотрѣть какъ на дорзальный сосудъ (ср. *Polygordius* и рака), а хвостовая вена, воротная вена печени, сердце и вентральная аорта вмѣстѣ представляютъ вентральный сосудъ, а приносящія и выносящія жаберныя артеріи соотвѣтствуютъ комиссурнымъ сосудамъ *Polygordius*. Такимъ образомъ сердце позвоночныхъ есть мускульное расширение вентрального сосуда.

Кровь красная, и этотъ цвѣтъ зависитъ, такъ же какъ у нѣкоторыхъ видовъ *Polygordius*, отъ гемоглобина. Но здѣсь этотъ пигментъ находится не въ кровяной плазмѣ, а въ красныхъ тѣльцахъ, плоскихъ, овальныхъ клѣткахъ съ большими ядрами, подобныхъ краснымъ кровянымъ тѣльцамъ лягушки (ср. рис. 8). Среди красныхъ тѣлецъ, но въ гораздо меньшемъ количествѣ находятся бѣлыя тѣльца, или лейкоциты. Когда кровь окислена кислородомъ, она получаетъ яркокрасный цвѣтъ и носитъ названіе артеріальной крови; а когда кровь отдаетъ свой кислородъ тканямъ, она становится темно-пурпурнаго цвѣта и носитъ названіе венозной крови.

Кромѣ кровеносныхъ сосудовъ, акула такъ же, какъ и другія позвоночныя, имѣетъ еще лимфатическую систему, которая состоитъ изъ тонкостѣнныхъ сосудовъ, идущихъ обыкновенно вдоль артерій и венъ. Если прослѣдить ихъ въ одномъ направленіи, то они развѣтвляются и оканчиваются лимфатическими капиллярами, которые переплетаются съ кровеносными капиллярами, но совершенно независимы отъ нихъ; если прослѣдить въ другомъ направленіи, то они соединяются все въ болѣе и болѣе крупныя стволы, подобно вѣнамъ снабженные клапанами, и наконецъ открываются въ вены. Лимфатическіе капилляры принимаютъ стоки изъ тканей и передаютъ ихъ вѣнамъ. Содержащуюся въ нихъ жидкость называютъ лимфою;



это та же кровь, но безъ красныхъ тѣлецъ. Лейкоциты образуются въ особыхъ органахъ, называемыхъ лимфатическими железами, которые встрѣчаются по пути лимфатическихъ сосудовъ. Лимфатическіе сосуды кишечнаго канала называются млечными сосудами; они играютъ большую роль при всасываніи жировъ.

Въ связи съ лимфатической системой находится характерный органъ позвоночныхъ—селезенка (рис. 104, *spl*). Это неправильное, темнокрасное тѣло, прикрѣпленное брюшиной къ желудку. Она не имѣетъ выводного протока и главная ея функция, вѣроятно, образованіе лейкоцитовъ. Другія железы безъ выводного протока у позвоночныхъ суть: щитовидная железа въ глоткѣ, зобная железа, въ связи съ дорзальными концами жаберныхъ дугъ и надпочечныя тѣла въ связи съ почками.

Нервная система, подобно органамъ кровообращенія, представляетъ громадный шагъ впередъ сравнительно со всеми разсмотрѣнными до сихъ поръ животными. Центральная нервная система состоитъ изъ головного мозга (рис. 104), находящагося въ полости черепа и продолжающагося сзади въ спинной мозгъ, который помѣщается въ нервномъ каналѣ позвоночника. Такимъ образомъ центральная нервная система занимаетъ исключительно дорзальное положеніе и не охватываетъ кольцомъ кишечнаго канала, какъ у *Polygordius*, рака и ракушки.

Другая характерная черта нервной системы акулы та, что она представляетъ не плотный нуръ, какъ у *Polygordius* и рака, а трубку, вдоль которой тянется каналъ, выстланный эпителиемъ. Въ спинномъ мозгѣ этотъ каналъ узкій, а въ головномъ онъ мѣстами расширяется, образуя довольно объемистыя полости, желудочки мозга.

Головной мозгъ представляетъ сложное образованіе и дѣлится на нѣсколько частей. Самый задній отдѣлъ, находящійся въ связи съ спиннымъ мозгомъ, есть продолговатый мозгъ (рис. 107, *НН*); надъ нимъ находится мозжечекъ (*НН*). Затѣмъ идетъ средній мозгъ, образующій пару зрительныхъ долей (*МН*). Впереди средняго мозга находится небольшой промежуточный мозгъ (*ЗН*) и круп-



ный передній мозгъ (VН), соответствующій мозговымъ полушаріямъ вышнихъ позвоночныхъ и дающій отъ себя впереди парныя обонятельныя лопасти (L. ol). Въ эти отдѣлы головного мозга содержатъ желудочки, различной формы и величины (ср. напр. *F. rho*). Въ связи съ доразальной стѣнкой промежуточного мозга находится шишковидное тѣло (рис. 107, *gr*), а въ связи съ вентральной поверхностью того же отдѣла—мозговой придатокъ (рис. 104, *ptu*).

Способъ отхожденія нервовъ отъ мозга тоже характеренъ. По бокамъ отъ спинного мозга нервы отходятъ сегментально, при чемъ каждому мускульному сегменту соответствуетъ пара нервовъ. Каждый отходитъ двумя корешками, спиннымъ и брюшнымъ. Спинаой корешокъ расширяется въ гангліи и содержитъ лишь чувствительныя волокна; брюшной корешокъ не образуетъ ганглія и содержитъ двигательныя волокна. Въ связи съ спинномозговыми нервами находится продольный симпатическій нервъ съ гангліями, который тянется вдоль доразальной стѣнки полости тѣла и посылаетъ вѣтви къ внутренностямъ.

Отъ головного мозга отходитъ десять паръ нервовъ, изъ которыхъ одни—чувствительныя, другіе—двигательныя, третьи—смѣшанныя. Изъ нихъ три пары нервовъ идутъ къ главнымъ органамъ чувствъ: первый или обонятельный, второй или зрительный (рис. 107, *IX*) и восьмой или слуховой (VIII). Третій или глазодвигательный, четвертый или блуждающей (IV) и шестой или ствѣдующій идутъ къ глазнымъ мышцамъ; пятый или тройничныи (V) къ рылу и къ челюстямъ; седьмой или лицевой (VII) къ небу, нижней челюсти и подъязычной дугѣ; девятый или язычноглоточный (IX) къ подъязычной и первой жаберной дугѣ, и наконецъ, десятый или блуждающій (X) къ остальнымъ жабернымъ дугамъ, а также къ сердцу, желудку и боковой линіи.

Кромѣ боковой линіи, которая по всей вѣроятности есть тонкій органъ осязанія, и языка, который, вѣроятно, есть органъ вкуса, существуютъ три пары органовъ чувствъ, строеніе и положеніе которыхъ весьма характерно для позвоночныхъ. Это органы обонянія, зрѣнія и слуха.

Органы обонянія суть пара мѣшковъ на нижней сто-



ронъ рыла, заключенныя въ обонятельныя капсулы и открывающіяся наружу ноздрями (рис. 89, *na*). Эти мѣшки выстланы слизистой оболочкой, которая поднимается, образуя валики,

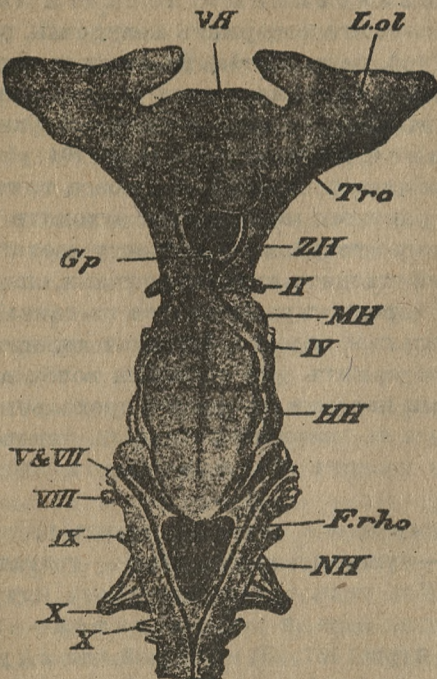


Рис. 107:

Головной мозг акулы (*Scyllium canicula*) сверху.

NH продолговатый мозг; *F. rho* желудочек продолговатого мозга.

Большой мозжечек (NH) почти покрывает зрительныя лопасти (MH). Въ промежуточномъ мозгѣ (ZH) видны желудочки и мѣсто прикрѣпленія мышечнаго тѣла (*Gr*).

Передній мозгъ (VH) даетъ отъ себя обонятельныя лопасти (*Tro*, *L. ol*).

Показаны слѣд. нервы: зрительный (II), блоковый (IV), тройничный (V), лицевой (VII), слуховой (VIII), языкоглоточный (IX) и блуждающій (X).

вслѣдствіе чего увеличивается общая поверхность. Настоящимъ органомъ обонянія служитъ эпителий, образующій поверхностный слой слизистой оболочки; онъ развивается, какъ выпячиваніе эктодермы, и снабжается обонятельнымъ нервомъ.



Глаза суть пара почти шаровидныхъ органовъ, лежащихъ въ орбитахъ и приводимыхъ въ движеніе каждый шестью мышцами. Ихъ строеніе въ существенныхъ чертахъ то же, что и у человѣка. Наружная капсула, склеротика, выстлана сосудистой оболочкой, внутри которой находится тонкая перепонка, покрытая снаружи пигментомъ: это и есть сѣтчатка—настоящій органъ зрѣнія. Въ передней, обращенной наружу части глаза склеротика переходитъ въ прозрачную, похожую на часовое стекло роговицу, а сосудистая оболочка въ занавѣску или диафрагму—радужину, въ центрѣ которой находится зрачекъ, т.е. отверстіе, пропускающее свѣтовые лучи внутрь глаза. Позади зрачка находится студенистый двояковыпуклый, прозрачный, какъ стекло, хрусталикъ. Пространство между роговицей и радужной (передняя камера глаза) наполнено водянистой жидкостью, такъ наз. водянистой влагой. Полость глаза, ограниченная впереди хрусталикомъ, а на остальномъ протяженіи сѣтчаткой (задняя камера) наполнена студенистымъ веществомъ, такъ наз. стекловидной влагой. Роговица, водянистая влага, хрусталикъ и стекловидная влага вмѣстѣ образуютъ рядъ линзъ, служащихъ для того, чтобы проложить объекты на сѣтчатку, и раздраженія, дѣйствующія такимъ образомъ на сѣтчатку, передаются черезъ волокна зрительнаго нерва мозгу.

Органъ слуха представляетъ мѣшокъ сложной формы, такъ наз. перепончатый лабиринтъ, заключенный въ слуховой капсулѣ черепа. Онъ состоитъ изъ мѣшка, называемаго преддверіемъ, съ которымъ находятся въ связи три изогнутыхъ трубки, которыя влѣдствіе своей формы, носятъ названіе полукружныхъ каналовъ; два изъ нихъ вертикальные и одинъ горизонтальный. На концахъ каналы образуютъ луковичеобразное расширеніе, ампулу. Отъ преддверія отходитъ трубка, которая открывается на верху головы. Весь аппаратъ содержитъ жидкость, эндолимфу, въ которой находится студенистое вещество, заключающее известковыя частицы или столбцы. Участки чувствительнаго эпителия найдены въ преддверіи и въ ампулахъ: вѣсь и распределяются волокна слухового нерва. Повидимому, перепончатый лабиринтъ не только имѣетъ слуховую функцію, но также играетъ роль



органа, благодаря которому рыба способна поддерживать равновѣсіе въ водѣ.

Выдѣлительные и воспроизводительные органы акулы такъ тѣсно соединены между собой, что о нихъ можно говорить вмѣстѣ, какъ о мочеполовыхъ органахъ. Внѣшнее различіе между самцами и самками выражается въ томъ, что самцы имѣютъ на брюшныхъ плавникахъ придатки, которые служатъ копуляторными органами, подобно видоизмѣненнымъ первой и второй парѣ плавательныхъ ножекъ у самцовъ раковъ.

Почки (рис. 104, *kd*) суть длинныя плоскія лопастные тѣла, лежащія по бокамъ позвоночника въ задней части брюшной полости. Отъ вентральной поверхности каждой почки отходить множество тонкихъ протоковъ, которые соединяются въ одну трубку, мочеточникъ (*m*), открывающійся у самокъ прямо въ клоаку, а у самцовъ въ мочеполовой синусъ (*m. g. s*), который уже открывается въ клоаку.

У зародыща почки являются въ видѣ отдѣльныхъ сегментально расположенныхъ трубочекъ (рис. 100, *n*), имѣющихъ общій характеръ нефридіевъ, открывающихся съ одной стороны воронками въ полость тѣла, а съ другой въ продольный протокъ, открывающійся въ клоаку. Такимъ образомъ первоначальное строеніе почекъ представляетъ явственно метамерное расположеніе.

У самцовъ замѣчается пара сѣменныхъ железъ (рис. 104, *ts*) въ видѣ большихъ мягкихъ органовъ, соединяющихся другъ съ другомъ саади. Онѣ подвѣшены складкой брюшины къ дорзальной стѣнкѣ тѣла. Отъ передняго конца каждой изъ нихъ отходитъ множество тонкихъ трубочекъ, которыя входятъ въ длинный, извитой выводной протокъ (*v. def*). Этотъ протокъ идетъ вдоль вентральной стороны почекъ, и расширяясь въ сѣменной пузырькъ, открывается наконецъ въ мочеполовой синусъ и оттуда въ клоаку.

У самокъ замѣчается одинъ яичникъ (рис. 100, *ov*), подвѣшенный къ дорзальной стѣнкѣ тѣла складкой брюшины. У взрослыхъ на поверхности его видны кругловатые выступы, яйца, которыя достигаютъ въ діаметръ до 12—14 мм. Яйцеводы (*ovd*) парные и тянутся подъ почками по всей длинѣ дорзальной стѣнки полости тѣла. Впереди оба яйцевода соединя-



ются другъ съ другомъ, подъ глоткой, и въ мѣстѣ соединенія ихъ находится одно общее отверстіе значительной величины, посредствомъ котораго оба яйцевода сообщаются съ полостью тѣла; сзади они открываются въ клоаку. Передняя треть каждаго яйцевода узка; заднія двѣ трети широки и растяжимы, а на границѣ между той и другой частью находится желтоватая железнистая масса, скорлуповая железа.

Оплодотвореніе происходитъ внутри, при чемъ сѣменная жидкость самца вводится при помощи копулятивныхъ органовъ

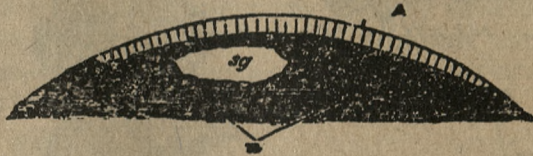


Рис. 108.

Разрѣзъ верхней части яйца акулы въ стадіи бластулы.

Бластодерма состоитъ изъ одного слоя клетокъ эктодермы и нѣсколькихъ рядовъ клетокъ, изъ которыхъ потомъ образуется энтодерма и мезодерма; *sg* полость бластулы. Подъ бластодермой находится не подвергавшійся дробленію желтокъ съ разсѣянными адрами.

въ яйцеводѣ самки. Созрѣвшія яйца выпадаютъ съ поверхности яичника въ полость тѣла, а отсюда черезъ общее отверстіе попадаютъ въ одинъ изъ яйцеводовъ, гдѣ и происходитъ оплодотвореніе. Переходя въ расширенную часть яйцевода, оплодотворенное яйцо у *Scylium* окружается роговой скорлупой, выделяемой скорлуповой железой и имѣющей форму наволочки, вытягивающейся на всѣхъ четырехъ углахъ въ длинныя нити. Яйца откладываются на морскія водоросли, къ которымъ и прикрѣпляются при помощи упомянутыхъ нитей. У нѣкоторыхъ акулъ (напр. *Acanthias* и *Mustelus*) роговая скорлупа не образуется и яйца проходятъ все развитіе въ яйцеводахъ, такъ что эти акулы должны быть отнесены къ числу живородящихъ животныхъ.

Большіе размѣры яйца обуславливаются большимъ количествомъ желтка; протоплазма собирается на одномъ полюсѣ въ видѣ небольшого диска. Только этотъ протоплазматическій



зародышевый дискъ и испытываетъ дробленіе, тогда какъ желтокъ, такъ же какъ и у рака, не принимаетъ участія въ этомъ процессѣ. Въ результатѣ процесса дробленія, на одномъ полюсѣ яйца образуется кучка клѣтокъ, называемая бластодермой (рис. 108). Край бластодермы загибается въ одномъ мѣстѣ внутрь, образуя гастролу, а клѣтки бластодермы дифференци-

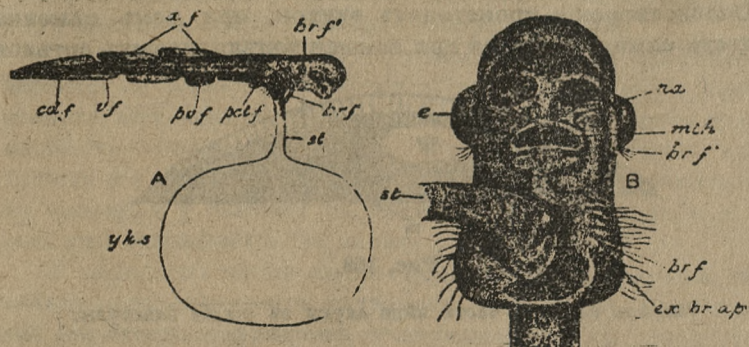


Рис. 109.

А Зародышъ *Scyllium* съ желточнымъ мѣшкомъ.

В Нижняя поверхность головы (увеличено).

*br. f* жаберныя нити, высовывающіяся изъ жаберныхъ щелей; *br. f'* жаберныя нити, высовывающіяся изъ брыгаляца; *cd. f* хвостовой плавникъ; *d. f* спинные плавники; *e* глаза; *ex. br. ap* наружныя жаберныя отверстія; *m.b* ротъ; *na* ноздри; *pe. f* грудной плавникъ; *pu. f* брюшной плавникъ; *st* стебель желточного мѣшка; *v. f* брюшной плавникъ; *yk. s* желточный мѣшокъ.

руются въ три зародышевыхъ листка: эктодерму, мезодерму и энтодерму. Въ то же время бластодерма разрастается въ периферическомъ направленіи, такъ что постепенно покрываетъ желтокъ, а средняя часть ея поднимается въ валикоподобное утолщеніе, которое мало-по-малу принимаетъ форму зародыша рыбы. Обозначается голова, туловище и хвостъ, и зародышъ все болѣе и болѣе отдѣляется отъ желтка, при чемъ послѣдній получаетъ форму желточного мѣшка (рис. 109), подвѣшеннаго узкимъ стеблемъ въ вентральной поверхности зародыша.

Въ этомъ состояніи можно узнать уже различныя части взрослой рыбы, хотя пропорціи ихъ нѣсколько иныя, и голова



представляет много особенностей. Жаберныя нити (*br. f*) такъ длинны, что выдаются черезъ наружныя жаберныя отверстія въ видѣ длинныхъ нитей, обильно снабженныхъ кровеносными сосудами. Эти нити, повидимому, служатъ для того, чтобы поглощать питательныя вещества: у *Scyllium* бѣлокъ въ яичевой скорлупѣ, у живородящихъ акулъ выдѣленія яйцевода. Но питаніе совершается главнымъ образомъ путемъ поглощенія желтка изъ желточного мѣшка, который сообщается съ кишкою посредствомъ узкаго канала (*st*). Къ тому времени, когда молодая рыбка готова выйти на свѣтъ, большая часть желтка уже поглощена, и остается лишь небольшой желточный мѣшокъ, висѣщій на вентральной поверхности тѣла.



### ЛЕКЦІЯ XXX.

#### М х и.

Въ предыдущихъ лекціяхъ мы прослѣдили прогрессъ животной организаціи отъ простой двуслойной гидры до сложныхъ трехслойныхъ формъ, которыя составляютъ пять высшихъ типовъ животнаго царства. Теперь намъ предстоитъ прослѣдить такимъ же путемъ прогрессъ въ организаціи растений. Последнимъ представителемъ растительнаго царства, съ которымъ мы имѣли дѣло, была *Nitella*, тѣлесный клѣточный агрегатъ, показывающій извѣстную дифференцировку формы и строенія, но состоящій еще изъ ясно различимыхъ клѣтокъ, причемъ мы здѣсь, также какъ и у гидры, не находимъ хорошо опредѣленныхъ тканей, которыя составляютъ характерную черту у *Polygordius* и у другихъ животныхъ, стоящихъ выше *Coelenterata*.

Если мы возьмемъ *Nitella* за исходный пунктъ, то мы увидимъ, что у растений, также какъ и у животныхъ, замѣчается все большая и большая дифференцировка, какъ строенія, такъ и функций, по мѣрѣ того, какъ мы восходимъ вверхъ. Первая ступени этого процесса мы ясно видимъ у очень распространенной и красивой группы растений—у мховъ. Несмотря на варіаціи въ подробностяхъ у различныхъ родовъ этой группы, существенныя черты ихъ организаціи такъ постоянны, что слѣдующее описаніе подходитъ къ любой изъ обыкновенныхъ формъ.

Растеніе состоитъ изъ короткаго, тонкаго стебля (рис. 110, А, а), отъ котораго отходятъ образованія двухъ сортовъ: ризомы или корневые волоски (а), идущіе внизъ въ почву, и



листья (*I*), тѣсно расположенные на стеблѣ и его вѣтвяхъ. Какъ и у *Nitella*, часть стебля, отъ которой отходить листъ, называютъ узломъ, а часть, лежащую между каждыми двумя узлами,—междоузліемъ, причемъ узелъ вмѣстѣ съ лежащимъ ниже его междоузліемъ называютъ членикомъ или сегментомъ. На верхнемъ или дистальномъ концѣ стебля листья сучены и образуютъ концевую или верхушечную почку.

Вслѣдствіе непрозрачности стебля строеніе его можно изучать только на тонкихъ разрѣзахъ (*C*, *D*). Это плотный агрегатъ тѣсно сученныхъ клѣтокъ, которыя не всѣ одинаковы, но показываютъ извѣстную степень дифференцировки. Въ наружныхъ двухъ или трехъ слояхъ клѣтки (*sc*) вытянуты въ направленіи длины стебля, такъ что имѣютъ веретенообразную форму; ихъ стѣнки сильно утолщены и имѣютъ красноватый цвѣтъ. Онѣ образуютъ охранныю или опорную ткань, называемую склеренхимой. Въ центрѣ стебля тянется ткань (*ax. b*), состоящая изъ маленькихъ, вытянутыхъ въ длину, тонкостѣнныхъ клѣтокъ; это—осевой пучекъ.

Листья (*B*) имѣютъ ланцетовидную форму, заострены на концѣ и своимъ широкимъ основаніемъ прикрѣплены къ стеблю. Осевая часть (*B* и *E*, *md. r.*, *C. I*) состоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ продолговатыхъ клѣтокъ и называется срединной жилкой; боковыя части состоятъ изъ одного ряда короткихъ клѣтокъ. Такимъ образомъ листъ имѣетъ по большей части характеръ плоскостного агрегата. Клѣтки содержатъ овальные хроматофоры (*E*, *chr*).

Ризонды суть линейные агрегаты и состоятъ изъ ряда удлинненныхъ, лишенныхъ хлорофилла клѣтокъ.

Въ верхушечной почкѣ листья, какъ у *Nitella*, охватываютъ точку роста стебля, которая также образована одной верхушечной клѣткой (*C* и *G*, *ap. c*). Но въ связи съ болѣе сложнымъ строеніемъ растенія верхушечная клѣтка имѣетъ форму не полушарія, отъ котораго новые сегменты отдѣляются параллельно его плоскому основанію, но форму опрокинутой трехсторонней пирамиды или тетраэдра (*H*), выпуклое основаніе котораго образуетъ верхушку стебля (*abc*), тогда какъ сегменты (*seg. c*) отдѣляются по порядку отъ каждой изъ трехъ его треугольных сторонъ.



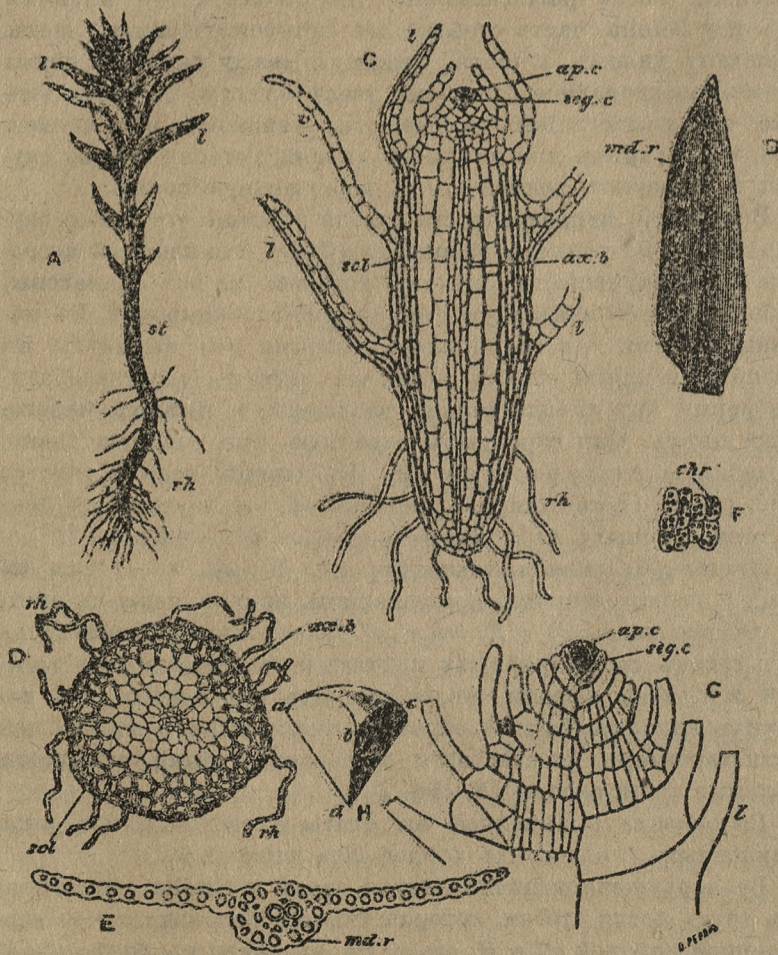


Рис. 110.

Анатомія и гистологія мховъ.

А Цѣлое растеніе *Funaria hygrometrica*; *st* стебель; *l* листья; *rh* ризоиды. Увеличеніе въ 6 разъ.

В Листъ того же растенія; *md. r* срединная жилка. Увеличеніе въ 25 разъ.

С Полуэсхематическій продольный разрѣзъ мха, показывающій расположеніе тканей. Стебель состоитъ снаружи изъ склеренхимы (*sc.l*) и содержитъ осевую пучокъ (*ax. b.*); въ некоторыхъ листьяхъ (*l*) разрѣзъ захватилъ срединную жилку.



въ другія (H) боковыя части; стебель оканчивается верхушечной кѣткой (ар. с.), отъ которой отдѣляются кѣтки сегментовъ (seg. с.).

D Поперечный разрѣзъ стебля *Bryum gonoclit*: *sc* сакеренхия; *ax* боковой пучекъ; *rh* ризоиды. Увелич. въ 60 разъ.

E Поперечный разрѣзъ листа *Funaria*, показывающій многослойную среднюю жилку (*mid. r*) и однослойныя боковыя части. Увелич. въ 150 разъ.

F Часть листа; видны форма кѣтокъ и хроматофоры (*chl*). Увелич. въ 150 разъ.

G Дистальный конецъ стебля *Fontinalis antipyretica* на продольномъ разрѣзѣ; показываетъ верхушечную кѣтку (ар. с), дающую начало сегментнымъ кѣткамъ, которыя путемъ послѣдовательнаго дѣленія образуютъ сегменты стебля съ листьями. Толстыя линіи означаютъ границы сегментовъ.

H Схема верхушечной кѣтки мха въ видѣ тетраэдра съ выпуклымъ основанием *adc* и тремя боковыми поверхностями *add*, *bcd* и *acd*.

Чтобы наглядно представить верхушечный ростъ мха, всего лучше вырѣзать изъ моркови или изъ рѣпы тетраэдръ съ закругленнымъ основаніемъ; этотъ тетраэдръ будетъ представлять верхушечную кѣтку (H). Затѣмъ отрѣжемъ одинъ ломтикъ параллельно сторонѣ *abd*, другой параллельно сторонѣ *bcd* и третій параллельно *acd*; они представляютъ три послѣдовательно образованные сегменты. Если мы представимъ, что тетраэдръ послѣ каждого дѣленія снова вырастаетъ до своей первоначальной величины, то мы получимъ надлежащее представление о томъ, какимъ способомъ образуются послѣдовательные сегменты стебля мха путемъ дѣленія въ трехъ плоскостяхъ верхушечной кѣтки. Каждый сегментъ (C и G, *seg. с*) послѣ отчлененія дѣлится нѣсколько разъ снова, образуя массу кѣтокъ, изъ которой вырастаетъ выступъ, развивающійся въ листъ, и такимъ путемъ стебель растетъ въ длину, а число листьевъ увеличивается.

Бесполое размноженіе происходитъ различнымъ путемъ, но все виды его суть различные формы почкованія, а почки постоянно происходятъ въ видѣ линейнаго кѣточнаго агрегата, называемаго предросткомъ (*protonema*); изъ него растеньице мохъ развивается такимъ же путемъ, какъ изъ предростка, происходящаго изъ споры.

Гонады развиваются на концѣ главнаго стебля или одной изъ его вѣтвей и окружены пучкомъ листьевъ, часто окрашенныхъ въ красноватый цвѣтъ, причемъ образуется такъ называемый „цвѣтокъ“ мха.

Сперматій (антеридій) (рис. III, A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup>) есть удли-



ненное булавовидное тѣло, состоящее изъ плотной массы клѣтокъ, изъ которыхъ самыя наружныя образуютъ стѣнку органа, а внутреннія превращаются въ сперматозонды ( $A^3$ ). Последніе ( $A^4$ ) спирально закручены и снабжены двумя жгу-тами; послѣ разрыва стѣнки спермарія на дистальномъ концѣ они освобождаются и выходятъ наружу.

О в а р і и (археогоніи  $B^1$ ,  $B^2$ ) могутъ встрѣчаться на томъ же растеніи, какъ и спермаріи: одни мхи однодомны, другіе двудомны. Подобно антеридіямъ они состоятъ сначала изъ плотной массы клѣтокъ, имѣющей форму бутылки съ закругленной базальной частью или „брюшкомъ“ ( $v$ ) и длинной шейкой ( $n$ ). Наружный слой клѣтокъ шейки и два наружныхъ слоя брюшка образуютъ стѣнку архегоніи, а внутреннія клѣтки расположены въ одинъ осевой рядъ и сначала похожи на клѣтки стѣнки. По мѣрѣ развитія архегоніи нижнія клѣтки осевого ряда получаютъ характеръ яйца ( $B^3$ ,  $ov$ ); другія, такъ называемыя канальцевыя клѣтки ( $cn$ ,  $c$ ) превращаются въ слизь, которая, разбухая, открываетъ отверстіе бутылки, и такимъ образомъ открываетъ свободный доступъ къ яйцу снаружи ( $B^3$ ).

Черезъ это отверстіе проходитъ сперматозоидъ, который конъюгируетъ съ яйцомъ и образуетъ, какъ обыкновенно, оплодотворенное яйцо или одноклѣточный зародышъ.

Развитіе зародыша сначала замѣчательно похоже на то, что мы видѣли у гидроидовъ. Оплодотворенное яйцо дѣлится стѣнкой, перпендикулярной къ продольной оси архегоніи, на двѣ клѣтки; каждая изъ этихъ клѣтокъ повторно дѣлится снова, и такимъ путемъ образуется плотный, многоклѣточный зародышъ или полипластъ ( $C$ , *eggs*).

Скоро однако зародышъ мха показываетъ рѣзкое отклоненіе отъ животнаго зародыша; одна изъ его клѣтокъ—лежащая всего ближе къ шейкѣ архегоніи—получаетъ характеръ верхушечной клѣтки и, подобно верхушечной клѣткѣ стебля, начинаетъ производить новые сегменты. Такимъ образомъ растительный зародышъ почти съ самаго начала отличается отъ животнаго зародыша. У животнаго нѣтъ верхушечной клѣтки, всѣ клѣтки зародыша дѣлятся и принимаютъ участіе въ образованіи постоянныхъ тканей. У растенія одна клѣтка на очень ранней стадіи дифференцируется въ верхушечную клѣтку, и



сть нея прямо или косвенно происходят всё позднѣе образующіяся клѣтки.

Зародышъ продолжаетъ расти, образуя длинное, палочковидное тѣло ( $C^2$ , *ergm*), основаніе котораго погружается въ ткань стебля, а дистальный конецъ торчитъ вертикально вверхъ, покрытый расширеннымъ брюшкомъ ( $v$ ) архегонія.

Мало-по-малу это тѣло вытягивается въ длину, и его дистальный конецъ распирается; зародышъ превращается въ спорогоній, который состоитъ изъ тонкаго стебелька ( $C^1$ , *st*), несущаго на дистальномъ концѣ вазоподобную напеуду или урну (коробочку) ( $u$ ). Въ то же время удлиненіе стебля вызываетъ разрывъ окружающаго брюшка архегонія; проксимальная часть его остается въ видѣ оболочки вокругъ основанія стебелька, тогда какъ дистальная часть вмѣстѣ со сморщенными остатками шейки при удлиненіи спорогонія поднимается вверхъ и образуетъ надъ урной колпачекъ ( $C^2$ ,  $c$ ).

При дальнѣйшемъ развитіи дистальный конецъ урны отдѣляется въ видѣ крышечки ( $C^1$ ,  $C^3$ ,  $l$ ), а нѣкоторыя клѣтки внутри ея, такъ называемыя материнскія клѣтки споръ, дѣлятся каждая на четыре дочернихъ клѣтки, которыя приобрѣтаютъ двойную клѣточную оболочку и становятся спорами мха ( $C^3$ , *sp*).

Когда споры созрѣли, колпачекъ сваливается или уносится вѣтромъ, крышечка съ урны отпадаетъ, и споры разсѣиваются.

При прорастаніи, покрытая внутреннимъ слоемъ клѣточной оболочки протоплазма споры черезъ щель въ наружномъ слоеѣ выходитъ наружу ( $D^1$ , *sp*) и вырастаетъ въ длинную нить, предростокъ (protopema) ( $pr$ ), который поперечными перегородками дѣлится на рядъ клѣтокъ. Предростокъ, представляющій простой линейный клѣточный агрегатъ, развѣтвляется и можетъ образовать густо перешитенную массу нитей. Раньше или позже на различныхъ мѣстахъ предростка являются боковыя почки ( $D^1$ , *bd*); каждая изъ нихъ получаетъ видъ, имѣющей форму трехсторонней, пирамиды верхушечной клѣтки, которая затѣмъ начинаетъ дѣлиться описаннымъ выше характернымъ способомъ и образуетъ три ряда сегментовъ, изъ которыхъ развиваются листья. Такимъ путемъ каждая боковая почка предростка даетъ начало растеньицу мху.



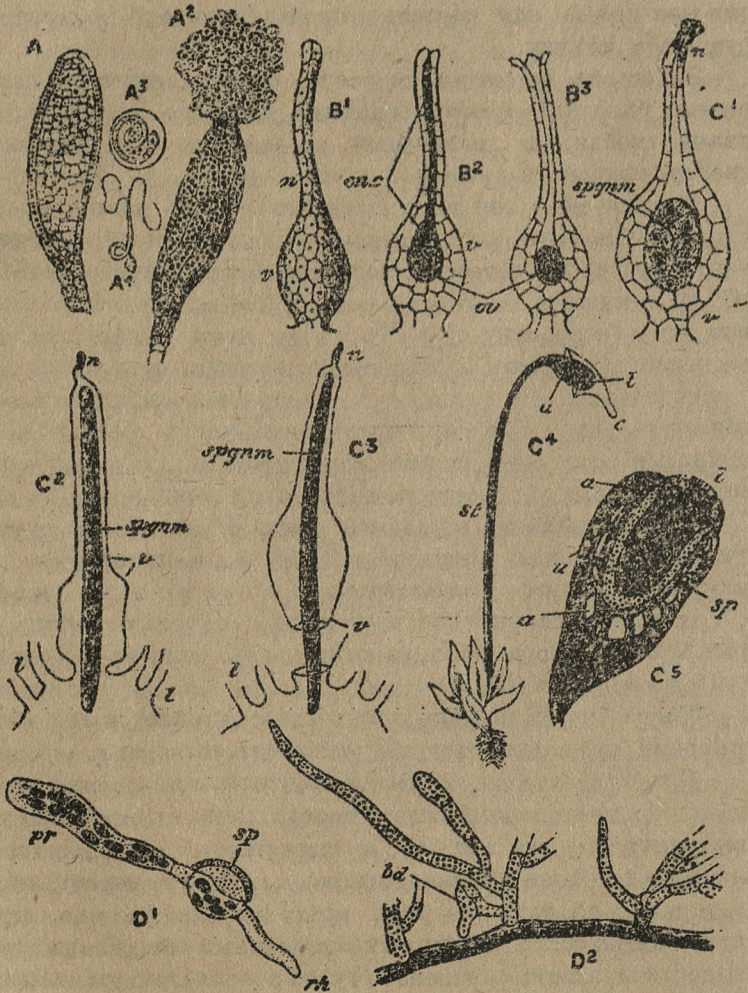


Рис. 111.

Размноженіе и развитіе мховъ.

A<sup>1</sup> Антеридій Funaria.

A<sup>2</sup> Антеридій съ выходящими сперматозоидами (Увел. въ 300 разъ).

A<sup>3</sup> Клетка съ сперматозоидомъ.

A<sup>4</sup> Свободно плавающий сперматозоидъ (Увел. въ 800 разъ).



В<sup>1</sup> Археогоний *Eupatris* съ поверхности; В<sup>2</sup> въ продольномъ разрѣзѣ; В<sup>3</sup> оня же послѣ исчезновенія канальцевыхъ кѣлокъ; в брюшко; и шейка; сл. с канальцевыми кѣлками; со яйцо. (Увел. въ 200 разъ).

С<sup>1</sup> Археогоний, заключающій зародыше (*ovum*) (утол. въ 200 разъ); С<sup>2</sup> археогоний, состоящій изъ вытянувшегося брюшка (v) и сжатой шейки (h) и заключающій молодой спорогоний (*ovum*); видѣтъ дистальный конецъ стебля съ листьями (l); въ С<sup>3</sup> брюшко археогония разрывается и распадается на продольную часть (оболочку) и дистальную часть (подпачку). (Увел. въ 10 разъ).

С<sup>4</sup> Маленькое растеніе *Eupatris* съ вѣтвями спорогоніемъ; st стебеломъ; и урва: с колпачекъ; l крышечка.

С<sup>5</sup> Схематическій продольный разрѣзъ урвы (u); a воздушная прострѣлка. гр споры.

В<sup>4</sup> Прорастающая спора *Eupatris*; pr проростокъ; gh разрывъ (Увел. въ 500 разъ).

В<sup>5</sup> Часть проростка съ боковой почкой (bd), изъ которой происходитъ растеніе съ листьями.

Очевидно, мы имѣемъ здѣсь нѣсколько сложный случай перемѣщающагося размноженія или чередованія двухъ поколѣній. Гамобій, или половое поколѣніе, представлено растеніемъ-мхомъ, которое происходитъ путемъ почкованія и производитъ половые органы, тогда какъ бесполое поколѣніе или агамобій представлено спорогоніемъ, который развивается изъ оплодотвореннаго яйца и размножается спорами. Проростокъ, происходящій изъ споры и образующій путемъ почкованія растеніе съ листьями, есть лишь извѣстная стадія гамобія.

Питаніе мховъ—типичное растительное; но здѣсь мы видимъ замѣчательную дифференцировку функций, находящуюся въ связи съ ихъ наземнымъ образомъ жизни. У *Nitella* все тѣло погружено въ воду, и все кѣлки содержатъ хлорофиллы, такъ что разложеніе углекислоты и поглощеніе воднаго раствора солей происходитъ одинаково во всехъ частяхъ, причемъ каждая кѣлка питается независимо отъ остальныхъ. У мховъ, напротивъ, корневые волоски изъятъ отъ вліянія свѣта и не содержатъ хлорофилла; поэтому они не могутъ разлагать углекислоту; но, будучи окружены влажной землей, они находятся въ благоприятныхъ условіяхъ для поглощенія воды и минеральныхъ солей. Кромѣ того стебель превращается въ опорный органъ; толщина его наружныхъ кѣлокъ мѣшаетъ всасыванію, и онъ также не содержитъ хлорофилла. Поэтому функція разложенія углекислоты ограничивается листьями.

Мы имѣемъ такимъ образомъ важную особенность въ питаніи обыкновеннаго наземнаго растенія, что его углеродъ по-



глощается въ одномъ мѣстѣ, вода, азотъ, сѣра, калий и пр. въ другомъ. Но такъ какъ всѣ части растенія нуждаются во всѣхъ этихъ веществахъ, то ясно, что должно существовать средство, какимъ корни могутъ снабжаться углеродомъ, а листья остальными элементами. Другими словами, при восхожденіи въ лѣтнихъ растений (подобно тому, какъ это было при переходѣ отъ сравнительно простой гидры къ болѣе сложному *Polygordius*) мы впервые встрѣчаемъ потребность въ приспособленіи для распределенія питательныхъ веществъ.

Способъ, какимъ совершается этотъ процессъ распределенія, изученъ главнымъ образомъ у высшихъ растений, но въ существенныхъ чертахъ, вѣроятно, онъ таковъ же и у мховъ.

Такъ какъ вода постоянно испаряется съ поверхности листьевъ, то ея мѣсто постоянно пополняется водой (съ растворомъ солей), поглощаемой ризоидами. Это испареніе воды листьями есть важный факторъ въ рассматриваемомъ процессѣ, такъ какъ оно вызываетъ постоянный, направленный вверхъ токъ воды или, точнѣе говоря, воднаго раствора минеральныхъ солей. Высыханіе сорванного растенія происходитъ вслѣдствіе того, что разъ корни не находятся во влажной землѣ или водѣ, испареніе не можетъ пополняться поглощеніемъ<sup>1)</sup>. У высшихъ растений найдено, что корневые волоски совершаютъ свою поглощательную дѣятельность независимо отъ испаренія, такъ что вода можетъ поглощаться и при отсутствіи листьевъ.

Вслѣдствіе вызваннаго испареніемъ тока, листья такимъ образомъ постоянно снабжаются происходящимъ изъ почвы растворомъ минеральныхъ солей и потому питаются подобно разсмотрѣннымъ въ предыдущихъ лекціяхъ зеленымъ воднымъ растеніямъ; вслѣдствіе двойного разложенія воды и углекислоты образуется углеводъ; этотъ путемъ дальнѣйшей комбинаціи съ азотомъ поглощенныхъ солей аммонія или нитратовъ образуетъ простые азотистыя соединенія, а изъ послѣднихъ путемъ длиннаго ряда промежуточныхъ продуктовъ образуется наконецъ протоплазма.

Такимъ путемъ объясняется питаніе зеленыхъ клѣтокъ

---

<sup>1)</sup> Слѣдуетъ замѣтить однако, что мхи въ отличіе отъ большинства высшихъ растений могутъ поглощать воду своими листьями.



листьевъ; но намъ нужно еще рассмотретьъ питаніе безцвѣтныхъ клѣтокъ стебля и ризоидовъ, которыя, какъ мы видѣли, въслѣдствіе упомянутаго тока снабжаются всѣмъ, что имъ нужно, за исключеніемъ углерода, который они въслѣдствіе отсутствія хлорофилла не могутъ поглощать въ видѣ углекислоты.

На самомъ дѣлѣ, содержащія хлорофиллъ клѣтки листьевъ должны доставать пищу не только для себя, но и для своихъ незеленыхъ клѣтокъ-сестеръ. Пополняя потери своей собственной протоплазмы, онѣ вмѣстѣ съ тѣмъ приготавливаютъ большія количества пластическихъ продуктовъ, какъ, напримѣръ, виноградный сахаръ, и простыхъ азотистыхъ соединений, какъ напр., аспарагинъ, а эти путемъ диффузіи переходятъ отъ клѣтки къ клѣткѣ, пока достигнутъ самыхъ отдаленныхъ частей растенія, какъ центръ стебля и концы ризоидовъ. Безцвѣтныя клѣтки снабжаются такимъ путемъ не только соками, содержащимися въ восходящемъ токѣ, но также углеводами и азотистыми соединениями. Изъ нихъ онѣ получаютъ свою пищу, живя такимъ образомъ, какъ дрожжевыя клѣтки въ Пастеровскомъ растворѣ или какъ бактеріи въ органическомъ настое.

Итакъ, мы видимъ, что безцвѣтныя клѣтки стебля и ризоидовъ въ своемъ питаніи зависятъ отъ зеленыхъ клѣтокъ листьевъ. Подобно другимъ, лишеннымъ хлорофилла клѣткамъ, онѣ неспособны утилизировать углекислоту, какъ источникъ углерода, но требуютъ готовыхъ углеводовъ, образованіе которыхъ происходитъ постоянно при дневномъ свѣтѣ въ содержащихъ хлорофиллъ клѣткахъ листьевъ. Это замѣчательное раздѣленіе труда составляетъ самое важное фізіологическое различіе между мхами и болѣе низко организованными зелеными растеніями, описанными въ предыдущихъ лекціяхъ.



## ЛЕКЦІЯ XXXI.

### Папоротники.

Мы видѣли въ предыдущей лекціи, что у мховъ существуетъ нѣкоторая, хотя небольшая, степень гистологической дифференцировки, причемъ нѣкоторыя клѣтки видоизмѣнены такъ, что образуютъ склеренхиму, другія такъ, что образуютъ осевой пучекъ. Теперь мы рассмотримъ группу растений, которая въ этомъ отношеніи стоитъ приблизительно на той же морфологической ступени, какъ у животныхъ *Polycordius*, причемъ взрослый организмъ состоитъ не изъ простаго агрегата обыкновенныхъ клѣтокъ, но изъ различныхъ, хорошо различныхъ тканей.

Растеніе-папоротникъ имѣетъ крѣпкій стебель, который у нѣкоторыхъ формъ, какъ напр., у обыкновеннаго орляка (*Pteris aquilina*), есть горизонтальное подземное образованіе и потому часто неправильно рассматривается, какъ корень; у другихъ онъ лазится по стволамъ деревьевъ или по скаламъ; у третьихъ, какъ у древовидныхъ папоротниковъ, стоитъ вертикально и можетъ достигать вышины трехъ или четырехъ метровъ. Отъ стебля отходятъ образованія двухъ сортовъ: листья, которые у различныхъ видовъ представляютъ безконечное разнообразіе формы, и многочисленные тонкіе корешки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр. у древовидныхъ папоротниковъ и у *Aspidium filix-mas*, растеніе оканчивается дистально верхушечной почкой, которая, какъ у *Nitella* и у мховъ, состоитъ изъ обернутаго листьями конца стебля; у другихъ, какъ напр.



у *Pteris*, стебель оканчивается тупым концомъ, не покрытымъ листьями. На проксимальной части стебля находятся обыкновенно высохшіе остатки листьевъ прежнихъ лѣтъ или рубцы, оставшіеся послѣ ихъ отпаденія. Корешки отходятъ отъ всей поверхности стебля, часто покрывая его густо переплетенной массой темнобурыхъ волоконъ.

Если стебель разрѣзать поперекъ (рис. 112, А), то можно видѣть даже простымъ глазомъ, что онъ состоитъ изъ трехъ хорошо различимыхъ тканей. Главную массу его составляетъ бѣловатое мягкое вещество, основная паренхима (*par*): она покрыта наружнымъ слоемъ очень твердой ткани темнебураго или чернаго цвѣта, гиподермой (*hyp*). Полоски подобнаго твердаго бураго вещества разсыяны въ паренхимѣ и образуютъ склеренхиму (*scl*), а съ ними перемѣшаны круглыя или овальныя пятна желтоватаго цвѣта ткани, болѣе твердой, чѣмъ паренхима, но менѣе твердой, чѣмъ склеренхима: это такъ называемыя сосудистыя пучки (*V. B*).

Общее распредѣленіе этихъ тканей можно видѣть, дѣлая въ разныхъ плоскостяхъ продольные разрѣзы стебля или срезая гиподерму и затѣмъ соскабливая паренхиму съ сосудистыхъ пучковъ и склеренхимныхъ полосокъ. Тогда находятъ, что гиподерма образуетъ болѣе или менѣе полную твердую оболочку вокругъ стебля, тогда какъ внутренняя склеренхима и сосудистыя пучки образуютъ продольныя ленты и полоски, заключенныя въ паренхимѣ, и служатъ нѣкотораго рода поддерживающимъ остономъ или скелетомъ.

Болѣе тонкое строеніе стебля можно изучить, или исследуя очень тонкіе продольные и поперечные разрѣзы, или путемъ мацерации, если кипятить кусочекъ стебля въ азотной кислотѣ съ примѣсью нѣсколькихъ кристалловъ бертолетова соли: такимъ путемъ различные элементы ткани отдѣляются другъ отъ друга и могутъ быть легко исследованы при сильномъ увеличеніи.

Комбинируя оба эти метода, можно видѣть, что паренхима состоитъ изъ агрегата многогранныхъ клѣтокъ (*D*), которыя больше въ длину, чѣмъ въ ширину, и длинная ось которыхъ идетъ параллельно продольной оси стебля. Эти клѣтки можно разсматривать, какъ цилиндры, которые вслѣдствіе взаимнаго



давления получили многогранную форму. Онѣ имѣютъ обыкновенное строеніе, и ихъ протоплазма часто наполнена большими крахмальными зернами. Онѣ не вполне тѣсно примыкаютъ другъ къ другу, по между ними, особенно на углахъ, остаются пространства, называемыя межклеточными пространствами.

Клетки гиподермы (Е) длиннѣе, чѣмъ клетки паренхимы и заострены на обоихъ концахъ; онѣ не содержатъ крахмала. Ихъ клеточныя стѣнки сильно утолщены и состоятъ не изъ целлюлозы а изъ лигнина (древесины) — углевода, по своему составу близкаго къ целлюлозѣ, но содержащаго сравнительно больше углерода. Растворъ Шульца, который, какъ мы видѣли, окрашиваетъ целлюлозу въ синій цвѣтъ, даетъ древесинѣ желтую окраску.

Снаружи гиподермы находится одинъ слой клетокъ (С. ср.), невидимый простымъ глазомъ и составляющій самый наружный слой стебля. Это кожа, клетки которой имѣютъ слегка утолщенные желтовато-бурые стѣнки. Отъ многихъ изъ нихъ отходятъ тонкіе, нитевидные отростки, состоящіе изъ одного ряда клетокъ; они носятъ названіе волосковъ.

Въ склеренхимѣ клетки сильно удлинены и заострены на обоихъ концахъ (Н), такъ что онѣ скорѣе имѣютъ видъ волоконъ, чѣмъ клетокъ. Ихъ стѣнки сильно утолщены и одревеснѣли и показываютъ на извѣстныхъ разстояніяхъ узоры, происходящіе вслѣдствіе узкихъ, но глубокихъ щелей, послѣднія являются потому, что отложенія лигнина на поверхности протоплазмы совершаются съ перерывами, а не непрерывно, какъ при образованіи клеточной оболочки равномерной толщины.

Сосудистые пучки имѣютъ на поперечномъ разрѣзѣ (В) видъ очень сложной сѣти съ петлями различнаго діаметра. На продольныхъ разрѣзахъ (С) и на мацерированныхъ кускахъ видно, что они отчасти состоятъ изъ клетокъ, но кромѣ того содержатъ образованія, которыя не могутъ быть названы клетками.

Въ центрѣ пучка лежитъ нѣсколько узкихъ цилиндрическихъ трубочекъ (В и С, ср. е), которыя отличаются спиральнымъ узоромъ и называются спиральными сосудами. Точное изслѣдованіе показываетъ, что ихъ стѣнки (Г) по боль-



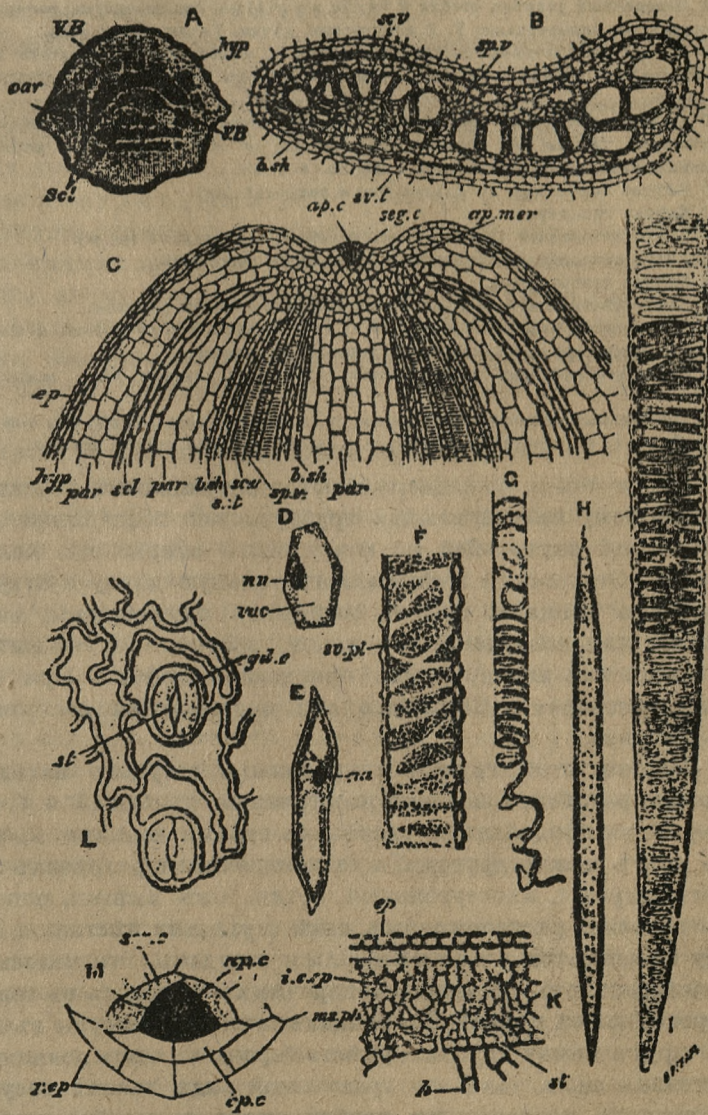


Рис. 112.

Анатомія и гістологія нематодів.



A Поперечный разрыв стебля *Pteris aquilina*; *hyp* гиподерма; *par* основная паренхима; *sc* склеренхима; V. В сосудистые пучки. Увелич. в 2 раза.

В Поперечный разрыв сосудистого пучка; *b. sk* оболочка сосудистого пучка; *sc. i* ситовидная трубка, *sc. e* лѣстинчатые сосуды, *sp. e* спиральные сосуды. Увелич. в 6 разъ.

С Полусхематическій продольный разрывъ черезъ точку роста стебля, *ар. e* верхушечная клетка, *сег. e* сегментныя клетки, *ар. мег* верхушечная меристема. *ep* кожица, остальные обозначенія, какъ въ А и В.

D Клетка паренхимы съ ядромъ (*ядр.*) и вакуолей (*вак.*).

E Клетка гиподермы.

F Часть ситовидной трубки съ ситовидными пластинками (*с. и.*).

G Часть спиральнаго сосуда со спиральнымъ волокномъ.

H Клетка склеренхимы.

I Часть лѣстинчатого сосуда, стѣнка котораго отчасти удалена.

K Поперечный разрывъ листа *Pteris*; *ep* кожица; *т. рн* клетки мезофилла; *i. c.* *ep* межклеточныя пространства; *ст* устьице; *h* волоски.

L Поверхностный видъ кожицы листа *Aspidium*; *ст* устьице; *gd. c.* замыкающія клетки.

M Продольный разрывъ конца корня; *ар. e* верхушечная клетка; *сег. e* сегментныя клетки; *г. ср.* корневои чехликъ; *сп. e* самыя молодыя клетки чехлика.

шей части тонки, но поддерживаются спиральнымъ волокномъ, подобно тому какъ бумажную трубку можно поддерживать, наклеивая на внутренней ея поверхности спиральную полосу картона. Эти сосуды имѣютъ значительную длину и открыты на обоихъ концахъ; они не содержатъ протоплазмы, но наполнены или воздухомъ или водой; поэтому они не имѣютъ ни одного изъ характерныхъ признаковъ клетки. При обработкѣ растворомъ Шульце они оказываются состоящими изъ лигнина.

Вокругъ этой группы спиральныхъ сосудовъ находятся широкія, на обоихъ концахъ заостренныя, трубки (B и C, *sc. v*), которыя на продольныхъ разрывахъ своими концами въѣзжаютъ другъ между другомъ, а на поперечныхъ разрывахъ образуютъ широкія, многоугольныя петли. Онѣ имѣютъ поперечныя полоски, расположенныя, какъ ступеньки лѣстницы, и потому называются лѣстничными сосудами. Эти полоски (Г) происходятъ отъ широкихъ поперечныхъ бороздокъ въ толстой одревѣнѣвшей стѣнкѣ. На концахъ, которыми сосуды въѣзжаютъ другъ между другомъ, вмѣсто бороздокъ часто появляются настоящія щели, такъ что продольный рядъ такихъ сосудовъ составляетъ непрерывную трубку, которая, подобно спиральнымъ сосудамъ, содержитъ воздухъ или воду, а не протоплазму. У большинства папоротниковъ впрочемъ стѣнки кон-



цовъ трубокъ не продыравлены такимъ образомъ, и эти образования называются трахеидами.

Присутствіе этихъ сосудовъ — спиральныхъ и лѣстничныхъ — есть важнѣйшій гистологическій признакъ, отдѣляющій папоротники отъ мховъ. Мхи и всѣ растенія, стоящія ниже ихъ, состоятъ исключительно изъ клѣтокъ; папоротники и всѣ растенія выше ихъ содержатъ кромѣ того сосуды и потому называются сосудистыми растеніями.

Сосуды вмѣстѣ съ разсѣянными между ними маленькими паренхимными клѣтками образуютъ центральную часть сосудистаго пучка, такъ называемую древесинную часть. Периферическая часть состоитъ изъ нѣсколькихъ клѣточныхъ слоевъ, образующихъ лубяную часть. Все окружается однимъ слоемъ маленькихъ клѣтокъ, оболочкой сосудистаго пучка (*b. sk*).

Лубяныя клѣтки по большей части паренхимныя, но среди нихъ есть нѣкоторыя, на которыя слѣдуетъ обратить особое вниманіе. Онѣ (*B* и *C. sv. 4*) въ нѣсколько разъ больше въ длину, чѣмъ въ ширину и имѣютъ на своихъ стѣнкахъ неправильныя пятна, такъ называемыя ситовидныя пластинки (*H. sv. pl*), содержащія группы маленькихъ отверстій, черезъ которыя протоплазма клѣтки находится въ соединеніи съ протоплазмой осѣдлыхъ клѣтокъ. Поперечныя или косыя стѣнки между клѣтками продольнаго ряда также продыравлены, такъ что рядъ такихъ клѣтокъ образуетъ ситовидную трубку, въ которой протоплазма непрерывна отъ одного конца до другого. Мы имѣемъ здѣсь, слѣдовательно, поразительный примѣръ непрерывной протоплазматической массы, какъ въ кожномъ эпителии и нѣкоторыхъ другихъ тканяхъ у *Polygordius*.

Дистальный или растущій конецъ стебля оканчивается тупымъ верхушечнымъ конусомъ или точкой роста (*C*), которая у вертикальныхъ стеблей окружена листьями верхушечной почки, у подземнаго стебля орляка погружена въ углубленіе и покрыта густо стоящими волосками. Продольные разрѣзы показываютъ, что недалеко отъ конуса нарастанія различныя ткани стебля — кожица, паренхима, склеренхима, сосудистые пучки — незамѣтно переходятъ въ бѣловатое вещество, которое



при разсматриваніи невооруженнымъ глазомъ похоже на паренхиму и называется образовательной тканью или верхушечной меристемой (ар. мер.).

Тонкіе разрѣзы показываютъ, что верхушка конуса нарастанія занята клиновидной верхушечной клѣткой (ар. с), которая у вертикальныхъ стеблей трехсторонняя, какъ у мховъ, тогда какъ у горизонтальнаго стебля *Pteris* только двухсторонняя. Какъ у мховъ, сегментныя клѣтки образуются послѣдовательно на трехъ (или двухъ) сторонахъ верхушечной клѣтки; путемъ дальнѣйшаго дѣленія онѣ образуютъ верхушечную меристему, состоящую изъ маленькихъ тѣсно скученныхъ клѣтокъ безъ межклеточныхъ пространствъ. Въ основаніи конуса нарастанія меристема незамѣтно переходитъ въ постоянныя ткани, причемъ поверхностныя клѣтки продолжаютъ въ кожу и гиподерму, клѣтки центральной части въ склеренхиму и различныя составныя части сосудистыхъ пучковъ, а клѣтки промежуточной части къ паренхиму.

Изслѣдованіе растущаго конца стебля показываетъ намъ, какъ совершается процессъ верхушечнаго роста у такого сложнаго растенія, какъ папоротникъ. Верхушечная клѣтка дѣлится повторно, образуя послѣдовательно рядъ сегментныхъ клѣтокъ; эти дѣлятся въ свою очередь и образуютъ верхушечную меристему, которая постоянно увеличивается на растущемъ концѣ путемъ образованія и слѣдующаго затѣмъ дѣленія новыхъ сегментныхъ клѣтокъ; такимъ образомъ верхушка стебля постоянно растетъ вверхъ и впередъ. Но въ то же время начинаютъ дифференцироваться клѣтки меристемы, лежащія все дальше отъ верхушки: однѣ изъ нихъ удлиняются лишь незначительно, но сильно растутъ и дѣлаются клѣтками паренхимы; другія, удлиняясь по направленію длины стебля, путемъ утолщенія и одеревенѣнія клеточной оболочки становятся клѣтками склеренхимы; третьи сильно удлиняются, располагаются другъ за другомъ продольными рядами и, теряя протоплазму и поперечныя стѣнки между клѣтками каждаго ряда, превращаются въ сосуды — смотря по характеру стѣнокъ, спиральныя или лѣстничныя. Итакъ, въ то время какъ кожа, паренхима и склеренхима состоятъ изъ клѣтокъ, спиральныя и лѣстничныя сосуды суть продукты сліянія клѣтокъ, такъ какъ они образу-



ются путем соединенія въ продольный рядъ большаго или меньшаго количества клѣточныхъ оболочекъ. Слѣдуетъ припомнить, что мускульныя пластинки *Polygordius*, какъ показываетъ ихъ развитіе, также суть продукты слиянія многихъ клѣтокъ.

Мы видимъ такимъ образомъ, что каждая клѣтка въ стеблѣ папоротника первоначально была клѣткой верхушечной меристемы, что каждый сосудъ произошелъ путемъ слиянія известнаго числа такихъ клѣтокъ, что сами клѣтки меристемы всѣ произошли путемъ обыкновеннаго процесса дѣленія изъ верхушечной клѣтки. Такимъ образомъ, вслѣдствіе совместнаго дѣйствія клѣточного дѣленія, клѣточной дифференцировки и слиянія клѣтокъ образуются различными и сложными тканями взрослаго стебля.

Листья сильно варьируютъ по формѣ у различныхъ родовъ и видовъ папоротниковъ. Они могутъ имѣть неразвѣтвленный черешекъ, несущій одну широкую листовую пластинку, или черешекъ можетъ быть болѣе или менѣе развѣтвленъ, причемъ его развѣтвленія несутъ многочисленныя подраздѣленія пластинки.

Анатомію листа также легко изучить на разрѣзахъ. Черешокъ листа и его развѣтвленія имѣютъ то же самое общее строеніе, какъ стебель: они состоятъ изъ паренхимы, покрытой снаружи кожицей, а внутри поддерживаемой сосудистыми пучками, которые находятся въ связи съ сосудистыми пучками стебля. Но листовая пластинка или у сложныхъ листьевъ ея подраздѣленія имѣютъ особое строеніе. Она покрыта слоемъ кожицы, которая легко снимается, какъ очень тонкая, безцвѣтная перепонка, открывая мягкое зеленое вещество, паренхиму листа или мезофиллъ. Снаружи на листѣ замѣтны сѣти тонкихъ жилокъ; изслѣдованіе показываетъ въ нихъ тонкія бѣлыя нити, развѣтвляющіяся въ паренхимѣ листа; если прослѣдить ихъ до листового черешка, то можно видѣть, что онѣ происходятъ изъ его сосудистыхъ пучковъ и на самомъ дѣлѣ представляютъ сильно развѣтвленные дистальные концы ихъ.

Микроскопическое изслѣдованіе показываетъ, что кожица листа состоитъ изъ плоскихъ безцвѣтныхъ клѣтокъ (*K. ep.* и *L.*)



очень неправильнаго очертанія, которыя тѣсно примыкають другъ къ другу, какъ кусочки мозаики. Между ними находятся мѣстами попарно расположенныя колбасовидныя клѣтки (*gd. c.*), обращенныя другъ къ другу своими вогнутыми сторонами, такъ что между ними остается узкое щелевидное отверстіе (*sc*). Эти отверстія, единственныя межклѣтчныя пространства въ кожицѣ, называютъ устьицами; ограничивающія ихъ клѣтки называются замыкающими клѣтками и отличаются отъ остальныхъ клѣтокъ кожицы тѣмъ, что имѣютъ хроматофоры.

Паренхима листа, которая, какъ мы видѣли, занимаетъ все пространство между верхней и нижней кожицей, состоитъ изъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ, наполненныхъ хроматофорами и окрашенныхъ въслѣдствіе этого въ густой зеленый цвѣтъ (*K. m. ph.*). Клѣтки, лежащія подъ верхней кожицей, имѣютъ цилиндрическую форму и стоятъ вертикально въ одинъ рядъ; клѣтки, лежащія на нижней поверхности, имѣютъ неправильную форму и расположеніе. Большія межклѣтчныя пространства (*i. c. sp.*), находящіеся между клѣтками паренхимы листа, посредствомъ устьицъ сообщаются съ наружнымъ воздухомъ.

Листья развиваются, какъ выросты дистальнаго или растущаго конца стебля, каждый происходитъ изъ одной сегментной клѣтки конуса нарастанія.

Палоротникъ есть первое изъ рассмотрѣнныхъ нами растений, имѣющее настоящее корни; называемыя агимъ именемъ образованія значительно отличаются отъ простыхъ ризоидовъ *Nitella* и мховъ. Въмѣсто того, чтобы быть простыми линейными клѣточными агрегатами, они сходны по своему общему строенію со стеблемъ, отъ котораго они происходятъ, и состоятъ изъ наружнаго слоя кожицы, подъ которой находится паренхима, поддерживаемая лентами склеренхимы и единственнымъ центральнымъ сосудистымъ пучкомъ. Отъ клѣтокъ кожицы отходятъ одноклѣточные отростки, корневые волоски.

Верхушка корня состоитъ, подобно верхушкѣ стебля, изъ массы меристемы, въ которой можно замѣтить одну клиновидную верхушечную клѣтку (рис. 112, *M. ap. c.*). Но тогда какъ въ стеблѣ основаніе этой клѣтки представляетъ действительный дистальный конецъ стебля (*C*), здѣсь оно похоронено нѣ-



сколькими слоями клетокъ, образующихъ корневой чехликъ (т. ср). На самомъ дѣлѣ верхушечная клетка корня дѣлится не только въ плоскостяхъ, параллельныхъ ея тремъ боковымъ сторонамъ, но также въ плоскости, параллельной ея основанію. Такимъ путемъ она производитъ не только три ряда сегментныхъ клетокъ (зед. с.), которые потомъ дѣлятся снова и образуютъ верхушечную меристему, но также еще рядъ клетокъ чехлика (ср. с), образующихъ охранную оболочку вокругъ нижняго растущаго конца корня, въ то время какъ онъ прокладываетъ себѣ путь въ почвѣ.

Корни представляютъ особенность также въ развитіи. Въ-сто того, чтобы быть, подобно листьямъ, выростами поверхностныхъ тканей стебля, они выпупляются изъ слоя клетокъ, непосредственно окружающаго сосудистые пучки; продолжая расти, они прокладываютъ себѣ путь черезъ поверхностные слои стебля и черезъ образуемую щель выходить наружу.

Питаніе папоротниковъ совершается приблизительно такимъ же образомъ, какъ питаніе мховъ. Судя по аналогіи съ высшими растениями, можно думать, что восходящій токъ воды отъ корней идетъ главнымъ образомъ черезъ древесину сосудистыхъ пучковъ, тогда какъ нисходящій токъ азотистыхъ и другихъ питательныхъ веществъ для потребностей безхлорофильныхъ клетокъ стебля и корней идетъ преимущественно черезъ лубяную ткань и особенно черезъ ситовидныя трубки. Поглощеніе воды происходитъ посредствомъ корневыхъ волосковъ.

Осенью на нижней поверхности листьевъ замѣчаются бурныя пятна, такъ называемыя еорусы, которыя сильно варьируютъ по формѣ и расположенію у различныхъ родовъ и состоятъ изъ множества маленькихъ, едва видимыхъ невооруженнымъ глазомъ тѣлецъ, спорангіевъ (рис. 113, А). Каждый еорусъ или группа спорангіевъ покрыта складкой кожицы листа, такъ называемымъ покрывальцемъ.

Спорангій прикрѣпленъ къ листу при помощи многоклеточнаго стебелька (st) и представляетъ мѣшокъ, похожій на два часовыхъ стекла, обращенныя другъ къ другу своими вогнутыми сторонами и соединенныя на краяхъ толстымъ кольцомъ



(an). Боковые стороны состоятъ изъ тонкихъ сплюснутыхъ клѣтокъ неправильной формы, а кольцо изъ особыхъ клѣтокъ, которыя на одномъ краю (лѣвомъ на рис. 4) тонки и широки, на другомъ (правомъ) толсты, сильно одеревенѣли и имѣютъ желтоватобурый цвѣтъ. Бся внутренняя полость наполнена спорами (B, sp), имѣющими форму тетраэдра съ закругленными углами: каждая состоитъ изъ протоплазмы съ ядромъ и одѣта двойной целлюлёзной оболочкой. Слѣдовательно, спора, какъ у мховъ, есть отдѣльная клѣтка.

Каждый спорангій происходитъ отъ одной клѣтки кожицы листа. Эта клѣтка дѣлится повторно и производитъ плотную массу клѣтокъ, изъ которыхъ самыя наружныя образуютъ стѣнку спорангія, а внутреннія суть материнскія клѣтки споръ. Последнія дѣлятся, каждая на четыре споры, какъ у мховъ.

При созрѣваніи споръ стѣнка спорангія высыхаетъ, и въ то же время утолщенная часть кольца выпрямляется и разрывается тонкія клѣтки; черезъ образовавшуюся большую щель споры выходятъ наружу (B).

Когда споры высѣялись на влажную землю, онѣ прорастаютъ, причемъ покрытая внутренней оболочкой протоплазма выходитъ въ видѣ короткой нити черезъ разорванную наружную оболочку (C). Эта нить дѣлится поперекъ, образуя двѣ клѣтки, изъ которыхъ проксимальная высылаетъ короткій ризондъ (rh). Нельзя не замѣтить сходства этой стадіи развитія съ молодымъ предросткомъ мха (см. рис. 111, D<sup>1</sup>).

Происходитъ дальнѣйшее клѣточное дѣленіе, дистальныя клѣтки дѣлятся въ продольномъ направленіи, и наконецъ образуется листовидное тѣло, называемое заросткомъ (prothallium) (D). Сначала заростокъ однослойный, но мало-по-малу онъ увеличивается, становится сердцевиднымъ (E); въ то же время клѣтки дѣлятся параллельно поверхности, такъ что онъ дѣлается двухслойнымъ и, наконецъ, многослойнымъ. Итакъ заростокъ представляетъ сначала линейный, затѣмъ плоскостной и, наконецъ, тѣлесный клѣточный агрегатъ. Ризонды развиваются въ большомъ количествѣ на его нижней поверхности, проникаютъ въ почву и служатъ для поглощенія питательныхъ веществъ. Уже на ранней стадіи дифференцируется двухсто-



ронная верхушечная клетка (*D*, *ap*, *c*), которая производит сегментные клетки (*seg*, *c*); обильное образование хроматофоръ также происходит на очень ранней стадіи въ клеткахъ заростка, который поэтому, какъ по строенію, такъ по образу жизни походить на нѣкоторыя очень простыя формы мховъ.

На нижней поверхности заростка развиваются гонады (*E*, *aru*, *ovu*), въ существенныхъ чертахъ похожія на гонады мховъ. Спермариі (антеридіи) являются первыми, они часто встрѣчаются на очень молодыхъ заросткахъ. Одна изъ нижнихъ клетокъ развиваетъ отростокъ, который отдѣляется перегородкой; затѣмъ происходятъ дальнѣйшія дѣленія, въ результатъ которыхъ дифференцируется наружный слой, образующій стѣнку спермаріи, и внутренняя масса клетокъ, каждая изъ которыхъ образуетъ сперматозоидъ (*F*). Сперматозоидъ (*G*) представляетъ штипоровидное тѣльце, вѣроятно образующееся изъ клеточнаго ядра, и на своемъ узкомъ концѣ несетъ нѣкоторое количество рѣсницъ, которыя, повидимому, происходятъ изъ протоплазмы.

Къ толстому концу часто прикрѣплено шаровидное тѣльце, также происходящее изъ протоплазмы материнской клетки; въ концѣ концовъ оно сбрасывается.

Оваріи или архегоніи (*H*) развиваются обыкновенно тогда, когда заростокъ достигъ значительной величины. Каждый архегоній происходитъ, подобно антеридію, изъ одной клетки, которая перегородкой отшнуровывается отъ одной изъ нижнихъ клетокъ заростка; клетка дѣлится и производитъ образование, которое въ общихъ чертахъ похоже на архегоній мховъ, но только брюшко (*H*, *v*) погружено въ заростокъ и потому менѣе рѣзко выступаетъ, чѣмъ у низшаго типа. Также какъ у мховъ, здѣсь рано можно отличать осевой рядъ клетокъ отъ клетокъ, образующихъ стѣнку архегоніи; проксимальная клетка этого ряда дѣлается яйцомъ (*ov*), другія канальцевыми клетками (*st*, *c*), которыя ослизняются и такимъ путемъ открываютъ свободный доступъ сперматозоидамъ.

Сперматозоиды собираются около отверстія архегоніи и направляются въ каналъ; одинъ изъ нихъ въ концѣ концовъ конъюгируетъ съ яйцомъ и оплодотворяетъ его.

Первыя стадіи развитія зародыша напоминаютъ намъ въ



общихъ чертахъ то, что мы видѣли у мховъ. Оплодотворенное яйцо дѣлится сначала въ плоскости, параллельной шейкѣ оварія, и образуетъ двѣ клѣтки: переднюю, лежащую ближе къ растущему или дистальному концу заростка, и заднюю ближе къ проксимальному концу. Каждая изъ нихъ дѣлится снова въ плоскости перпендикулярной къ первой, такъ что теперь образуются верхняя и нижняя переднія и верхняя и нижняя задняя клѣтки: нижняя въ обоихъ случаяхъ лежитъ ближе къ обращенной внизъ шейкѣ архегонія. Каждая изъ четырехъ клѣтокъ дѣлится снова, и зародышъ теперь состоитъ изъ восьми клѣтокъ; двухъ верхнихъ переднихъ (правой и лѣвой), двухъ нижнихъ переднихъ, двухъ верхнихъ заднихъ и двухъ нижнихъ заднихъ. Мы получаемъ такимъ образомъ многоклѣточную, но еще не дифференцированную стадію, полипластъ.

Припомнимъ, что у мховъ полипластъ образуетъ верхушечную клѣтку и развивается прямо въ спорогоній. У папоротниковъ дальнѣйшія стадіи болѣе сложны. Одна изъ верхнихъ переднихъ клѣтокъ остается неразвитой, другая, (рис. 83, *l* и *K*, *st*) получаетъ форму клиновидной верхушечной клѣтки и дѣлится обыкновеннымъ образомъ, образуютъ зачатокъ верхушки стебля - папоротника. Обѣ верхнія заднія клѣтки дѣлятся повторно и образуютъ многоклѣточную массу, называемую ножкой (*ft*), которая погружается въ заростокъ и служитъ растущему зародышу для всасыванія питательныхъ веществъ. Одна изъ нижнихъ заднихъ клѣтокъ остается неразвитой, другая (*rt*) получаетъ видъ верхушечной клѣтки корня, т.-е. форму клиновидной клѣтки, которая производитъ путемъ дѣленія не только три ряда сегментныхъ клѣтокъ на своихъ бокахъ, но также клѣтки корневого чехлика на своемъ основаніи; дѣленіе клѣтокъ идетъ очень быстро и образующійся корень сейчасъ же начинаетъ расти внизъ въ почву. Наконецъ, двѣ нижнихъ переднихъ клѣтки испытываютъ быстрое дѣленіе и развиваются въ первый листъ зародыша, зародышевый листъ (*st*), который скоро начинаетъ расти вверхъ по направленію къ свѣту.

Такимъ образомъ зародышъ папоротника на сравнительно ранней стадіи своего развитія достигаетъ степени дифференцировки, значительно превосходящей то, что мы видѣли у за-



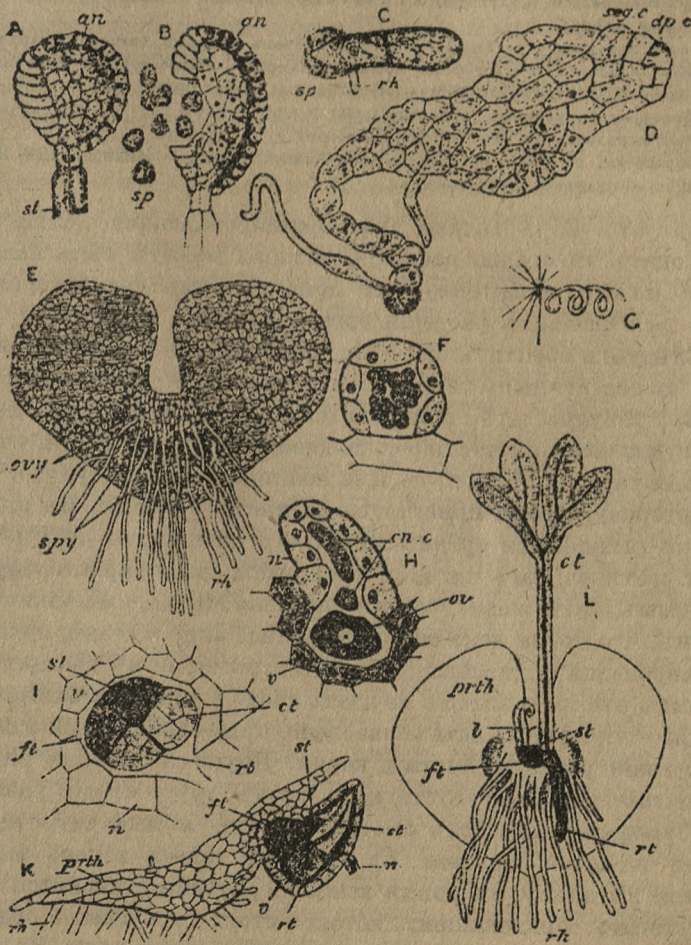


Рис. 113.

Размножение и развитие папоротников.

- А Спорангий *Pteris* со стебельком (*st*) и кольцом (*an*).  
 В Лопнувший спорангий с развивающимися спорами (*sp*).  
 С Прорастающая спора; *ar* наружная оболочка; *rh* ризоид.  
 D Молодой заросток; *ap* с верхушечная клетка; *seg* с сегментная клетка.  
 E Более развитый заросток, сингу; *rh* ризоиды; *ovu* оварий; *spy* сперматий.  
 F Зрелый сперматий (антеридий) *Pteris*.  
 G Отдельный сперматозоид.



И Эпильный оварий (архегоний) *Aspidium*; з брюшко; и шейка; от яйцо; см. с камальцевым клеткам.

I Часть заростка *Asplenium* въ поперечномъ разрѣзѣ, брюшко (в) архегонія содержитъ зародышъ, въ которомъ можно различить четыре группы клетокъ: зачатокъ ножки (*nl*), стебля (*st*), корня (*rl*) и зародышевого листа (*cl*).

K Поперечный разрѣзъ заростка (*prth*) *Nephrolepis*; брюшко архегонія содержитъ зародышъ въ стадіи *phyllula*; обозначенія, какъ въ I.

L Заростокъ, несущій молодое растение—папоротникъ, i обыкновенный листъ; остальные обозначенія, какъ прежде.

родыша мха. Едва только дифференцировавшійся полипласть переходитъ въ стадію развитія, которая можетъ быть названа *phyllula* и характеризуется присутствіемъ двухъ характерныхъ для высшихъ растений органовъ, листа и корня.

Слѣдуетъ обратить вниманіе, какъ рано въ развитіи появляются существенные отличительные признаки растений и животныхъ. У *Polygordius* за полипластомъ слѣдуетъ гастрюла, характеризующаяся присутствіемъ пищеварительной полости; у папоротника такой полости нѣтъ, и за полипластомъ слѣдуетъ стадія, характеризующаяся присутствіемъ листа и корня. Въ одномъ случаѣ появляются органы животного питанія, въ другомъ органы растительнаго питанія; эти органы сразу характеризуютъ зародышъ, какъ животное или растение. Мы видимъ такимъ образомъ, что тогда какъ оплодотворенное яйцо и стадія полипласта зародыша одинаковы у высшихъ растений и у высшихъ животныхъ, это соотвѣтствіе не идетъ дальше, причемъ ближайшая стадія у животныхъ есть образованіе пищеварительной полости, у растений развитіе листа и корня. Другими словами *phyllula* и *gastrula* суть соотвѣтствующія другъ другу стадіи развитія.

Зародышевый листъ быстро растетъ и выходитъ наружу среди лопасти заростка (*L*); въ то же время корень вытягивается въ длину, въ концѣ концовъ *phyllula* становится очень замѣтнымъ образованіемъ, которое стоитъ въ тѣсной связи съ заросткомъ и, повидимому, составляетъ часть его. Но на самомъ дѣлѣ они совершенно раздѣльны, и ихъ связь зависитъ только отъ того, что ножка *phyllula* погружена въ ткань заростка, какъ корень въ почву. Поэтому *phyllula* стоитъ къ заростку въ такомъ же отношеніи, какъ спорогоній къ растенію мху (ср. рис. 113, K. съ рис. 111, O<sup>2</sup> и рис. 113, L съ рис. 111, O<sup>1</sup>).

Зачатокъ стебля (*L*, *st*) продолжаетъ расти путемъ образованія новыхъ сегментовъ со стороны верхушечной клетки; изъ



сегментовъ развиваются листья (l), которые растутъ вверхъ параллельно зародышевому листу. Первые образующіеся листья малы и имѣютъ простое строеніе, повдѣйшіе становятся больше и сложнѣе, пока наконецъ достигаютъ величины и сложности обыкновенныхъ листьевъ папоротника. Въ то же время образуются новые корни; зародышевый листъ, ножка и заростокъ высыхаютъ, и такимъ образомъ *phyllula* путемъ послѣдовательнаго образованія новыхъ частей на постоянно растущемъ стеблѣ становится растеніемъ-папоротникомъ.

Мы видимъ, что циклъ развитія папоротника въ сущности такой же, какъ и у мховъ. Въ обоихъ случаяхъ замѣчается перемежающееся размноженіе, причемъ половое поколѣніе (гамобій) путемъ конъюгациі яйца и сперматозоида производитъ безполое поколѣніе (агамобій), которое путемъ безполого процесса образованія споръ снова производитъ гамобій. Но во взаимныхъ пропорціяхъ обоихъ поколѣній существуетъ громадное различіе. То, что мы называемъ растеніемъ-мхомъ, есть гамобій, а агамобій есть простое, производящее споры, образованіе, которое никогда не идетъ дальше стадіи высоко дифференцированнаго полипласта и во время своего существованія находится въ зависимости отъ гамобія, къ которому онъ постоянно прикрѣпленъ. То, что мы называемъ растеніемъ-папоротникомъ, есть агамобій, большее и сложное образованіе, которое находится въ зависимости отъ маленькаго и невзрачнаго гамобія только короткій періодъ своего ранняго существованія. Такимъ образомъ, тогда какъ въ жизненномъ циклѣ мховъ преобладающее поколѣніе есть гамобій, а агамобій является только какъ его органъ, у папоротниковъ отношеніе обратное: агамобій можетъ достигать величины дерева, тогда какъ гамобій такъ малъ, что его существованіе неизвѣстно большей части собирателей папоротниковъ.

Изъ только что сказаннаго слѣдуетъ, что различные органы папоротника не строго соответствуютъ такимъ же органамъ мха. Листья мха не гомологичны листьямъ папоротника, но скорѣе могутъ быть сравнены съ лопастями заростка; точно также ризоиды мха соответствуютъ не сложнымъ корнямъ папоротника, но ризоидамъ заростка.



## ЛЕКЦІЯ XXXII.

### Главные отдѣлы растительнаго царства.—Equisetum. Salvinia. Selaginella.

Въ лекціи XXVI было показано, что пониманіе строенія и развитія Polygordius помогаетъ намъ понять главные черты въ организаціи всѣхъ высшихъ животныхъ.

Такимъ же путемъ изученіе папоротниковъ подготовляетъ путь для ознакомленія съ высшими группами растений, которыя всѣ гораздо меньше отличаются отъ папоротниковъ, чѣмъ различные, разсмотрѣнные въ XXVI—XXIX лекціяхъ животные типы отъ Polygordius. Мы видѣли, что различія между послѣдними простираются на такіе важные признаки, какъ напр. присутствіе или отсутствіе сегментаціи и боковыхъ придатковъ тѣла, характеръ скелета, строеніе и положеніе нервной системы и пр. Напротивъ, у высшихъ растений существенные органы—корень, стебель и листья—отличаются только по формѣ и величинѣ, а въ сущности вездѣ одинаковы; ткани вездѣ состоятъ изъ кожицы, основной паренхимы и сосудистыхъ пучковъ, а послѣдніе состоятъ изъ дѣреvesины и лубяной ткани; точка роста стебля и корня образованы меристемой, изъ которой развиваются постоянныя ткани; причемъ у корня точка роста покрыта корневымъ чехликомъ, а у стебля она просто окружена листьями. Кромѣ того вездѣ замѣчается перемежающееся размноженіе.

Растения можно раздѣлить на слѣдующія главные группы:

Водоросли (Algae)

Грибы (Fungi)



Мхи (Muscineae)

Сосудистыя тайнобрачныя

Папоротниковыя (Filicinae)

Хвощевыя (Equisetinae)

Плауновыя (Lycopodinae)

Явнобрачныя

Голосѣмныя (Gymnospermae)

Покрытосѣмныя (Angiospermae)

Водоросли суть низшія зеленныя растенія. Онѣ могутъ быть одноклѣточные или получать форму линейныхъ, плоскостныхъ или тѣлесныхъ клѣточныхъ агрегатовъ; онѣ достигаютъ весьма незначительной степени клѣточной дифференцировки. Изъ разсмотрѣнныхъ нами организмовъ въ эту группу входятъ *Zooxanthella*, диатомеи, *Vaucheria*, *Spirogyra*, *Caulerpa*, *Monostroma*, *Ulva* и *Nitella*.

Грибы суть низшія безхлорофильныя растенія: нѣкоторые одноклѣточные, другіе суть линейные клѣточные агрегаты; ни одинъ изъ нихъ не показываетъ значительной клѣточной дифференцировки. Изъ разсмотрѣнныхъ организмовъ къ этой группѣ принадлежатъ *Saccharomyces*, *Mucor*, *Penicillium* и *Agaricus*.

Положеніе нѣкоторыхъ изъ разсмотрѣнныхъ низшихъ формъ еще сомнительно. Напр. бактеріи одними авторами разсматриваются какъ грибы, другими какъ водоросли, тогда какъ третьи дѣлаютъ изъ нихъ особую группу. Также и диатомеи часто ставятся въ отдѣльную группу. Кроме того, слѣдуетъ припомнить, что большинство ботаниковъ причисляютъ хламидомонаду и *Volvox* къ водорослямъ.

Мхи распадаются на листовныя мхи и печеночныя; первые мы подробно разсмотрѣли въ XXX лекціи.

Сосудистыя тайнобрачныя суть безцвѣтковыя растенія, имѣющія сосудистыя пучки. Вмѣстѣ съ явнобрачными они составляютъ сосудистыя растенія, противопоставляемые несосудистымъ водорослямъ, грибамъ и мхамъ, у которыхъ совсѣмъ нѣтъ сосудовъ. Эта группа распадается на три отдѣла.

Первый отдѣлъ сосудистыхъ тайнобрачныхъ, *Filicinae*, заключаетъ папоротники, описанные въ предыдущей лекціи.



Мы должны однако обратить еще вниманіе на водную форму *Salvinia*, которая въ нѣкоторыхъ важныхъ пунктахъ отличается отъ болѣе извѣстныхъ членовъ группы.

*Equisetinae* заключаютъ извѣстные хвощи (родъ *Equisetum*), которые мы вкратцѣ опишемъ, такъ какъ они по способу размноженія образуютъ интересное связующее звено между обыкновенными папоротниками и *Salvinia*.

*Lusorodinae* или плауны суть высшія изъ тайнобрачныхъ или безцвѣтковыхъ растений. Краткое описаніе одного изъ нихъ, рода *Selaginella*, покажетъ намъ наиболѣе важные отличительные признаки группы.

Явнобрачныя или цвѣтковые растения называются такъ потому, что ихъ воспроизводительные органы получаютъ форму специально видоизмѣненныхъ побѣговъ, такъ называемыхъ цвѣтовъ. Ихъ называютъ также сѣменными растениями, такъ какъ изъ всѣхъ растений они одни размножаются сѣменами, которые отличаются отъ споръ тѣмъ, что каждое содержитъ зародышъ растения въ стадіи *prothallium*.

Голосѣменные явнобрачныя заключаютъ несущія шишки деревья, какъ напр. сосны, лиственницы, кипарисы и т. д., а также саговья и нѣкоторыя другія, менѣе извѣстныя формы. Мы дадимъ общее описаніе этой группы.

Покрытосѣменные явнобрачныя заключаютъ всѣ обыкновенныя цвѣтковые растения, а также деревья, какъ напр. дубъ, вязъ, тополь, каштанъ и пр. Краткое описаніе главныхъ признаковъ этой группы составить конецъ этой лекціи.

### Хвощъ. (*Equisetum*).

Хвощъ есть обыкновенное растеніе, часто встрѣчающееся на сырыхъ и болотистыхъ мѣстахъ и достигающее высоты 1—3 футовъ.

Растеніе состоитъ изъ вѣтвистаго подземнаго стебля, или корневища, боковыя вѣтви котораго растутъ вертикально вверхъ и составляютъ надземные или воздушные побѣги. Какъ стебель, такъ и вѣтви имѣютъ весьма характерный видъ; они явственно сегментированы, т.е. раздѣлены на узлы и междоузлія, и отъ каждого узла отходитъ похожее на корону обра-



зование—листовое влагалище (рис. 114, А и рис. 115, А, 1. *sh*), сформированное кольцом листьевъ, соединенныхъ вмѣстѣ

Иногда воздушные побѣги даютъ также начало вторичнымъ побѣгамъ (рис. 114, А, *sh*), которые расположены кольцомъ и, повидимому, происходятъ внизу листьевъ; но на самомъ дѣлѣ они происходятъ въ пазушныхъ почкахъ, какъ у *Nitella*, но вмѣсто того, чтобы расти оттуда между стеблемъ и листомъ, они пробиваются черезъ основаніе листового влагалища.

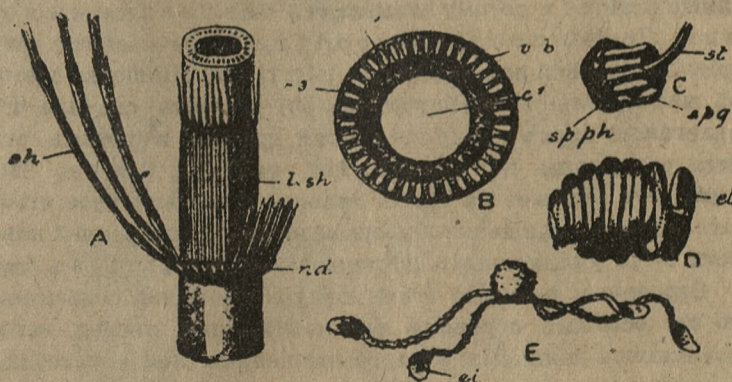


Рис. 114.

А Часть надземнаго (воздушнаго) побѣга хвоста; видно узелъ (*nd*), отъ котораго отходятъ листовое влагалище и кольцо вторичныхъ побѣговъ (*sh*) (натур. величина).

В Поперечный разрѣзъ надземнаго побѣга, показывающій центральную (*c*) и периферическія (*c'*) воздушныя полости и кольцо сосудистыхъ пучковъ съ болѣе мелкими воздушными полостями (*c''*) (увел. въ 2 раза).

С Одинъ споролистикъ (*sp. rh*) со стебелькомъ (*st*) и спорагмиемъ (*spg*) (увел. въ 10 разъ).

Д Спора со свернутыми пружинками (*el*).

Е Она же съ выпрямленными пружинками (*el*).

Междоузлія какъ корневища, такъ и воздушныхъ побѣговъ, полныя; каждое заключаетъ большую осевую воздушную полость (рис. 114, В, *c*), которая тянется по всей его длинѣ и образовалась вслѣдствіе расхожденія центральныхъ паренхимныхъ кѣлокъ молодого стебля. Въ каждомъ узлѣ находится поперечная перегородка, отдѣляющая другъ отъ друга пространства междоузлій. Вокругъ центральной полости, соответствующая замѣтнымъ, снаружи продольнымъ ребрамъ стебля, на



ходится рядъ расположенныхъ кружкомъ болѣе мелкихъ воздушныхъ полостей (*c*<sup>4</sup>), а чередуясь съ ними, между ними и центральной полостью находятся сосудистые пучки (*v. b*), каждый съ маленькой воздушной полостью внутри (*c*<sup>3</sup>).

Микроскопическое строеніе растенія въ существенныхъ чертахъ таково же, какъ и у папоротника, хотя въ подробностяхъ есть различія. Каждая ось, какъ корневище, такъ и побѣги, оканчивается четырехгранной верхушечной клѣткой.

Одни изъ воздушныхъ побѣговъ несутъ только листья влагалища и вѣтви и потому называются безплодными побѣгами. Другіе, плодущіе побѣги, оканчиваются конусовидной шишечкой или колоскомъ (рис. 115, *A*). Шишечка состоитъ изъ шестиугольных чешуекъ (*sp. rh*), которыя сначала тѣсно прилегаютъ другъ къ другу своими краями, а потомъ становятся раздѣльными. Каждая чешуйка (рис. 114, *C* и рис. 115, *B*, *sp. rh*) есть похожее на грибокъ тѣльце, прикрѣпленное стебелькомъ (*st*) къ оси шишечки и несущее на своей внутренней поверхности 5—10 удлинненныхъ мѣшечковъ—спорангіевъ (*spg*).

Строеніе и развитіе этихъ чешуекъ колоска показываютъ, что это особымъ образомъ видоизмѣненные листья, которые развиваются кольцами, какъ обыкновенные листья стебля, но не сливаются во влагалища и принимаютъ характерную форму въ связи со своей специальной функціей—нести спорангіи. Поэтому, въ отличіе отъ обыкновенныхъ листьевъ ихъ называютъ несущими споры листьями, или споролистиками.

Споры развиваются такимъ же путемъ, какъ у мховъ и папоротниковъ, но имѣютъ замѣчательное строеніе. Снаружи обыкновенной двойной клѣточной оболочки находится третья оболочка, съ теченіемъ развитія расщепляющаяся на четыре ленты (рис. 114, *D*, *E*, *el*), которыя однимъ концомъ прикрѣпляются къ спорѣ, а другой расширенный конецъ свободенъ. Эти ленты или пружинки весьма гигроскопичны: во влажномъ состояніи онѣ закручиваются вокругъ споры (*D*), при высыханіи выпрямляются и торчатъ наружу. Споры опутываются своими пружинками, и при закручиваніи и выпрямленіи ихъ могутъ совершать небольшія движенія.

При растрескиваніи спорангіевъ, споры выходятъ наружу, прорастаютъ и производятъ заростки. Последніе однако не



всѣ одинаковы по формѣ и величинѣ и не всѣ однодомны; нѣкоторые (C) остаются маленькими и сравнительно простыми и производятъ только сперматиды (антеридии) (спр), другіе (D) получаютъ болѣе сложную форму и длину болѣе сантиметра и производятъ только оварии (архегонии) (ову). Такимъ образомъ,

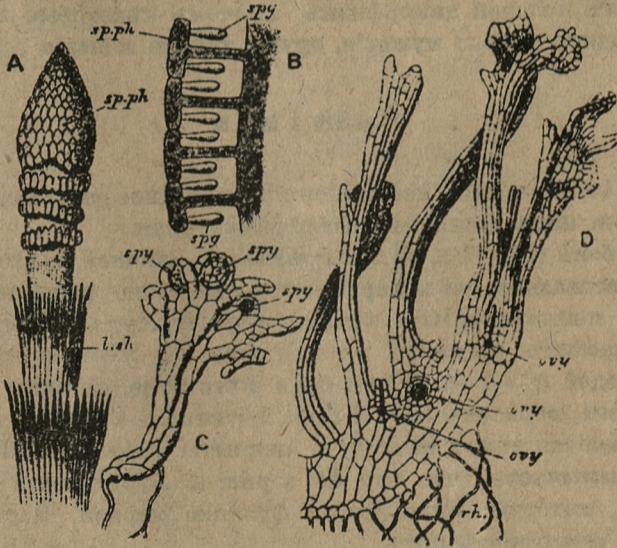


Рис. 115.

Размноженіе и развитіе Equisetum.

A Дистальный конецъ плодущаго побѣга, показывающій два листовыхъ влагалища (l. sh) и образованный изъ шестигольныхъ споролыстиковъ (сп. рh) колосокъ.

B Схематическій продольный разрѣзъ части колоска, видны споролыстики (сп. рh), прикрѣпленные короткимъ стебелькомъ къ оси колоска и несущіе на своей внутренней поверхности спорангии (спр).

C Мужской заростокъ съ тремя антеридіями (спр).

D Часть женскаго заростка съ тремя архегоніями (ову); рh ризомы.

хотя въ спорахъ нѣтъ никакого различія, но происходящія изъ нихъ заростки — двухъ сортовъ, болѣе мелкіе исключительно мужскіе, болѣе крупныя исключительно женскіе.

Оплодотворенное яйцо развивается приблизительно такимъ же путемъ, какъ у папоротниковъ: оно дѣлится и образуетъ полипласть, который, послѣ образованія стебля, ножки и двухъ



защитныхъ листьевъ, превращается въ *phyllula* и вырастаетъ въ взрослое растение.

Такъ же какъ папоротники, растение хвощъ, размножающееся безполымъ путемъ посредствомъ споръ, есть безполое поколение (агамобій); половое поколение (гамобій) представлено заросткомъ. Особенность въ этомъ случаѣ та, что гамобій представляетъ половой диморфизмъ, причемъ нѣкоторые заростки производить только мужскія, другіе только женскія гонады.

### *Salvinia*.

*Salvinia* есть небольшое прѣсноводное растение, которое находится плавающимъ на поверхности воды.

Стебель (рис. 116, *4*) представляетъ длинное, тонкое корневище, плавающее на поверхности и явственно раздѣленное на узлы и междоузлія. Отъ каждаго узла отходятъ три придатка: два широкихъ, плоскихъ воздушныхъ листа, лежащихъ надъ водой (*f. l* 1—3; *f. l* 1<sup>1</sup>—3<sup>1</sup>) и вѣтвистое, съ виду похожее на корень, образование (*s. l* 1—3), нитевидныя вѣтви котораго свѣшиваются внизъ въ воду и покрыты волосками. Но развитіе показываетъ, что это не корни, а погруженные въ воду листья, которые выполняютъ функцію корней. Настоящихъ корней совершенно нѣтъ.

Стебель оканчивается концевой почкой (*t. bd*), точка роста которой образована двусторонней верхушечной клѣткой. Вдоль стебля проходить одинъ сосудистый пучекъ, посылающій вѣтви въ листья.

При основаніи погруженныхъ листьевъ сидятъ шаровидныя капсулы (*co*): каждая заключаетъ большое количество спорангіевъ. Стѣнка капсулы (рис. 117, *A*) соответствуетъ покрывалу папоротниковъ, а содержащаяся внутри капсулы группа спорангіевъ—сорусамъ. Но сорусы сальвиніи отличаются отъ сорусовъ типическихъ папоротниковъ тѣмъ, что диморфны, причемъ одни изъ нихъ содержатъ сравнительно небольшое число болѣе крупныхъ спорангіевъ (*mg. spg*), другіе большее число маленькихъ (*mi. spg*). Болѣе крупныя, называемыя макроспорангіями, содержатъ каждыя одну большую спору



или макроспору, болѣе мелкіе, или микроспорангіи, содержатъ большое число маленькихъ споръ, похожихъ на споры обыкновеннаго папоротника, такъ называемыхъ микроспоры. Этотъ поразительный диморфизмъ сорусовъ, спорангіевъ и споръ составляетъ главное различіе между *Salvinia* и родственными ей формами съ одной стороны и настоящими папоротниками съ другой стороны.



Рис. 116.

#### Верхушка стебля растенія *Salvinia*.

Стебель (st) оканчивается концевой почкой (t. b.d.); изображенная часть содержитъ три узла; каждый узелъ несетъ два воздушныхъ листа (f. l. 1—3; f. l. 1'—3') и одинъ видоизмѣненный погруженный въ воду листъ (s. l. 1—3). При основаніи погруженныхъ листьевъ сидятъ сорусы (so), содержащіе спорангіи.

При созрѣваніи, спорангіи отрываются и плаваютъ на поверхности воды. Микроспоры прорастаютъ (B), еще будучи заключены въ спорангіи; каждая высылаетъ нить, которая проникаетъ черезъ стѣнку спорангія, и конецъ которой (спу) отдѣляется перегородкой и затѣмъ дѣлится на двѣ клітки. Протоплазма каждой изъ нихъ дѣлится на четыре материнскихъ



клетки сперматозоидовъ, и изъ нихъ образуются обыкновеннымъ путемъ спиральные, извитые сперматозоиды. Ясно, что обѣ клетки, въ которыхъ развиваются сперматозоиды, представляютъ сильно упрощенные сперматіи (антеридіи), а един-

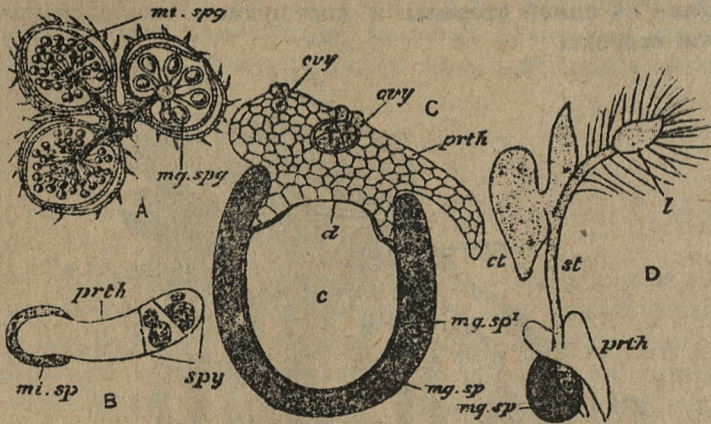


Рис. 117.

#### Размноженіе и развитіе *Salvinia*.

А Часть водного листа съ тремя сорусами въ продольномъ разрѣзѣ: два микроспорангія (*mi. spg*) и одинъ съ макроспорангіемъ (*mg. spg*). Увелич. въ 10 разъ.

В Прорастающая микроспора (*mi. sp*) съ рудиментарнымъ заросткомъ (*prth*) и сперматіемъ (*spy*). Увел. въ 150 разъ.

С Схематическій продольный разрѣзъ черезъ прорастающую макроспору, показывающій наружную (*mg. sp*) и внутреннюю (*mg. sp'*) стѣнку споры и наполненное пластическими продуктами пространство, отдѣленное перегородкой (*d*) отъ заростка (*prth*), въ которомъ видны два оварія (*ovy*). Увел. въ 50 разъ.

Д Макроспора (*mg. sp*) съ заросткомъ (*prth*) и phyllode, которая начинаетъ развиваться въ растеніе съ листьями, *st* стеблемъ, *ct* зародышевымъ листомъ, *l* наружный листъ верхушечной почки. Увел. въ 25 разъ.

ственная проксимальная клетка (*prth*) нити, вырастающей изъ микроспоры, представляетъ еще болѣе упрощенный заростокъ. Какъ заростокъ, такъ и сперматіи суть рудиментарныя образования; заростокъ микроскопически малъ и одноклеточенъ, тогда какъ у предыдущихъ типовъ онъ представляетъ тѣлесный клеточный агрегатъ значительной величины; каждый сперматій образуетъ только четыре материнскихъ клетки спер-



матозоидовъ, и все число сперматозоидовъ такимъ образомъ редуцировано до восьми.

Содержимое макроспоры распадается на сравнительно маленькую протоплазматическую массу на одномъ концѣ и на крахмальные зерна, капли масла и бѣлковыя тѣла, наполняющія остальное пространство споры (C, c). Макроспора достигаетъ своей значительной величины путемъ скопленія большихъ количествъ пластическихъ продуктовъ, которые служатъ пищей будущему заростку и зародышку, подобно желтку яйца рака и акулы.

Протоплазма макроспоры (C) дѣлится, и образуетъ заростокъ (prth) въ видѣ треугольной многокѣлочной массы, вырастающей изъ споры, которую она лишь немного превосходитъ величиной. На немъ развивается три оварія (архегонія) (ovu), имѣющихъ приблизительно такое же строеніе, какъ у обыкновенныхъ папоротниковъ. Такимъ образомъ, редукція заростка, происходящаго изъ макроспоры, хотя ясно замѣтна, но все-таки значительно меньше, чѣмъ у заростка, происходящаго изъ микроспоры.

Мы видимъ, что половой диморфизмъ у *Salvinia* пошелъ еще дальше, чѣмъ у *Equisetum*; не только заростки, но также и споры, изъ которыхъ они происходятъ, дифференцируются на мужскія и женскія.

Оплодотвореніе совершается обыкновеннымъ путемъ, и оплодотворенное яйцо путемъ дѣленія производитъ полипласть, который послѣ дифференцировки зачатка стебля, зародышеваго листа и ножки переходитъ въ стадію *phyllula*; корень у *Salvinia* не развивается. Затѣмъ стебель постепенно удлиняется (D), образуются послѣдовательныя мутовки листьевъ, и растеніе получаетъ наконецъ взрослую форму.

Такимъ образомъ, жизненный циклъ *Salvinia* такой же, какъ у папоротниковъ, но представляетъ два важныхъ различія: споры диморфны, и гамобій, представленный мужскимъ и женскимъ заросткомъ, сильно редуцированъ.



## Selaginella

*Selaginella*, одно из плауновых растений, состоит из длинного, ползучаго, вѣтвящагося въ горизонтальной плоскостистебля, несущаго многочисленные, тѣсно сученные листья. По своему внѣшнему виду оно походить на мохъ, но на самомъ

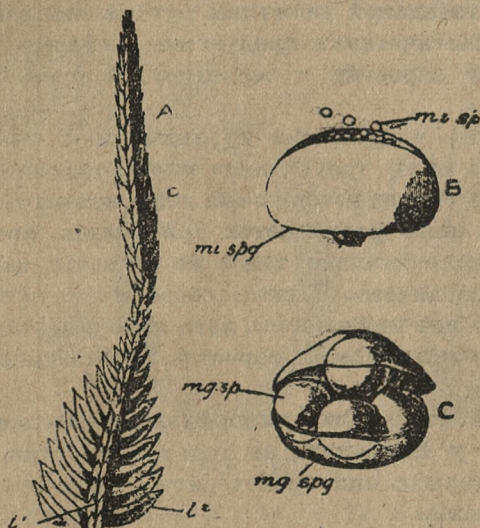


Рис. 118.

А Конецъ побѣга *Selaginella*; видны два ряда мелкихъ верхнихъ листьевъ ( $l^1$ ), два ряда нижнихъ листьевъ ( $l^2$ ) и концевой колосокъ.

В Лопнувшій микроспorangій, изъ котораго выходятъ микроспоры (*mi. sp.*)

С Макроспorangій съ четырьмя макроспорами (*mg. sp.*)

дѣлъ существенно отличается отъ мховъ своимъ гистологическимъ строеніемъ, такъ какъ *Selaginella*, подобно другимъ сосудистымъ тайнобрачнымъ, имѣетъ явственную кожицу и сосудистые пучки.

Листья (рис. 118, А) отходятъ четырьмя продольными рядами, но благодаря горизонтальному положенію растенія, два ряда, принадлежащіе нижней сторонѣ ( $l^2$ ), торчатъ по бокамъ и въ нѣсколько разъ больше, чѣмъ листья верхнихъ рядовъ ( $l^1$ ). Каждый листъ при основаніи несетъ маленькій отростокъ, язычекъ.



Вѣтви оканчиваются колосками (рис. 119, А), состоящими изъ, маленькихъ листиковъ (*sp. ph*), которые покрываютъ другъ друга приблизительно такимъ же образомъ, какъ чешуйки сосновой шишки. Каждый изъ этихъ листиковъ есть споролистикъ

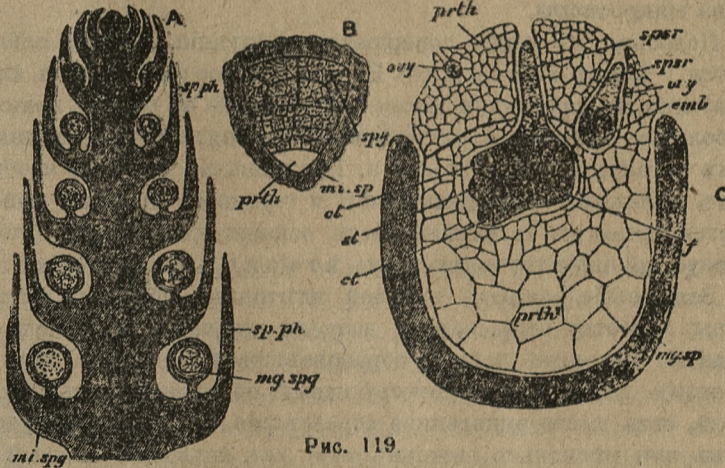


Рис. 119.

### Размножение и развитие *Selaginella*.

А Схематическій продольный разръзъ колоска; на оси сидятъ спорозетины (*sp. ph*) съ микроспорангіями (*mi. spg*) и макроспорангіями (*mg. spg*).

В Разръзъ микроспоры; *mi. sp* наружная оболочка, *prth* клетка заростка; *spu* сперматій.

С Продольный разръзъ макроспоры, стѣнна (*mg. sp*) которой прорвана растущимъ заросткомъ (*prith*); въ полости ея видна крупноклеточная ткань, вторичный заростокъ (*prth*). Въ заросткѣ лежатъ три оварія (*ovu*): лѣвый содержитъ яйцо, правый — зародышъ (*emb*) въ стадіи волипласта, средний — зародышъ въ стадіи phyllula съ зачаткомъ стебля (*st*), ножкой (*f*) и двумя сѣмядолями (*ct*), *spsr* подѣлсекъ зародыша.

и несетъ на своей верхней или дистальной сторонѣ, близъ основанія, шаровидный спорангій. Спорангій вполне одинаковой величины, но нѣкоторые изъ нихъ суть макроспорангіи (*mg. spg*) и содержатъ обыкновенно четыре макроспоры (рис. 118, С), другіе—микроспорангіи (*mi. spg*) и содержатъ множество микроспоръ.

Про микроспору (В) нельзя вообще сказать, что она прорастаетъ. Ея протоплазма дѣлится и образуетъ маленькую клетку (*prth*), которая представляетъ рудиментарный заростокъ.



и большую клетку, которая есть сперматий. Последний (*спу*) продолжает делиться и образует 6—8 клеток, в которых развиваются многочисленные материнские клетки сперматозоидов. Сперматозоиды освобождаются вследствие разрыва оболочки микроспоры.

Подобная, но менее совершенная, редукция заростка наблюдается у макроспоры (*С*). Ея содержимое распадается, как у *Salvinia*, на маленькую массу протоплазмы на одном концѣ и на большое количество пластическихъ продуктовъ, наполняющихъ остальную часть полости. Протоплазма делится и образуетъ маленькій заростокъ (*прт*), и процессъ деления совершается также в остальной части содержимаго споры (*прт*<sup>1</sup>), образуя крупноклеточную ткань, вторичный заростокъ.

Вследствие разрыва двойной клеточной оболочки макроспоры, заростку открывается доступъ наружу, однако онъ никогда не выходитъ черезъ образовавшееся отверстіе наружу и потому, подобно соответствующему образованию в микроспорѣ, есть чисто эндогенное образование. На немъ образуется одинъ или нѣсколько оваріевъ (*ову*), изъ которыхъ каждый состоитъ изъ короткой шейки, яйца и двухъ канальцевыхъ клетокъ, поздне превращающихся въ слизь; брюшко отсутствуетъ, а шейка состоитъ только изъ двухъ рядовъ клетокъ.

Оплодотворенное яйцо делится в плоскости, перпендикулярной къ шейкѣ оварія, и образуетъ, такимъ образомъ, первую или двухклеточную стадію полибласта. Верхняя клетка, повторно делится, образуя продолговатое тѣло, подвѣсокъ зародыша (*зрз*); нижняя клетка или собственно зародышъ (*стб*), вследствие удлиненія и двѣска, погружается во вторичный заростокъ и скоро, путемъ дифференцировки зачатка стебля (*ст*), двухъ зародышевыхъ листьевъ (*сб* мядолей) (*ст*), ножки (*н*), а поздне и корня переходить въ стадію *phyllula*.

Такимъ образомъ, мы видимъ у *Selaginella* еще большую редукцію полового поколения (гамобія); какъ мужской, такъ и женскій заростокъ совершенно рудиментарны и никогда не выходятъ изъ споры, а сперматий и оварій имѣютъ весьма упрощенное строеніе.



### ЛЕКЦІЯ XXXIII.

#### Г о л о с ѣ м е н н ы я .

Самыя обыкновенныя голосѣмненныя суть вѣчно зеленныя несущія шишки дерева, каковы: ели, сосны, лиственницы, кипарисы и пр. Всѣ они имѣютъ главную ось или стволъ, отъ котораго отходятъ вѣтви, самыя старыя близъ проксимальнаго, самыя молодыя близъ дистальнаго конца. Вѣтви даютъ каждый годъ вѣтви высшаго порядка, такъ что болѣе старыя, низшія вѣтви развѣтвлены всего болѣе, и все растеніе имѣетъ наклонность принимать коническую форму, причемъ основаніе конуса составляютъ самыя старыя вторичныя вѣтви, отходящія отъ основанія ствола, а вершину—дистальный конецъ ствола.

Всѣ вѣтви пазушныя, т.-е. происходятъ въ пазухахъ листьевъ и, подобно главному стеблю, оканчиваются концевой почкой. Листья весьма различны у разныхъ родовъ голосѣмненныхъ; у сосны они имѣютъ форму длинныхъ иголъ (хвои), расположенныхъ попарно.

Въ соотвѣтствіи съ размѣромъ, достигаемымъ воздушной частью растенія, корень достигаетъ также относительно гораздо большихъ размѣровъ, чѣмъ въ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ растеніяхъ. Стволъ продолжается внизъ въ главный корень, отъ котораго отходятъ вторичные корни, развѣтвляющіеся въ свою очередь и т. д. Такимъ путемъ образуется весьма сложная, развѣтвленная корневая система, которая простирается глубоко въ почву и даетъ возможность надземной части растенія оказывать сопротивленіе порывамъ вѣтра.



Замѣчательная особенность сосны и другихъ голосѣменныхъ сравнительно съ растеніями, рассмотрѣнными раньше, заключается въ ихъ неограниченномъ ростѣ. У мховъ, папоротниковъ и др. стебель, достигнувши известнаго диаметра, перестаетъ расти въ толщину, такъ что даже у самыхъ высокихъ древовидныхъ папоротниковъ стволъ всегда тонкій. Не у сосны стволъ, вѣтви и корни продолжаютъ расти въ толщину неопредѣленное время, причемъ стволъ напр. обыкновенной лѣсной сосны можетъ достигать окружности 4—5 метровъ и даже больше, и дерево можетъ жить сотни лѣтъ.

Измѣненія, испытываемыя во время процесса роста, можно изучать на серіи грубыхъ поперечныхъ разрѣзовъ вѣтвей различнаго возраста. Въ вѣтви перваго года середина занята осевымъ шнуромъ мягкой ткани — сердцевиной (рис. 120, *A* и *B*, *med*); сердцевина окружена кольцомъ древесины (*xy*), раздѣленной на радіально расположенныя, клиновидныя массы; а древесина въ свою очередь окружена корой (*cor*), которую легко содрать съ древесины и которая содержитъ множество смоляныхъ каналовъ или ходовъ (*r. c*), являющихся на разрѣзѣ въ видѣ крутлыхъ отверстій съ каплями сочащейся изъ нихъ смолы. Въ вѣтви немного постарше слой древесины становится толще и въ ней ясно замѣтны концентрическія и радіальныя полосы (*C*); кора также утолщается, хотя въ меньшей степени, тогда какъ сердцевина осталась безъ измѣненія. Кромѣ того, кора ясно дѣлится на внутренній свѣтлый слой — лубяной (*phl*), средній зеленый слой корковой паренхимы (*cor*), содержащей смоляные ходы, и наружный бурый пробковый слой (*sk*). Наконецъ въ стволѣ и болѣе крупныхъ вѣтвяхъ древесина составляетъ громадную часть всего поперечнаго разрѣза, а кора представляетъ сравнительно тонкій, легко сдирающійся слой, безъ корковой паренхимы и съ наружнымъ сморщеннымъ, шероховатымъ пробковымъ слоемъ.

Какъ уже упомянуто, въ древесинѣ замѣтны концентрическія и радіальныя полосы. Радіальныя полосы суть такъ наз. сердцевинныя лучи (рис. 120, *C*, *med. r*). Концентрическія полосы суть годичныя кольца ( $xy^1, xy^2, xy^3$ ) и происходятъ вълѣдствіе того, что древесина, образуемая осенью, плотнѣе, чѣмъ образуемая весною, а зимою происходитъ со-



вершинная остановка въ образованіи древесины. Граница между осенней древесиной одного года и весенней слѣдующаго года и является поэтому въ видѣ замѣтной для глаза линіи. Такимъ образомъ считая годичныя кольца главнаго ствола, можно опредѣлить возрастъ дерева. Древесина растетъ изнутри наружу, причемъ каждый годъ новый слой прикладывается снаружки стараго.

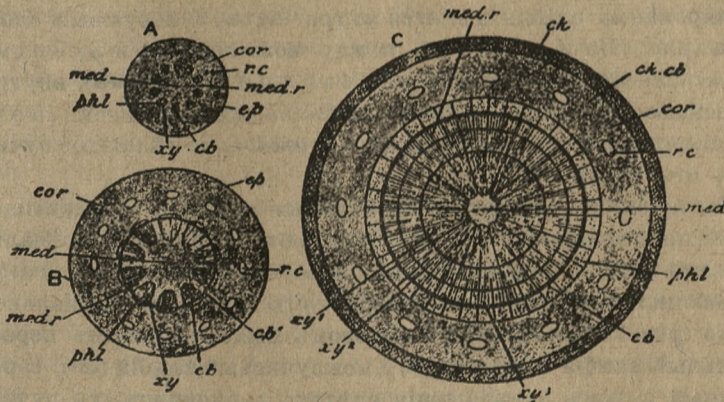


Рис. 120.

Схематическіе поперечные разрѣзы трехъ вѣтвей сосны различнаго возраста.

А Очень молодая ось, показывающая кожу (ep), кору (cor) съ смолистыми ходами (r. c), сердцевину (med) и кольцо сосудистыхъ пучковъ, раздѣленныхъ сердцевинными лучами (med. r) и состоящихъ каждый изъ древесины (xy), камбіа (cb) и луба (phl).

В Ось нѣсколько старше, въ которой камбіа образуетъ полное кольцо благодаря образованію камбіа между пучками (cb').

С Ось третьяго года, показывающая древесину перваго (xy'), втораго (xy'') и третьяго (xy''') года, пробку (ck) и пробковый камбіа (ck. cb).

Способность къ неограниченному росту въ діаметръ, составляющая особенность сосны и подобныхъ ей деревьевъ, находится въ связи съ особеннымъ строеніемъ и расположеніемъ сосудистыхъ пучковъ. Въ очень молодомъ состояніи, т.-е. въ концевой почкѣ, сосудистые пучки стебля (рис. 120, А) имѣютъ въ поперечномъ разрѣзѣ клиновидную форму и расположены кольцомъ, причемъ верхушка каждого клина обращена внутрь къ оси стебля, а основаніе—къ периферіи. Такъ же какъ у папоротниковъ, пучки идутъ продольно и продолжаютъ въ листья.

Расположеніе тканей въ сосудистыхъ пучкахъ значительно



отличается от того, что мы видели у папоротниковъ. Въмѣсто того чтобы занимать центръ пучка и окружаться лубяной тканью, древесина здѣсь (рис. 120, *A, xy*) образуетъ всю обращенную внутрь сторону, т.е. узкую часть клина на поперечномъ разрѣзѣ, а лубъ (*phl*)—наружную широкую часть клина. Кромѣ того древесина и лубъ отдѣлены слоемъ мелкихъ тонкостѣнныхъ клѣтокъ—такъ наз. слоемъ камбія (*cb*).

Вслѣдствіе такого расположенія сосудистыхъ пучковъ основная паренхима стебля дѣлится на три части: 1) наружный слой, кора (рис. 120, *A* и *B, cor*), между кожицей (*ep*) и лубяными пучками; 2) осевая мякоть или сердцевина (*med*), внутри древесныхъ пучковъ и 3) рядъ радіальныхъ пластинокъ, первичные сердцевинные лучи (*med. r*), отдѣляющіе пучки другъ отъ друга.

Съ теченіемъ развитія паренхимныя клѣтки, соединяющія камбій прилежащихъ пучковъ, получаютъ характеръ камбіальныхъ клѣтокъ, и въ результатѣ образуется замкнутый камбіальный цилиндръ или, на поперечномъ разрѣзѣ, камбіальное кольцо (рис. 120, *B, cb, cb<sup>1</sup>*), въ которомъ можно различать первоначальный камбій пучковъ (*cb*) и межпучковый камбій (*cb<sup>1</sup>*), образованный путемъ превращенія клѣтокъ сердцевинныхъ лучей.

Затѣмъ камбіальныя клѣтки начинаютъ дѣлиться въ тангенціальномъ направленіи, т.е. въ плоскости, параллельной поверхности стебля. Если бы совершался только этотъ процессъ, то результатомъ его было бы простое утолщеніе камбіального слоя; но по мѣрѣ того какъ происходитъ дѣленіе, вновь образовавшіяся клѣтки на внутренней сторонѣ камбіального цилиндра превращаются въ новые древесинные элементы, а клѣтки на наружной поверхности его—въ новые лубяные элементы. Мы имѣемъ здѣсь образованіе вторичной древесины и вторичнаго луба, которые, будучи образованы всей поверхностью камбіального цилиндра, не обнаруживаютъ дѣленія на пучки, но образуютъ непрерывный цилиндръ (*C, xy, phl*) постоянно возрастающей толщины. Лубъ образуетъ теперь внутренний слой коры, которая, какъ мы видели, можетъ быть легко содрана съ древесины благодаря тому, что нѣжныя камбіальныя клѣтки легко отдираются.

Въ то же время слой клѣтокъ корковой паренхимы начина-



еть дѣлиться тангенціально и образуетъ цилиндръ или, въ поперечномъ разрѣзѣ, кольцо пробковаго камбіа (рис. 120, *C, ck, cb*), отъ наружной поверхности котораго образуются слой за слоемъ пробковыя кѣтки (*ck*). Въ пробковыхъ кѣткахъ протоплазма исчезаетъ и кѣточные стѣнки пробковѣютъ, т.-е. испытываютъ своеобразное измѣненіе, благодаря которому становятся непроницаемы для воды. Этотъ процессъ, помимо того, что защищаетъ внутреннюю часть стебля отъ внѣшнихъ вліяній, мѣшаетъ притоку питательныхъ веществъ къ кожицѣ и наружнымъ слоямъ корковой паренхимы. Вслѣдствіе этого оба эти слоя отмираютъ и сваливаются, а наружную поверхность коры образуетъ сама пробка.

Древесина сосны не содержитъ сосудовъ, т.-е. кѣтокъ, своими концами соединенныхъ другъ съ другомъ въ непрерывную трубку, но только трахеиды, т.-е. удлиненыя, веретеновидныя кѣтки (волокна) съ одревеснѣвшими стѣнками и лишенныя протоплазмы. Радіальныя полосы кѣтокъ, по большей части паренхимныхъ, образуются между волокнами вторичной древесины и даютъ начало вторичнымъ сердцевиннымъ лучамъ (*C, med. r*), которые производятъ радіальныя полосы древесины; число ихъ возрастаетъ съ ростомъ древесины въ толщину. Волокна, образованныя осенью, имѣютъ болѣе узкія полости и болѣе толстыя стѣнки, чѣмъ образованныя весной и лѣтомъ: этимъ и объясняются годичныя кольца. Волокна не лѣстинчныя, какъ волокна у папоротниковъ, но ихъ стѣнки имѣютъ такъ наз. окаймленныя поры—круглыя углубленія съ отверстіемъ въ центрѣ. Волокна пучковъ первичной древесины имѣютъ спирально утолщенныя стѣнки, подобно спиральнымъ сосудамъ папоротниковъ. Лубяная ткань, какъ первичная, такъ и вторичная, состоитъ изъ ситовидныхъ трубокъ и паренхимы.

Точка роста голосѣменныхъ представляетъ рѣзкое различіе съ папоротниками и другими безцѣтковыми растеніями. Она состоитъ просто изъ массы кѣтокъ образовательной ткани (меристемы), среди которыхъ нельзя различить верхушечной кѣтки.

Сосны, подобно хвощамъ и плауновымъ растеніямъ, размножаются посредствомъ колосковъ или цвѣтовъ, которые



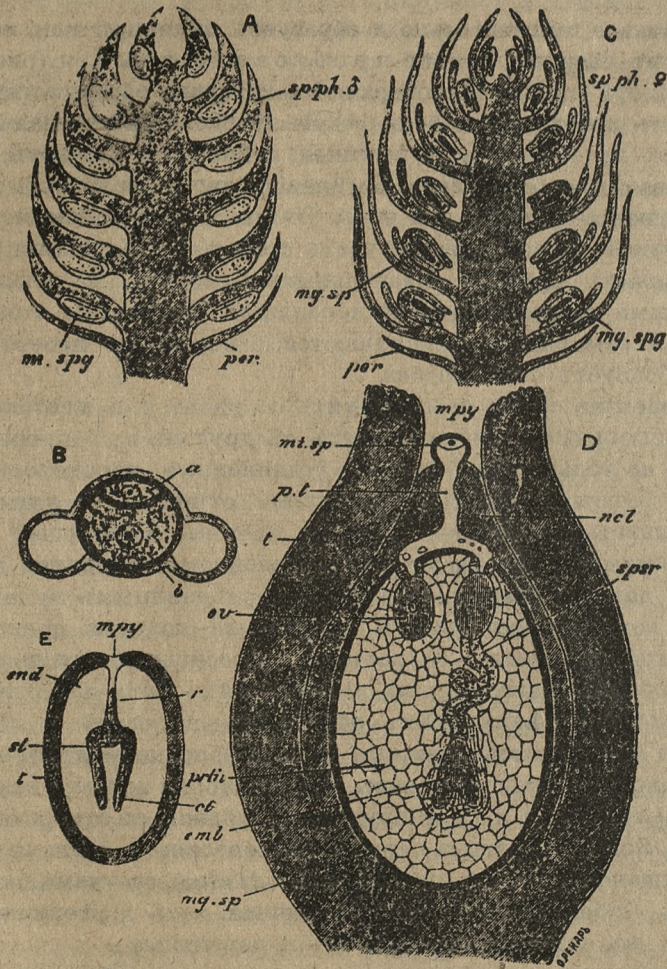


Рис. 121.

Размножение и развитие голосеменных.

А Схематический продольный разрез мужского колоска; на оси сидят мужские ооноспороангии (*sp. rh. ♂*), несущие микроспороангии (*mi. spg*), *per* чешуйковидные листья, представляющие рудиментарный околоцветник.

В Отдельная микроспора с пузыревидными придатками наружной оболочки, *a* маленькая клетка заростка, *b* большая клетка, производящая пыльцевую трубку.



С Схематическій продольный разрѣзъ женскаго колоска; на оси сидятъ женскіе споролистники (*sp. ph ♀*), несущіе макроспорангіи (*mg. spg*), каждый изъ которыхъ содержитъ одну макроспору (*mg. sp*).

В Схематическій продольный разрѣзъ макроспорангіи; *i* покровъ, *pal* „мало“ сѣмяпочка, *mpu* сѣмяночка; *mg. sp* макроспора, *prth* заростокъ, въ которомъ видны два овариіа: лѣвый заключаетъ яйцо (*ov*), правый—зародышъ въ стадіи *phyllula*; *spg* подвѣсокъ зародышка; въ сѣмяночкѣ видны микроспора (*mi. sp*), съ пыльцевой трубкой (*p. t*), конецъ которой касается шейки оболочки овариіево.

Е Схематическій продольный разрѣзъ сѣмени, *i* оболочка, *mpu* сѣмяночка, *md* овалъ, въ которомъ находится зародышъ въ стадіи *phyllula* съ зачаткомъ стебля (*st*), сѣмядолями (*sd*) и корнемъ (*r*).

бываютъ двухъ родовъ, мужскіе и женскіе, такъ что половая дифференцировка сдѣлала шагъ впередъ сравнительно съ *Selaginella*, у которой спорангіи обоихъ половъ находятся на одномъ и томъ же колоскѣ. У сосенъ и близкихъ къ нимъ растений какъ мужскіе, такъ и женскіе колоски находятся обыкновенно на одномъ деревѣ, такъ что растеніе однополое. Другія голосѣмныя двудомны, т.-е. каждое дерево несетъ только либо мужскіе, либо женскіе колоски.

Мужскіе колоски (рис. 121, А) расположены пучками или соцветіями близъ дистальныхъ концовъ вѣтвей. Каждый колосокъ состоитъ, какъ у хвощей и *Selaginella*, изъ оси, несущей большое число споролистниковъ (*sp. ph ♂*); онъ выходитъ изъ пазухи листа и можетъ быть разсматриваемъ, какъ укороченный и особымъ образомъ видоизмѣненный побѣгъ.

Споролистники, или тычинки, какъ ихъ обыкновенно называютъ (рис. 121, *sp. ph ♂* и рис. 122), суть болѣе или менѣе видныя образованія; каждый изъ нихъ несетъ на своей нижней сторонѣ два микроспорангія (пылины) (*mi. spg*). Материнскія клѣтки ихъ дѣлятся каждая на четыре микроспоры (пыльцевыя зерна или пылинки), которыя при растрескиваніи микроспорангіевъ въ громадномъ количествѣ выходятъ наружу въ видѣ облака свѣтло-желтаго порошка, называемаго пылью. Микроспора (В) сначала есть обыкновенная клѣтка, состоящая изъ протоплазмы съ ядромъ и двойной клѣточной оболочки, но затѣмъ протоплазма дѣлится на двѣ клѣтки: маленькую (*a*), зачатокъ мужскаго заростка, и большую (*b*) вегетативную клѣтку. Маленькая клѣтка скоро дѣлится снова, образуя двѣ или болѣе клѣтки, одна изъ которыхъ есть воспроизводи-



тельная клѣтка. При благопріятныхъ условіяхъ эти клѣтки испытываютъ измѣненія, которыя мы сейчасъ рассмотримъ.

Строеніе женскаго колоска всего лучше видно у лиственницы. Онъ также состоитъ изъ стержня, несущаго споролистнки (рис. 121, *C* *sp* *ph*, ♀) или, какъ ихъ обыкновенно называютъ, плодолистнки. Каждый плодолистникъ несетъ на своей верхней поверхности небольшую чешуйку, такъ наз. сѣменную чешую, на верхней поверхности которой находятся два своеобразно видоизмѣненныхъ микроспорангія (*mg. gra*), обыкновенно называемыя яичками или сѣмяпочками. У сосны (рис.



Рис. 122.

Тычица или мужской споролистникъ сосны съ двумя микроспорангіями или пыльниками.



Рис. 123.

Плодолистникъ (женскій споролистникъ) сосны съ сѣменной чешуей, несущей два яичка или сѣмяпочки

123) сѣменные чешуи крупнѣе плодолистниковъ; эти чешуи, деревѣя, и образуютъ чешуи шишки.

Сравненіе воспроизводительныхъ органовъ сосны и лиственницы съ органами сосудистыхъ тайнобрачныхъ и покрытосѣменныхъ облегчается рассмотрѣніемъ двухъ экзотическихъ родовъ пальмовидныхъ голосѣменныхъ: *Zamia* и *Succas*. У *Zamia* какъ мужскіе (рис. 124, *A*), такъ и женскіе колоски (*C*) имѣютъ большое внѣшнее сходство съ колосками хвойей; споролистники ихъ представляютъ шестиугольныя чешуйки, на внутренней поверхности которыхъ находятся пылинки (*B. m. erg*) или сѣмяпочки (*D. mg. erg*). Въ женскихъ экземплярахъ *Succas* плодистники (*E. sp. ph* ♀) не расположены колоскомъ, а образуютъ группу листовидныхъ тѣлъ, повидимому, гомологичныхъ обыкновеннымъ листьямъ. Каждый плодолистникъ представляетъ на самомъ дѣлѣ листь около 20—30 см. дли-



ною, съ лопастями по краямъ; въ дистальной части лопасти длинныя и тонкія, въ проксимальной онѣ имѣютъ форму яйцевидныхъ тѣлъ (*mg. spg.*), величиною со слѣву: это сѣмяпочки или макроспорангіи.

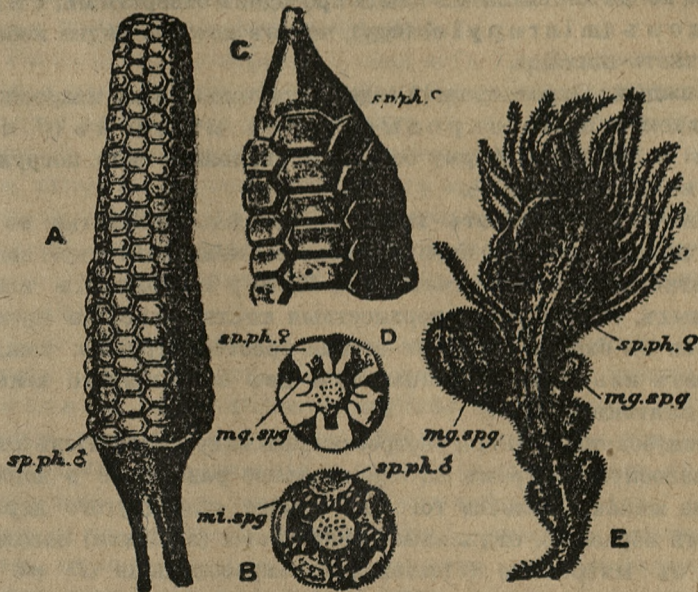


Рис. 124.

А Мужской цвѣтокъ *Zamia* съ шестигольными споролистниками (*sp. ph. ♂*).  
В Поперечный разрѣзъ его, показывающій макроспорангіи (*mi. spg.*), сидящіе на споролистникахъ.

С Дистальный конецъ женскаго цвѣтка *Zamia* съ споролистниками (*sp. ph. ♀*).  
D Поперечный разрѣзъ его, показывающій макроспорангіи (*mg. spg.*), сидящіе на споролистникахъ.

Е Одинъ женскій споролистникъ (*sp. ph. ♀*) Сухая; заостренныя лопасти дистальной части замѣнены на проксимальной части макроспорангіями (*mg. spg.*).

Сѣмяпочки по строенію рѣзко отличаются отъ макроспорангіевъ тайнобрачныхъ. Каждая изъ нихъ состоитъ изъ плотной массы маленькихъ кѣттокъ, называемой „ядро“ \*) сѣмяпочки (*nucellus*) (рис. 121, D, *nc!*), которая своимъ прокси-

\*) „Ядро“ сѣмяпочки не слѣдуетъ смѣшивать въ дальѣйшемъ изложеніи съ кѣтточнымъ ядромъ.



мальнымъ концомъ прикрѣплена къ споролистнику и окружена стѣнкой или покровомъ (e), состоящимъ также изъ мелко-кѣлочной ткани. Покровъ тѣсно прилежитъ къ ядру сѣмяпочки, но на дистальномъ концѣ прободенъ отверстіемъ, съ мѣ входомъ (micropyle) (*mpu*), черезъ которое видна небольшая часть nucellus.

Каждый макроспорангій содержитъ только одну макроспору, называемую здѣсь зародышевымъ мѣшкомъ (*O* и *D*, *mg. sp*) и имѣющую форму большого, овальнаго тѣла, погруженнаго въ ткань nucellus.

Сначала она имѣетъ характеръ отдѣльной кѣтки, но потомъ путемъ дѣленія превращается въ мелкокѣлочную ткань, представляющую заростокъ (*prtk*). Какъ у сосудистыхъ тайнобрачныхъ, отдѣльныя поверхностныя кѣтки заростка превращаются въ оваріи, имѣющіе весьма простое строеніе: каждый состоитъ изъ большого яйца (*ov*) и изъ измѣннаго количества кѣтокъ шейки.

Освободившаяся при растрескиванні микроспорангіевъ пыльца разносится вѣтромъ на значительное разстояніе и попадаетъ на женскіе колоски того же самаго или другого дерева. Такимъ образомъ, отдѣльныя макроспоры (пылиньки) находятъ путь въ микропиле (сѣмявходъ) макроспорангія (*D m. sp*) Этотъ процессъ, называемый опыленіемъ, предшествуетъ оплодотворенію.

Затѣмъ микроспора прорастаетъ; наружная оболочка лопается, и вегетативная кѣтка (*B, b*) растетъ въ видѣ нити, похожей на гифу Мисог: это такъ называемая пыльцевая трубочка (*D, p. t*). Она прокладываетъ путь въ ткань nucellus, подобно тому какъ корень прокладываетъ путь къ почвѣ, и наконецъ доходитъ до макроспоры въ непосредственномъ со-сѣдствѣ съ оваріемъ. Затѣмъ, отъ конца трубочки вырастаетъ отростокъ, который проходитъ между кѣтками шейки и приходитъ въ соприкосновеніе съ яйцомъ.

Въ это время ядро вегетативной кѣтки, изъ которой вырастаетъ пыльцевая трубочка, доходитъ до конца пыльцевой трубочки и здѣсь испытываетъ дегенерацію. Въ то же время воспроизводительная кѣтка входитъ въ пыльцевую трубочку и дѣлится на двѣ сѣменные кѣтки. Конечъ пыльцевой тру-



бочки ослизняется, и одна изъ сѣменныхъ кѣтокъ прокладываетъ путь черезъ него и черезъ шейку оварія въ яйцо. Ядро сѣменной кѣтки—мужское ядро—соединяется съ ядромъ яйца, или женскимъ ядромъ—и такимъ образомъ совершается процессъ оплодотворенія яйца.

Развитіе оплодотвореннаго яйца есть очень сложный процессъ и оканчивается образованіемъ не одного, а четырехъ зародышей; каждый изъ нихъ лежитъ на концѣ длиннаго подвѣска (*D. spur*), имѣющаго форму линейнаго кѣточного агрегата, который удлиняется, отбѣсняетъ зародышъ (*emb*) въ ткань заростка. Обыкновенно соарѣваетъ только одинъ изъ этихъ зародышей: онъ развиваетъ рудиментарный стебель, корень и четыре или болѣе сѣмядолей и такимъ образомъ превращается въ *phyllula*.

Пока совершаются эти процессы, женскій колосокъ сильно растетъ и деревенеетъ. Макроспорангій, теперь называемые сѣменами, также дѣлаются крупнѣе, ихъ покровъ (*E. t*) становится твердымъ и бурѣетъ, образуя сѣменную кожуру, которая у сосны продолжается въ плоское расширеніе или крыло. Макроспора растетъ такъ сильно, что смѣщаетъ „ядро“ сѣмяпочки; въ то же время наполняющія макроспору кѣтки заростка развиваютъ большія количества пластическихъ веществъ, какъ жиръ и бѣлковыя тѣла, которыя служатъ для питанія зародыша; образовавшаяся такимъ образомъ питательная ткань есть такъ наз. бѣлокъ (*end*).

При высыханіи шишки чешуи ея расходятся и даютъ выходъ сѣменамъ, которыя выпадаютъ и, благодаря своему крылу, могутъ на далекое разстояніе разноситься вѣтромъ.

При благопріятныхъ условіяхъ сѣмя прорастаетъ. Поглощая влажность, содержимое его разбухаетъ и разрываетъ сѣменную кожуру; выходитъ сначала корешокъ (*r*), затѣмъ стебель (*st*) и сѣмядоли (*st*). *Phyllula* такимъ образомъ становится прорастающимъ растеніемъ, а при дальнѣйшемъ ростѣ и послѣ постепеннаго образованія члвчыхъ частей превращается въ развитое растеніе.

У голосѣменныхъ мы видимъ еще болѣе поразительную редукцію гамобія, чѣмъ у *Selaginella*. Женскій заростокъ все время заключенъ въ макроспору, а макроспора въ макроспорангій.



Также и оварии сильно упрощены. Мужской заросток представлен болѣе мелкой клеткой микроспоры. Сперматозоиды обыкновеннаго типа адѣсь не образуются; оплодотвореніе совершается сѣменными клетками, которыя образуются изъ продуктовъ дѣленія клетки заростка и которыя, двигаясь черезъ трубчатое продолженіе вегетативной клетки микроспоры, въ концѣ концовъ конъюгируютъ съ яйцами.

Такимъ образомъ явнотрачныя растенія, одни изъ всѣхъ высшихъ организмовъ, повидимому, уклоняются отъ обыкновеннаго способа оплодотворенія. Въ этомъ отношеніи они наиболѣе специализировались изъ всѣхъ живыхъ существъ, но въ сущности и адѣсь оплодотвореніе состоитъ въ слияніи двухъ ядеръ, какъ и у всѣхъ другихъ организмовъ.



## ЛЕКЦІЯ XXXIV.

### Покрытосѣмныя.

Къ этой группѣ принадлежатъ обыкновенныя травы и кустарники, а также всѣ деревья неголосѣмныя, какъ напр., пальмы, дубъ, вязъ, тополь и пр. Въ ней различаютъ два отдѣла: двудольныя, названныя такъ по присутствію двухъ сѣмядолей въ молодомъ росткѣ, и однодольныя, у которыхъ только одна сѣмядоля. Къ двудольнымъ относится большая часть дикихъ и садовыхъ цвѣтовъ и большинство деревьевъ, къ однодольнымъ лиліи и близкія къ нимъ растенія орхидеи, злаки и пальмы.

Въ этой группѣ общія отношенія главныхъ частей растенія—стебля, листьевъ, корней и проч.—тѣ же, что и у голосѣмныхъ.

У двудольныхъ расположеніе тканей таково же какъ у голосѣмныхъ. Сосудистые пучки расположены въ кружокъ, и есть замкнутый цилиндръ камбіа, изъ котораго внутри образуется новая древесина, а снаружи новый лубъ. Кромѣ того у деревьевъ и кустарниковъ, т.-е. у растеній, которыя живутъ много лѣтъ, въ корѣ образуется пробковый камбій, изъ котораго образуется наружный пробковый слой. Такъ что явленія роста въ толщину можно изучать также хорошо у двудольнаго дерева, какъ у сосны или кипариса.

У однодольныхъ, напр., у лиліи, расположеніе тканей иное. Сосудистые пучки (рис. 125) расположены нѣсколькими неправильными пучками, разбѣянными въ центральной паренхимѣ, которая отдѣляется отъ корковой паренхимы (cor) слоемъ скле-



ренхимныхъ клѣтокъ. Каждый пучекъ состоитъ изъ древесины (*xy*), обращенной къ оси стебля, и лубяной части (*phl*), обращенной къ периферіи; но въ отличие отъ голосѣменныхъ и двудольныхъ, вполнѣ образовавшіеся сосудистые пучки однодольныхъ не содержатъ камбія и потому не способны къ дальнѣйшему росту. Благодаря отчасти этому, а отчасти толстому неподатливому кольцу склеренхимы, стебель почти вѣкъ одно-

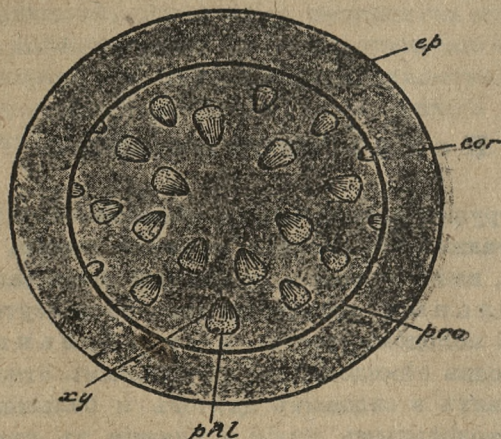


Рис. 125.

Схематическій поперечный развѣз стебля лиліи, показывающій кожицу (*ep*), содержащую хлорофиллъ, корковую паренхиму (*cor*), и осевой цилиндръ паренхимы, окруженный кольцомъ склеренхимныхъ клѣтокъ (*pro*) и содержащій сосудистые пучки, изъ которыхъ каждый состоитъ изъ древесины (*xy*) и луба (*phl*).

дольныхъ не способенъ къ дальнѣйшему росту въ толщину, послѣ того какъ его ткани вполнѣ образовались. Этимъ объясняется характерная тонкость ствола пальмъ въ сравненіи, напр., съ сосной или дубомъ.

Древесина покрытосѣменныхъ состоитъ изъ спиральныхъ, кольчатыхъ и точечныхъ сосудовъ, изъ волоконъ и паренхимы. Лубяная ткань содержитъ ситовидныя трубки, длинныя, упругія лубяныя волокна и паренхиму. Точка роста, какъ у голосѣменныхъ, не имѣетъ верхушечной клѣтки.

Листья имѣютъ крайне разнообразную форму, и все, что можно сказать о нихъ въ этомъ краткомъ очеркѣ, такъ это то,



что у большинства однодольныхъ листья длинныя и узкіе со множествомъ параллельныхъ жилокъ, тогда какъ у двудольныхъ листья вообще болѣе широки и съ меньшимъ числомъ (1—5) главныхъ жилокъ, отъ которыхъ отходятъ и развѣтвляются, образуя сѣть, второстепенныя жилки.

Наиболѣе рѣзкое различіе и наиболѣе замѣтный шагъ впередъ, сравнительно съ голосѣнными замѣчается здѣсь въ строеніи цвѣтка. Видоизмѣненія цвѣтка въ обѣихъ группахъ покрытосѣменныхъ безконечно разнообразны, и мы можемъ разсматривать здѣсь только немногія избранныя формы.

У лютика (*Ranunculus*), одного изъ наименѣе видоизмѣненныхъ двудольныхъ, цвѣтокъ сидитъ на концѣ длиннаго стебелька или цвѣтѣножки (рис. 126, *pd*), дистальный конецъ которой расширяется въ коническое цвѣтоложе (*sc.r*), служащее для прикрѣпленія различныхъ частей цвѣтка.

Отъ широкаго проксимальнаго конца цвѣтоложа отходятъ пять зеленоватыхъ чашелистиковъ (*sp*), расположенныхъ мутовкой: они образуютъ чашечку цвѣтка. Нѣсколько выше, чередуясь съ чашелистиками, отходятъ пять болѣе крупныхъ листиковъ (*pt*) яркожелтаго цвѣта, составляющихъ самую замѣтную часть цвѣтка, это лепестки, образующіе вѣнчикъ. Каждый лепестокъ имѣетъ при основаніи на верхней сторонѣ маленькую чешуйку (рис. 126, *E, nct*); это, такъ наз. нектарій (медоносная железка), выделяющій сладкую жидкость—медъ.

Какъ чашелистики, такъ и лепестки вѣнчика отходятъ отъ основанія коническаго цвѣтоложа. Выше ихъ отходитъ большое количество тычинокъ (*st*), расположенныхъ не мутовкой, а тѣсною спиралью. Каждая тычинка (*D*) состоитъ изъ стебелька или нити (*fil*), несущей на концѣ расширенное тѣльце—пыльникъ (*an*), раздѣленный продольными валиками на четыре лопасти. Поперечный разрѣзъ (рис. 127, *B*<sup>2</sup>) показываетъ, что каждая лопасть содержитъ пыльцевой мѣшокъ или микроспорангій (*mi. spg*), наполненный въ зрѣломъ состояніи пылью или микроспорами (*mi. sp*).

Отъ дистальной части цвѣтоложа отходитъ также тѣсною спиралью большое количество рожковидныхъ тѣлецъ (*cp*), плодolistиковъ или плодниковъ, которые все вмѣстѣ составляютъ



пестикъ. Каждый плодникъ состоитъ изъ расширенной, полой прокеймальной части или завязи (*E, vnt*) и короткаго, крючковиднаго дистальнаго конца (*E, st*), покрытаго липкими волосками, такъ наз. рыльца. Завязь содержитъ одно яйцо (сѣмяпочку) или макроспорангій (*mg. spg*), отличающийся отъ ма-

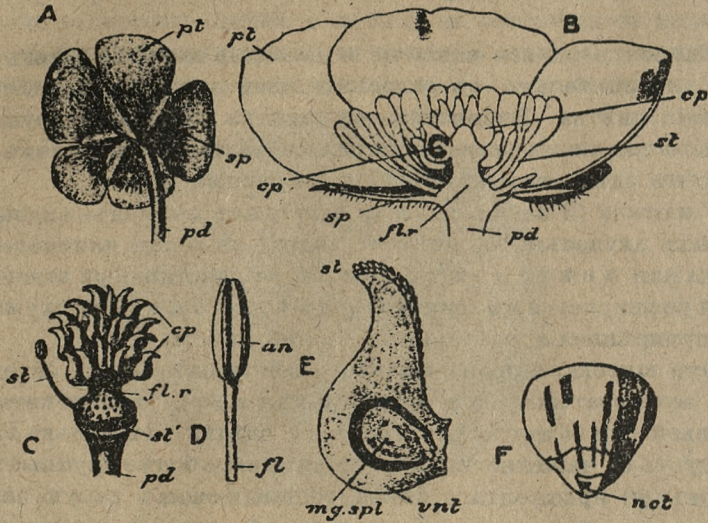


Рис. 126.

Строение цвѣтка лиственничнаго.

A Цѣлый цвѣтокъ снизу.

B Вертикальный разрѣзъ цвѣтка.

*pd* цвѣтоножка; *sp* чашелистики; *pt* лепестки вѣнчика; *fl. r* цвѣтоложе; *st* тычинки; *cp* плодники.

Плодникъ *cp'* разрѣзанъ вертикально и показываетъ макроспорангій.

C Цвѣтоложе (*fl. r*) съ плодниками (*cp*), одной тычинкой (*st*) и рубцами, оставшимися послѣ удаленія остальныхъ тычинокъ.

D Тычинка; *fl* нить; *an* пыльникъ.

E Плодникъ въ вертикальномъ разрѣзѣ; *vnt* завязь; *mg. spg* макроспорангій; *st* рыльце пестика.

F Лепестокъ вѣнчика съ нектаріемъ (*act*).

макроспорангія сосны тѣмъ, что вмѣсто одиночной оболочки покрыты двойной (рис. 128, D, *f*<sup>1</sup>, *f*<sup>2</sup>); обѣ оболочки прободены сѣмявходомъ (*m. py*), который ставитъ центральную массу ткани или „ядро“ сѣмяпочки (*nucellus*) (*ncd*) въ сообщеніе съ полостью



завязи (рис. 128, А). Nucellus, также какъ у сосны, содержитъ одинъ зародышевый мѣшокъ или макроспору (*mg. sp.*).

Тотъ фактъ, что макроспорангіи заключены въ полости плодника (т. е. внутри плодолистика) и такимъ образомъ отрѣзаны отъ прямого сообщенія съ вѣншимъ міромъ, составляетъ основное различіе между покрытосѣменными и голосѣменными явнობрачными.

Мы видѣли, что у голосѣменныхъ, какъ и у сосудистыхъ тайнобрачныхъ, спорангіи сидятъ на видоизмѣненныхъ листь-

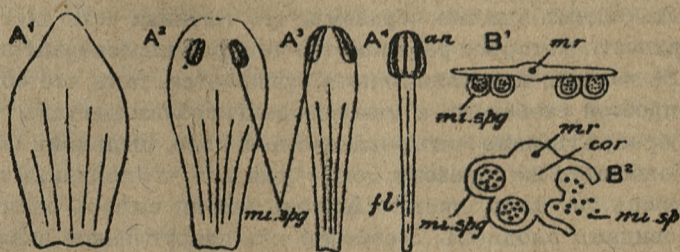


Рис. 127.

А<sup>1</sup>—А<sup>4</sup> Переходъ отъ лепестковъ къ тычинкамъ; *mi. spg* макроспорангіи; *fl* нить; *an* пыльникъ.

В<sup>1</sup> Поперечный разрѣзъ мужского споролистика въ стадіи А<sup>2</sup>; *mg* средняя жилка листика.

В<sup>2</sup> Поперечный разрѣзъ типичнаго пыльника; *cor* овайка; *mg* средняя жилка; нѣтъ два макроспорангія (*mi. spg*), направо выходящіе послѣ разрыва пыльника микроспоры (*mi. sp*).

яхъ, такъ наз. споролистикахъ. У лютика тычинки и пестики настолько отклонились отъ типа листа, что ихъ настоящая природа становится ясна только послѣ сравненія съ другими формами.

У бѣлой кувшинки (*Nuphar alba*) весьма многочисленные вѣнчика расположены, подобно тычинкамъ, спирально, и тѣ и другіе незамѣтно переходятъ другъ въ друга. Слѣдя за лепестками (рис. 127, А<sup>1</sup>) вверху по цвѣтоложу, мы находимъ, что они становятся все уже (А<sup>2</sup>) и наверху ихъ появляются небольшія желтыя лопасти (*mi. spg*). Выше по спирали лопасти становятся все болѣе ясны, а лепестки (А<sup>3</sup>) все уже, и наконецъ лопасти соединяются и образуютъ пыльникъ (А<sup>4</sup>), а пластинка лепестка суживается въ нить, причемъ дисталь-



ный конецъ ея служить для соединенія лепестей пыльника и составляетъ, такъ наз. спайку (*cor*).

Тотъ же самый переходъ отъ лепестковъ къ тычинкамъ виденъ во многихъ махровыхъ цвѣтахъ, напр., махровыхъ цвѣтахъ яблони, въ которыхъ число лепестковъ сильно возрастаетъ вслѣдствіе того, что наружныя тычинки принимаютъ форму лепестковъ, причемъ замѣтны различныя переходныя стадіи отъ типичной тычинки, черезъ неправильные листики съ пыльниковыми лопастями на дистальномъ концѣ, до обыкновеннаго широкаго, бѣлаго лепестка.

Мы видимъ такимъ образомъ, что тычинка есть листъ, на поверхности котораго развиваются четыре микроспорангія (рис. 127, *B*<sup>1</sup>, *mi. spg*); пластинка листа суживается, такъ что образуетъ простой стебелекъ, а микроспорангіи сближены такъ тѣсно, что образуютъ одно четырехлопастное тѣло, пыльникъ (*B*<sup>2</sup>).

Подобнымъ же образомъ можно показать, что плодникъ также построенъ по типу листа. Цвѣтокъ вишни имѣетъ одинъ бутылковидный плодникъ, состоящій изъ закругленной завязи и столбика съ расширеннымъ рыльцемъ. Но когда цвѣтокъ вишни становится махровымъ, нормальный плодникъ замѣщается небольшимъ зеленымъ листикомъ, который похожъ на обыкновенный листъ, но только сложенъ по своей средней жилкѣ, такъ что обѣ половинки его верхней поверхности почти приходятъ въ соприкосновеніе. Представьте, что одна или болѣе краевыхъ лопастей такого листа замѣщаются макроспорангіями, какъ у *Sycas* (рис. 124, *E*), а края проксимальной части сходятся и соединяются (рис. 128, *B*<sup>1</sup>, *B*<sup>2</sup>). Въ результатъ получается замыканіе сѣмяпочекъ въ капсулу, образованную проксимальной частью листа, тогда какъ дистальный конецъ образуетъ столбикъ и рыльце.

Рѣзкая дифференцировка мужскихъ и женскихъ споролистиковъ—не единственное важное различіе между покрытосѣменными и голосѣменными цвѣтами. Столь же характерно и столь же замѣтный шагъ впередъ представляетъ то, что споролистки окружены двумя (иногда одной) группами цвѣточныхъ органовъ, чашелистиковъ и лепестковъ, которые вмѣстѣ образуютъ околоцвѣтникъ. У большинства голосѣменныхъ единственное указаніе на околоцвѣтникъ представляютъ



матоватыми чешуйки, не несущія спорангіевъ при основаніи колосковъ (рис. 121, *A* и *B*, *per*); тогда какъ у покрытосѣменныхъ околоцвѣтників дифференцировался въ двѣ явственныя группы листьевъ

Функція чашелистиковъ, вѣроятно — охранять другія части цвѣтка въ почкѣ; они вообще имѣютъ такую величину, чтобы вполне прикрывать лепестки вѣнчика, тычинки и пестикъ, пока цвѣтокъ не откроется; а затѣмъ они отгибаются назадъ или опадаютъ. На нихъ можно смотрѣть, какъ на листья, которые видоизмѣнились для защиты цвѣтка.

Лепестки вѣнчика имѣютъ совершенно иную функцію. Они болѣе крупны и ярко окрашены и составляютъ самую замѣтную часть цвѣтка; обыкновенно они издаютъ запахъ, и изъ нихъ или какой-нибудь прилежащей къ нимъ части выделяется медъ. Этотъ медъ составляетъ главную пищу многихъ насѣкомыхъ, особенно пчелъ и бабочекъ, которыя, какъ только цвѣтокъ раскроется, посѣщаютъ его и всовываютъ въ него головку или хоботокъ, чтобы сосать сладкій сокъ.

Къ этому времени пыльцевые мѣшки растрескиваются и пыльца выходитъ наружу (рис. 127, *B*<sup>2</sup>). Пыльца обыкновенно не сухая, какъ у голосѣменныхъ, но липкая, такъ что пылинки не легко разнесаются вѣтромъ, а имѣютъ наклонность прилипать другъ къ другу и къ лопнувшему пыльнику. Такимъ образомъ, когда насѣкомое всовываетъ свою головку въ цвѣтокъ, большее или меньшее количество пыльцы пристаетъ къ нему и съ насѣкомымъ переносится на другой цвѣтокъ.

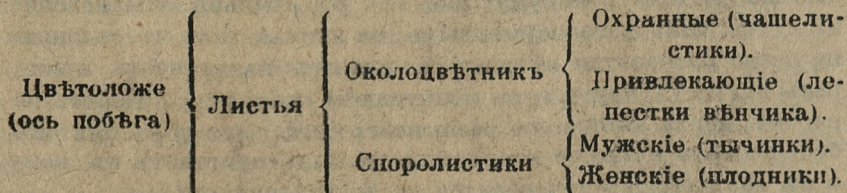
Слѣдуетъ вспомнить, что рыльце пестика покрыто клейкими волосками, вслѣдствіе чего, когда насѣкомое перелетаетъ отъ цвѣтка къ цвѣтку, пыльца, собранная съ тычинокъ одного, переносится на рыльце другого, и такимъ образомъ у всѣхъ высшихъ покрытосѣменныхъ опыленіе совершается при помощи насѣкомыхъ, а не зависитъ, какъ у голосѣменныхъ, отъ случайностей вѣтра.

Такимъ образомъ вѣнчикъ служитъ для привлеченія насѣкомыхъ, которыя по цвѣту и запаху его узнаютъ, что адѣсь есть запасъ меду, и въ поискахъ за пищей они безсознательно приносятъ пользу растенію, содѣйствуя опыленію. Такимъ путемъ опыленіе обезпечено больше, чѣмъ будучи предоставлено



вѣтру, и растение избавляется отъ необходимости производить немнѣтельное количество пыльцы, необходимое для растенія. опыляемаго при помощи вѣтра, гдѣ весьма небольшая часть произведенныхъ пылинокъ попадаетъ по мѣсту назначенія, къ женскому колоску.

Другая важная черта цвѣтка покрытосѣменныхъ, сравнительно съ голосѣнными, есть укорачиваніе оси. Сравненіе рисунка 128, А съ рисункомъ 121, А и С показываетъ, что цвѣтоложе (*fl. r*) покрытосѣменныхъ есть ничто иное, какъ укоротившаяся и расширившаяся ось колоска голосѣнныхъ. Въ результатъ этого происходитъ исчезновеніе междоузлій и сближеніе узловъ, такъ что всѣ листья — чашелистики, лепестки, тычинки и плодолистки скучены на небольшомъ участкѣ. Такимъ образомъ цвѣтокъ покрытосѣменныхъ, подобно колоску голосѣнныхъ, ось видоизмѣненный побѣгъ съ ограниченнымъ ростомъ, ось котораго укоротилась въ цвѣтоложѣ, а листья видоизмѣнились и образуютъ различные органы цвѣтка. Составъ цвѣтка можно поэтому выразить въ видѣ слѣдующей схемы:



Разсмотримъ вкратцѣ еще нѣсколько видоизмѣненій цвѣтка.

У *Helleborus* по общему строенію цвѣтокъ похожъ на лютикъ, но только лепестки маленькіе и трубчатые (рис. 129, А<sup>1</sup>, *pt*), а чашелистики (*cr*) большіе и составляютъ самую замѣтную часть цвѣтка. Плодниковъ (*sp*) немного, 3—6, и они расположены мутовкой и своими боковыми сторонами тѣсно прилежать другъ къ другу (А<sup>2</sup>). Периферическій, т. - е. обращенный наружу край каждаго представляетъ среднюю жилку (*mr*) плодолистика, центральный край, обращенный къ оси цвѣтка—его соединившіеся края (*e*). Къ послѣднему прикрѣплены нѣсколько макроспорангіевъ, расположенныхъ продольнымъ рядомъ.

У колокольчика (*Campanula*) на первый взглядъ кажется



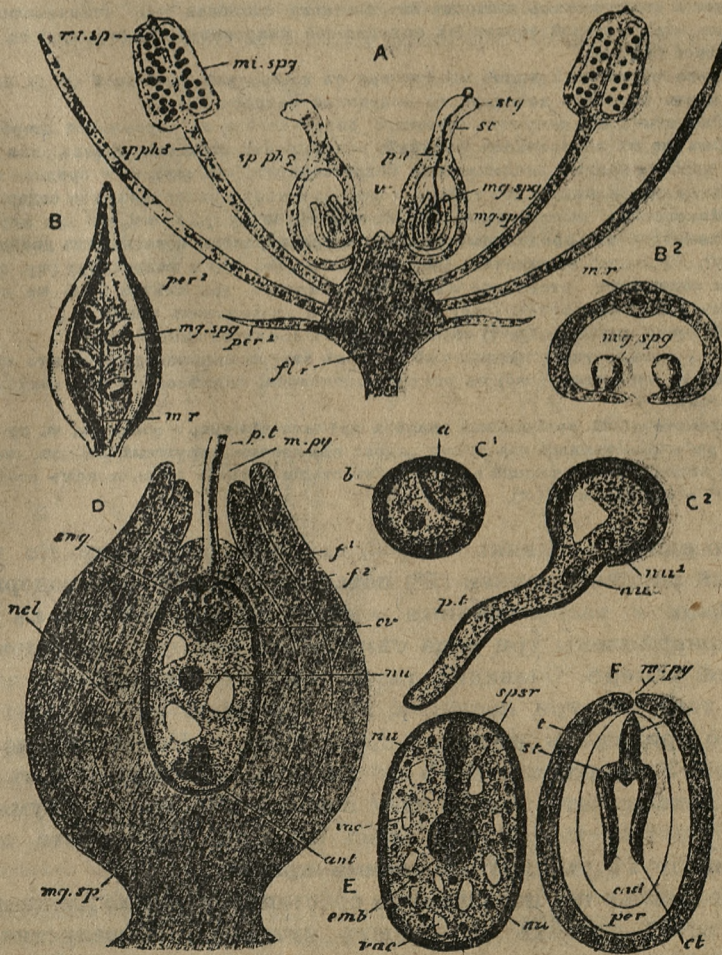


Рис. 128.

### Размножение и развитие покрытосеменных.

А Схематический продольный разрез цветка. *fl.* — цветоложе; *per*<sup>1</sup> — чашелистики, *per*<sup>2</sup> — лепестки вильчика; *sp. ph* ♂ — мужские споролистники или тычинки; *sp. ph* ♀ — женские споролистники или плодники. Мужские споролистники несут микроспорангии (*mi. spg*), заключающие микроспоры (*mi. sp*).



Женский споролистик состоит из плотного столбика (*st*), оканчивающегося рыльцем (*stg*), и поллой завязи (*v*), содержащей макроспорангии (*mg. spg*) съ одной макроспорой (*mg. sp*).

Направо на рыльце видно микроспору съ пыльцевой трубкой (*p. t*), которая через ткань столбика доходит до микропиле макроспорангия.

B<sup>1</sup> Схематический рисунок женского споролистика съ доральной стороны.

B<sup>2</sup> Онъ же въ поперечномъ разрѣзѣ; показываетъ смякание краевъ для образования полости завязи, заключающей макроспорангии (*mg. spg*); *m. r* средняя жилка.

C<sup>1</sup> Микроспора, видны двѣ клетки (*a* и *b*), на которыя распадается ея содержимое.

C<sup>2</sup> Макроспора, выставляющая пыльцевую трубочку (*p. t*); *ni*, *ni'* два ядра.

D Схематический продольный разрѣзъ макроспорангіа, показываетъ двойной покровъ (*f*<sup>1</sup>, *f*<sup>2</sup>), „ядро“ сѣмяпочки (*nc*), сѣмявходъ (*m. ru*) и макроспору (*mg. sp*), послѣдняя содержитъ вторичное ядро (*ni*) въ цевтрѣ, три клетки (*ant*) на проксимальномъ и двѣ синергиды (*syg*) и яйцо (*ov*) на дистальномъ концѣ.

Пыльцевая трубочка (*p. t*) своимъ концомъ касается синергидъ.

E Полусхематический продольный разрѣзъ черезъ макроспору молодого сѣмени; показываетъ зародышъ (*emb*) въ стадіи полапуста, подѣлокъ (*epst*), вакуоли (*vac*) и ядра (*ni*).

F Схематический продольный разрѣзъ зрѣлаго сѣмени, *g* оболочка, *m. ru* сѣмявходъ, *per* образованный изъ ткани „ядра“ сѣмяпочки наружный бѣлокъ, *end* внутренний бѣлокъ, заключающій зародышъ въ стадіи *phyllula* съ зачаткомъ стебля (*st*) корня (*r*) и сѣмядолями (*cd*).

только одинъ плодникъ (*B<sup>1</sup>, ont*) съ тремя рыльцами. Но поперечный разрѣзъ завязи (*B<sup>2</sup>*) показываетъ, что она содержитъ три полости, расположенныя вокругъ продольной оси, къ которой прикрѣплены три ряда сѣмяпочекъ (*mg. spg*), по одному въ каждой камерѣ. Очевидно, такой пестикъ образовался вслѣдствіе того, что три плодника, изъ которыхъ онъ состоитъ, не просто прилежатъ другъ къ другу, какъ у *Helleborus*, но сливаются. У смородины (*Ribes*) пестикъ въ поперечномъ разрѣзѣ показываетъ только одну полость (*C*), но съ двумя рядами сѣмяпочекъ (*mg. spg*); здѣсь плодолистики просто соединились другъ съ другомъ своими краями.

Колокольчикъ показываетъ срастаніе не только плодниковъ, но и всѣхъ другихъ цвѣточныхъ мутовокъ. Чашелистики соединяются и образуютъ чашечку (рис. 129), лепестки соединяются въ колоколовидный вѣнчикъ, а нити тычинокъ соединены внизу. Кромѣ того цвѣтоложе (*f. r*), вмѣсто того, чтобы быть коническимъ, какъ у лютика, представляетъ полную чашу, которая обнимаетъ завязь пестика (*ont*) и сливается съ нею; такимъ образомъ оно утрачиваетъ всякое видимое сходство со стеблемъ и становится просто капсулой пестика, давая по своимъ краямъ прикрѣпленіе другимъ цвѣточнымъ органамъ.



Подробное изучение цветков показывает, что все главные видоизмѣненія цвѣтка происходятъ вследствие измѣненія

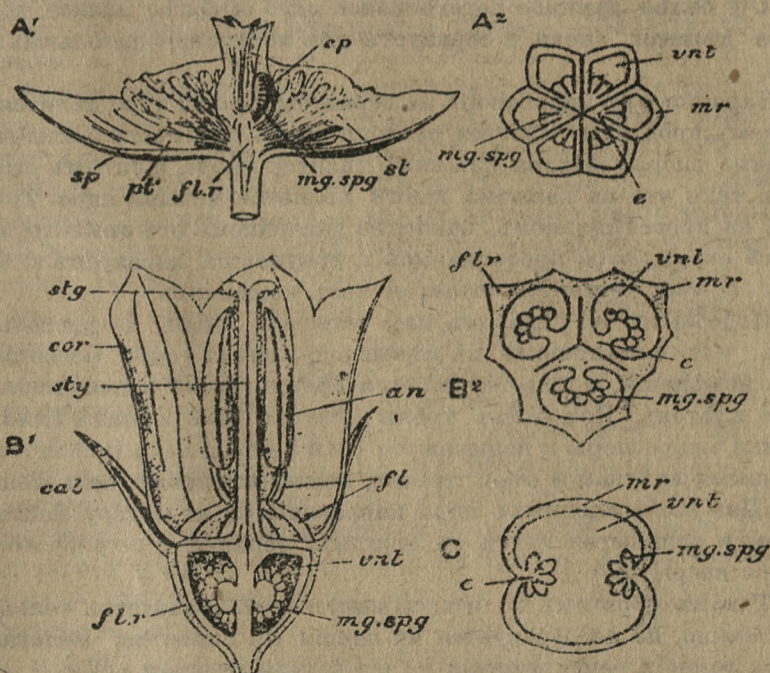


Рис. 129.

A' Вертикальный разрезъ цвѣтка *Helleborus*; *fl. r* цвѣтоложе; *sp* чашелистики; *pt* лепестки вѣнчика; *st* тычинки; *sp* плодники; направо одинъ плодникъ изрѣзанъ продольно и показываетъ макроспорангій (*mg. spg*).

A'' Поперечный разрезъ пестика *Helleborus*, проходящій черезъ завязь (*vnt*) шесть плодниковъ; каждый плодникъ имѣетъ срединную жилку (*mr*) и соединенные края (*c*), къ которымъ прирѣплены макроспорангii.

B' Вертикальный разрезъ цвѣтка колокольчика (*Campanula*); цвѣтоложе (*fl. r*) заключаетъ завязь *vnt* съ макроспорангiями (*mg. spg*); *cal* чашечка; *cor* вѣнчикъ; *an* пыльникъ; *fl* нити тычинокъ; *sty* столбикъ; *stg* рыльце.

B'' Поперечный разрезъ пестика колокольчика внутри цвѣтолога (*fl. r*).

C Поперечный разрезъ пестика смородины (*Ribes*). Обозначения, какъ выше.

формы цвѣтолога, вследствие срастанія одной части съ другой, увеличенія однихъ частей и уменьшенія или полного уничтоженія другихъ.



Микроспоры суть сначала простые клетки, каждая съ двойной клеточной оболочкой и ядромъ. Ядро дѣлится на два (рис. 128, С<sup>1</sup>): болѣе крупное вегетативное ядро и болѣе мелкое, которое дѣлится снова и образуетъ два воспроизводительныхъ ядра.

Заростокъ въ макроспорѣ не образуется, но ея ядро дѣлится, причемъ продукты дѣленія расходятся къ противоположнымъ концамъ споры; каждая изъ нихъ дѣлится снова, а затѣмъ еще разъ, такъ что на каждомъ концѣ является четыре ядра. Три ядра на проксимальномъ, наиболѣе удаленномъ отъ сѣмяночка, концѣ окружаются протоплазмой и получаютъ характеръ клетокъ (*D, ant*); четвертое остается безъ измѣненія.

Подобнымъ же образомъ, изъ четырехъ ядеръ на дистальномъ, или ближайшемъ къ сѣмяночку, концѣ одно остается безъ измѣненія, а три окружаются протоплазмой и получаютъ видъ клетокъ. Изъ этихъ трехъ клетокъ двѣ лежатъ близъ стѣнки макроспоры и называются синергидами (вспомогательными клетками) (*sig*); третья, лежащая глубже, есть яйцо (*ov*). Два неизмѣненныхъ ядра направляются къ центру макроспоры и сливаются другъ съ другомъ, образуя вторичное ядро споры (*an*).

Такимъ образомъ въ каждой макроспорѣ образуется только одно яйцо, но не образуется ни оварія, ни заростка; женская часть гамобія редуцирована до послѣдней степени.

Опыленіе происходитъ, какъ мы видѣли при содѣйствіи вѣтра или при помощи насѣкомыхъ. Микроспоры переносятся на рыльце пестика, гдѣ онѣ прорастаютъ, причемъ каждая развивается пыльцевую трубочку (*A* и *C*<sup>2</sup>, p. 1), которая черезъ ткань рыльца и столбика растетъ внизъ въ колосъ завязи, гдѣ достигаетъ макроспорангія и, входя черезъ сѣмяночку (*D, p, 1*), продолжаетъ путь черезъ „ядро“ сѣмяпочки и наконецъ прикладывается къ дистальному концу макроспоры въ непосредственномъ содѣйствіи съ синергидами.

Въ то же время ядра микроспоры (*C*<sup>2</sup>, *an*, *an*<sup>2</sup>) переключиваются къ концу пыльцевой трубочки. Вегетативное ядро подлежитъ дегенерации, причемъ оно становится морщинистымъ и невосприимчивымъ къ красящимъ веществамъ. Одно изъ двухъ воспроизводительныхъ ядеръ также дегенерируетъ, дру-



гос въ сопровожденіи своей сферы проходить черезъ размяченную кѣлочную стѣнку вздутаго конца пыльцевой трубочки, входить въ яйцо и обыкновеннымъ путемъ сливается съ его ядромъ.

Такимъ образомъ, яйцо оплодотворяется и превращается въ однокѣлочный зародышъ; оно получаетъ кѣлочную оболочку и почти непосредственно затѣмъ дѣлится на двѣ кѣлки, изъ которыхъ лежащая ближе къ сѣмяночку образуетъ подвысокъ зародыша (*E, ant*), а другая кѣлка или собственно зародышъ (*emb*) производитъ тѣлесный кѣлочный агрегатъ, полипластъ. Путемъ дальнѣйшей дифференцировки появляются зачатки стебля (*St, et*, корня) (*r*) и одной или двухъ сѣмядолей (*st*), и зародышъ переходитъ въ стадію *phyllula*.

Пока происходитъ раннее развитіе зародыша, вторичное ядро макроспоры дѣлится и повторно, и продукты дѣленія (*E, nu*) окружаются протоплазмой, причемъ образуется нѣкоторое количество кѣлокъ, которыя при дальнѣйшемъ размноженіи выполняютъ всю незанятую зародышемъ часть макроспоры. Образовавшаяся такимъ образомъ ткань называется *бѣлкомъ* (*F, end*) и по своему положенію вполне соответствуетъ рудиментарному заростку голосѣменныхъ (ср. рис. 121 *D* и *E*), отличаясь отъ послѣдняго только тѣмъ, что образуется послѣ оплодотворенія. Мы имѣемъ здѣсь случай замедленнаго развитія; дегенерация заростка идетъ такъ далеко, что онъ возникаетъ много спустя послѣ образованія яйца, тогда какъ у голосѣменныхъ и сосудистыхъ тайнобрачныхъ яйцо есть только спеціально видоизмѣненная кѣлка заростка.

*Phyllula* продолжаетъ расти и остается заключенной въ макроспороангій, который испытываетъ соответственное увеличеніе и становится сѣменемъ. Одно или нѣсколько сѣмянъ заключены въ завязи пестика, которая значительно растетъ и образуетъ плодъ. Наконецъ, сѣмена освобождаются, *phyllula* высвобождается черезъ лопнувшую кожуру сначала корень, потомъ стебель и сѣмядоли и превращается въ прорастающее растеніе.

Мы видѣли въ этой и двухъ предыдущихъ лекціяхъ, что у высшихъ растений существуетъ гораздо большее однообразие въ организаціи, чѣмъ у высшихъ животныхъ, не только въ ана-



томическомъ и гистологическомъ отношеніи, но и въ развитіи, такъ какъ, начиная отъ мховъ и до высшихъ цвѣтковыхъ растений, замѣчается перемежающееся размноженіе, т.-е. смѣна гамобія и агамобія. Чѣмъ выше мы, однако, восходимъ въ лѣстницѣ растений, тѣмъ болѣе падаетъ гамобій отъ замѣтнаго растенія съ листьями до уровня маленькаго невзрачнаго заростка и, наконецъ, такъ сильно редуцируется, что его можно признать за таковой только путемъ сравненія съ низшими формами.



# ВОПРОСЫ

## ЛЕКЦІЯ I.

### Амёба.

Какой видъ имѣетъ амёба подъ микроскопомъ?

Какъ совершается движеніе амёбы?

Что такое протоплазма, и каковъ химическій составъ ея?

Что такое организационная вода?

Что такое кристаллоиды и коллоиды, и въ чемъ заключается различіе между ними?

На какія вещества распадается протоплазма при разложеніи?

Что такое ядро и ядрышко? хроматиновое и ахроматиновое вещество?

Что такое сократительная вакуоля?

Какъ обнаруживается сократительность протоплазматическаго тѣла амёбы?

Что такое циста, которую образуетъ амёба, и какъ она образуется?

Какъ происходитъ поглощеніе и перевариваніе пищи у амёбы?

Какъ ассимилируется переваренная пища въ живое вещество амёбы?

Какое различіе между ростомъ посредствомъ интуссусцепціи и ростомъ посредствомъ аппозиціи?

Какъ происходитъ выдѣленіе продуктовъ окисленія или горѣнія протоплазмы у амёбы, и каковы эти продукты?

Какъ происходитъ дыханіе у амёбы?

Какой рядъ процессовъ называютъ метаболизмомъ? Что такое конструктивный метаболизмъ и деструктивный метаболизмъ?

Какъ происходитъ размноженіе амёбы? Что такое каріокinesis и каково его значеніе?

Въ чемъ разница между размноженіемъ амёбы и высшаго животнаго, напр. птицы?

Опишите жизненный циклъ *Trichosphaerium*. Чѣмъ отличаются его амёбообразныя споры отъ жгутиковыхъ?

Существуетъ ли у амёбы половой процессъ?



Можно ли считать амёбу простымъ комоккомъ бѣлаго вещества?

Каковъ maximum, minimum и optimum температуры для амёбы?

## ЛЕКЦІЯ II.

### Хламидомонада.

Какой видъ имѣетъ хламидомонада подь микроскопомъ?

Чѣмъ движеніе хламидомонады отличается отъ движенія амёбы?

Отъ чего происходитъ зеленая окраска хламидомонады?

Что такое хроматофоры и пиреноиды?

Какой видъ имѣетъ оболочка хламидомонады, и изъ чего состоитъ она?

! Чѣмъ питаніе хламидомонады отличается отъ питанія амёбы?

Какой способъ питания называютъ животнымъ, и какой растительнымъ?

Чѣмъ выдѣлительные продукты отличаются отъ пластическихъ?

Въ чемъ выражается у хламидомонады дифференцировка строенія и функции?

Какъ происходитъ размноженіе хламидомонады?

Чѣмъ отличается половой процессъ хламидомонады отъ полового процесса у *Trichosphaerium*?

Какое назначеніе имѣетъ циста зиготы?

## ЛЕКЦІЯ III.

### Heteromita.

Гдѣ встрѣчается *Heteromita*, и какой видъ имѣетъ она подь микроскопомъ?

Почему она получила названіе „прыгающей монады“?

Какъ совершается питаніе гетеромиты? Чѣмъ отличается ея питаніе отъ питанія амёбы и хламидомонады? Укажите различіе между растительнымъ, животнымъ и сапрофитнымъ питаніемъ.

Какъ происходитъ размноженіе гетеромиты?

Какъ происходитъ копуляция гетеромиты и развитіе при помощи споръ?

Въ чемъ выражается циклъ развитія гетеромиты?



## ЛЕКЦІЯ IV.

### Euglena.

Какой видъ имѣетъ эвглена подъ микроскопомъ? Какъ происходитъ движеніе ея?

Какъ совершается питаніе эвглены? Отыѣтитъ смѣшанный характеръ ея.

Какъ происходитъ размноженіе эвглены?

Можно ли считать доказаннымъ, что у эвглены нѣтъ полового процесса?

## ЛЕКЦІЯ V.

### Плазмодій маляріи.

Опишите жизненный циклъ плазмодія маляріи и сравните его съ жизненнымъ цикломъ трихосферія и хламидомонады.

Какъ человѣкъ заражается болотной лихорадкой?

Отчего происходитъ пароксизмъ?

Почему пароксизмы болотной лихорадки повторяются черезъ опредѣленные промежутки времени?

Почему промежутки между пароксизмами при разныхъ заболѣваніяхъ могутъ быть различны (каждый день или черезъ 1 или 2 дня)?

Могутъ ли пароксизмы повторяться неограниченное число разъ?

Что такое рецидивъ лихорадки и чѣмъ онъ объясняется?

## ЛЕКЦІЯ VI.

Сравненіе разсмотрѣнныхъ организмовъ съ составными частями высшихъ животныхъ и растений.

Въ чемъ заключается сходство микроскопическихъ низшихъ организмовъ, какъ амѣба, гетеромита, плазмодій маляріи и др. съ элементами, изъ которыхъ построены высшія животныя и растения? Опишите нѣкоторыя клѣтки животнаго и растительнаго организма и укажите на ихъ сходство съ разсмотрѣнными одноклѣточными организмами.

Опишите строеніе клѣтки и ядра. Что такое сфера и центросома?

Опишите сложныя измѣненія, происходящія при дѣленіи ядра.

Что такое прямое и непрямое дѣленіе ядра?

Въ какомъ видѣ начинаютъ свою жизнь всѣ многокѣлочные животныя и растения?



## ЛЕКЦІЯ VII.

### Дрожжи.

Что представляют дрожжи подъ микроскопомъ?

Какъ происходитъ размноженіе дрожжевыхъ грибовъ путемъ почкованія?

Какое различіе между почкованіемъ и дѣленіемъ?

При какихъ условіяхъ и какъ происходитъ размноженіе спорами?

Опишите процессъ алкогольнаго броженія при пивовареніи.

На какомъ искусственномъ питательномъ растворѣ всего удобнѣе изучать физиологію питанія дрожжевыхъ грибовъ? Опишите составъ Пастеровскаго раствора. Какія составныя части этого раствора необходимы для дрожжевыхъ грибовъ, и какія нѣтъ?

Каково дѣйствіе роста и размноженія дрожжевыхъ грибовъ на сахаристую жидкость?

При какихъ условіяхъ происходитъ процессъ броженія?

Почему дрожжевой грибокъ называютъ организованнымъ ферментомъ?

Что такое неорганизованные ферменты? Приведите примѣры такихъ ферментовъ.

## ЛЕКЦІЯ VIII.

### Бактеріи.

Какъ совершается процессъ гніенія? Какіе микроорганизмы принимаютъ участіе въ этомъ процессѣ? Опишите строеніе бактерій. Какъ бактеріи движутся и почему становятся неподвижными?

Какъ происходитъ размноженіе бактерій дѣленіемъ и спорами?

Какъ происходитъ проростаніе споръ?

Каковы жизненные условія различныхъ бактерій?

Приведите примѣръ бактерій, которыя дѣйствуютъ какъ организованные ферменты. Отъ чего зависитъ процессъ скисанія молока? процессъ скисанія пива и вина?

Опишите послѣдовательныя стадіи процесса гніенія.

Каково различіе между бактеріями-сапрофитами и бактеріями-паразитами?



На чемъ основано дѣленіе бактерій на аэробіонты и на анаэробіонты?

Какія ви́шнія вліянія благоприятствуютъ развитію бактерій и какія пагубны для нихъ?

## ЛЕКЦІЯ IX.

### Биогенезисъ и абиогенезисъ.

Что такое теорія биогенезиса и теорія абиогенезиса?

Какъ доказать экспериментально несостоятельность абиогенезиса?

Какъ убиваютъ споры бактерій?

## ЛЕКЦІЯ X.

### Paramaecium, Stylonychia и Oxytricha.

Какихъ инфузорій называютъ рѣсничными? Опишите Paramaecium.

Въ чемъ заключается дифференцировка тѣла у Paramaecium?

Какъ происходитъ движеніе Paramaecium?

Какъ наблюдается дѣятельность сократительныхъ вакуолей?

Какъ наблюдается процессъ принятія пищи у Paramaecium?

Что такое пищевыя вакуоли? Какія вещества можетъ переваривать Paramaecium?

Что такое триходисты? Какъ наблюдать ихъ всего лучше?

Какъ происходитъ размноженіе Paramaecium?

Какъ происходитъ конъюгація у Paramaecium? Какое значеніе имѣетъ этотъ процессъ? Чѣмъ отличается конъюгація Paramaecium отъ полового процесса у Trichosphaerium, хламидомонады и пр.?

Опишите инфузорию Stylonychia mytilus.

Какъ двигается Stylonychia, и какъ соотносится съ этимъ видоизмѣненны и дифференцированы у нея рѣснички?

Опишите раздробленіе ядра у Oxytricha.

## ЛЕКЦІЯ XI.

### Opalina.

Гдѣ встрѣчается Opalina, и какой видъ имѣетъ она подъ микроскопомъ?



- Какъ получается многоядерность опалины?  
Какъ происходитъ питаніе опалины?  
Въ чемъ сущность внутренняго паразитизма? Въ чемъ сходство съ сапрофитнымъ питаніемъ?  
Какъ происходитъ размноженіе и распространеніе опалины?

## ЛЕКЦІЯ XII.

### Vorticella и Zoothamnium.

- Опишите дифференцировку тѣла сувойки (Vorticella).  
Какъ движенія рѣсничекъ содѣйствуютъ поглощенію пищи?  
Опишите строеніе и сокращеніе стебелька?  
Какъ происходитъ размноженіе дѣленіемъ?  
Чѣмъ обезпечивается распространеніе сувоекъ?  
Какъ происходитъ конъюгація? Какова дифференцировка гаметъ?  
Сравните результатъ конъюгаціи у Heteromita, у Paramacium и у сувойки.  
Какъ происходитъ размноженіе спорами?  
Опишите колониальную форму Zoothamnium.  
Какъ выражается диморфизмъ у Zoothamnium.

## ЛЕКЦІЯ XIII.

### Виды и ихъ происхожденіе. Принципы классификаціи.

- Что называютъ видомъ? Поясните это на примѣрѣ Zoothamnium.  
Что можно назвать естественной классификаціей живыхъ существъ?  
Что такое теорія творенія и теорія развитія? Поясните обѣ теоріи на примѣрѣ Zoothamnium.  
Какое преимущество имѣетъ теорія развитія передъ теоріей творенія?  
Каково отношеніе между разновидностью и видомъ?

## ЛЕКЦІЯ XIV.

### Фораминиферы, радіоларіи и діатомеи.

- Опишите строеніе фораминиферъ.  
Какъ происходитъ ростъ ихъ и наростаніе новыхъ камеръ?



Опишите строение радиолария.

Что представляют встречающиеся въ радиоларіях „жел-  
тыя клетки“?

Что называют симбиозомъ? Чѣмъ отличается симбиозъ отъ  
паразитизма?

Каковы отношенія между радиоларіей и живущими въ ней  
*Zooxanthella*?

Опишите строение діатомей. Какъ происходитъ ихъ дви-  
женіе?

## ЛЕКЦІЯ XV.

### Плѣсень.

Что такое плѣсень и какъ получить ее?

Что такое мицелій, гифы, воздушныя гифы, спорангіи?

Сравните *Mucor* съ дрожжевой клеткой.

При какихъ условіяхъ растеніе *Mucor* изъ одноклѣточного  
становится многоклѣточнымъ?

Какъ происходитъ ростъ спорангія и образованіе споръ?

Какъ происходитъ прорастаніе споръ и развитіе изъ нихъ  
гифъ?

Какъ происходитъ у *Mucor* процессъ конъюгации?

Сравните сливающиеся гаметы и продуктъ слиянія—зиготу  
у *Mucor*, *Heteromita* и *Vorticella*.

Какую дифференцировку замѣчаемъ мы у *Mucor* въ воз-  
производительныхъ клеткахъ?

Какъ происходитъ питаніе у *Mucor*?

Въ чемъ выражается геліотропизмъ *Mucor*?

## ЛЕКЦІЯ XVI.

### *Vaucheria* и *Caulerpa*.

Опишите строение *Vaucheria*.

Какъ происходитъ бесполое размноженіе вошерій?

Какъ происходитъ половое размноженіе вошерій, и чѣмъ  
оно отличается отъ подобнаго же процесса у всѣхъ рассмотре-  
нныхъ до сихъ поръ организмовъ?

Что называютъ ооспермомъ? Какъ онъ образуется и раз-  
вивается?

Какъ происходитъ питаніе вошерій?

Опишите строение *Caulerpa*. Чѣмъ замѣчательно это ра-  
стеніе?



## ЛЕКЦІЯ XVII.

### Отличительные признаки животных и растений.

Каково морфологическое различіе между типичными животными и растительными организмами?

Каково различіе въ питаніи между животными и растительными организмами?

Каково различіе въ питаніи между организмами съ хлорофилломъ и безъ хлорофилла?

Дайте краткія характеристики типичныхъ животныхъ и растительныхъ организмовъ, и попытайтесь на основаніи этихъ опредѣленій анализировать, къ какому изъ двухъ царствъ относятся по своимъ признакамъ амёба, хламидомонада, *Euglena*, *Heteromita*, плазмодій малярін, *Saccharomycetes* и бактеріи.

Что называютъ царствомъ протистовъ?

## ЛЕКЦІЯ XVIII.

### *Penicillium* и *Agaricus*.

Что такое *Penicillium*, и какъ всего лучше посѣять его споры?

Какой шагъ впередъ замѣчаемъ мы въ строеніи *Penicillium* сравнительно съ разсмотрѣнными до сихъ поръ организмами?

Какъ происходитъ образованіе споръ?

Какъ происходитъ прорастаніе споръ и ростъ гифъ?

Гдѣ встрѣчается *Penicillium*, и чѣмъ объясняется его распространенность?

Опишите строеніе шляпочнаго гриба.

## ЛЕКЦІЯ XIX

### *Spirogyra*.

Опишите строеніе *Spirogyra* подъ микроскопомъ.

Что называютъ первичнымъ мѣшечкомъ?

Какъ происходитъ дѣленіе клѣтокъ спирогиры?

Какое различіе между интерстиціальнымъ и верхушечнымъ ростомъ?

Какъ происходитъ половое размноженіе спирогиры?

Каково сходство и различіе въ половомъ процессѣ между спирогирой, *Mucor* и вошеріей?



Какія нити спирогиры называютъ однодомными и какія двудомными?

Что называютъ партеногенезисомъ?

Какъ происходитъ прорастаніе зиготы?

## ЛЕКЦІЯ XX.

### Monostroma, Ulva и Nitella.

Почему Monostroma называютъ плоскостнымъ клѣточнымъ агрегатомъ?

Какъ происходитъ дѣленіе клѣтокъ Monostroma?

Почему Ulva называютъ тѣлеснымъ клѣточнымъ агрегатомъ?

Какъ происходитъ дѣленіе клѣтокъ Ulva?

Опишите растеніе Nitella. Что называютъ ризоидами? Что такое мутовки листьевъ, сегментъ, узелъ, междоузлие, первичная и вторичная ось?

Опишите микроскопическое строеніе Nitella?

Какъ происходитъ ростъ Nitella?

Опишите строеніе спермарія. Какъ развиваются сперматозоиды?

Опишите строеніе оварія.

Опишите развитіе спермарія и оварія.

Сравните Nitella съ Caulerpa и Spirogyra.

Какъ происходитъ развитіе Nitella?

## ЛЕКЦІЯ XXI.

### Гидра.

Какой видъ имѣетъ гидра подъ микроскопомъ?

Какъ происходитъ сокращеніе гидры, и какъ она передвигается?

Опишите микроскопическое строеніе гидры.

Какіе элементы производятъ сокращеніе гидры?

Опишите строеніе и дѣйствіе стрекательныхъ капсулъ.

Чѣмъ отличается процессъ пищеваренія гидры отъ такого же процесса амёбы и Paramecium?

Какъ происходитъ размноженіе гидръ путемъ мочкованія?

Какъ образуются половые продукты у гидры?



## ЛЕКЦІЯ XXII.

**Гидроидные полипы: *Bougainvillea*, *Diphyes* и *Porpita*.**

Опишите колонию *Bougainvillea*. Въ чемъ выражается диморфизмъ колоніи?

Чѣмъ отличаются щупальца гидроидныхъ полиповъ отъ щупалецъ гидры?

Что такое кутикула, какъ она образуется и какую роль играетъ у гидроидныхъ полиповъ?

Опишите строеніе медузы.

Путемъ какихъ измѣненій можно произвести форму медузы отъ гидроподобнаго тѣла?

Опишите нервную систему медузы.

Какъ происходитъ размноженіе *Bougainvillea*?

Какъ происходитъ развитіе гидроидныхъ полиповъ?

Что такое перемежающееся размноженіе?

Въ чемъ выражается полиморфизмъ колоніи *Diphyes* и *Porpita*?

## ЛЕКЦІЯ XXIII.

**Сперматогенезъ и овогенезъ. Созрѣваніе и оплодотвореніе яйца. Отношеніе между одноклеточными и двуслойными животными.**

Опишите развитіе и строеніе сперматозоидовъ.

Что называютъ редуціоннымъ дѣленіемъ?

Опишите развитіе и строеніе яйца.

Въ чемъ заключается созрѣваніе яйца?

Въ чемъ состоитъ процессъ оплодотворенія?

Укажите наиболѣе существенныя различія между одноклеточными и многоклеточными формами.

Опишите колоніи *Pandorina* и *Volvox*. Какое отношеніе существуетъ между этими формами и зародышевыми стадіями высшихъ животныхъ?

## ЛЕКЦІЯ XXIV и XXV.

### ***Polygordius*.**

Опишите строеніе *Polygordius*.

Что такое полость тѣла и целомическій эпителий?

Какъ наглядно представить отношеніе между полужной стѣнкой тѣла, кишечнымъ каналомъ и полостью тѣла



Сравните слои тела у двуслойного гидродного полипа и трехслойного червя.

Чѣмъ поддерживается кишечный каналъ у *Polygordius*?

Изъ какихъ отдѣловъ состоитъ кишечный каналъ? Какъ питается *Polygordius*?

Опишите сосудистую систему у *Polygordius*.

Что такое гемоглобинъ и какова его роль при дыханіи?

Опишите выдѣлительные органы *Polygordius*.

Опишите нервную систему *Polygordius* и сравните ее съ нервной системой медузы.

Въ какомъ отношеніи находятся между собой различные отдѣлы нервной системы? Что называютъ рефлективнымъ дѣйствіемъ?

Сравните *Polygordius*, относительно сложности и дифференцировки строенія, съ разсмотрѣнными до сихъ поръ животными. Какія ткани находимъ мы у *Polygordius*?

Какъ происходитъ размноженіе *Polygordius*?

Опишите строеніе личинки *Polygordius*.

Какъ образуется изъ бластулы гастрюла? изъ гастрюлы трохосфера?

Путемъ какихъ послѣдовательныхъ измѣненій трохосфера превращается во взрослое животное?

Сравните послѣдовательныя стадіи развитія *Polygordius* съ амѣбой, съ *Pandorina*, *Volvox*, гидрой и медузой.

## ЛЕКЦІЯ XLVI.

### Главные отдѣлы животнаго царства.—Морская звѣзда.

Сколько типовъ животнаго царства различаютъ обыкновенно, и каковы эти типы?

Опишите строеніе морской звѣзды. Какъ двигается морская звѣзда?

Что такое кожныя жабры и педицеллярии?

Изъ чего состоитъ скелетъ морской звѣзды?

Опишите амбулякральную систему морской звѣзды.

Опишите строеніе кишечнаго канала, кровеносной и нервной системы.

Какой общій планъ строенія замѣчается во всѣхъ органахъ?

Какъ происходитъ развитіе морской звѣзды?



## ЛЕКЦІЯ XXVII.

### Ракъ.

Какой планъ строенія замѣчаемъ мы у рака, и въ чемъ выражена у него сегментация?

Какія части тѣла замѣтны снаружи у рака? Что представляетъ его наружный скелетъ?

Изъ сколькихъ сегментовъ состоитъ брюшко?

Въ какой степени подвижны эти сегменты?

Въ чемъ выражается сегментация груди?

Какіе придатки замѣчаемъ мы у рака?

Опишите, изъ какихъ частей состоятъ плавательныя ножки, и прослѣдите, какъ измѣняются эти части въ другихъ придаткахъ.

Сколько сегментовъ можемъ мы различать въ тѣлѣ рака, и изъ какихъ сегментовъ состоитъ голова, грудь и брюшко?

Какъ сочленены другъ съ другомъ членики конечностей?

Опишите мышцы брюшка и конечностей.

Опишите органы пищеваренія рака.

Какъ устроены органы дыханія рака? Какъ дѣлятся жабры по мѣсту отхожденія?

Гдѣ находятся выдѣлительныя органы?

Изъ какихъ отдѣловъ состоитъ кровеносная система рака? Опишите ихъ.

Сравните кровеносныя сосуды рака съ сосудами *Polygordius*.

Что такое гемоцианинъ, и какова его роль при дыханіи?

Опишите нервную систему и органы чувствъ.

Какое строеніе имѣютъ яичникъ и сѣменная железа рака?

Какъ происходитъ развитіе яйца рака?

## ЛЕКЦІЯ XXVIII.

### Прѣсноводная ракушка.

Опишите общее строеніе прѣсноводной ракушки. Что такое мантия?

Опишите строеніе и ростъ раковины. Изъ какихъ слоевъ состоитъ раковина? Какимъ образомъ открывается и закрывается раковина?

Какія мышцы втягиваютъ и выдвигаютъ ногу?

Есть ли у ракушки полость тѣла, и гдѣ она?



Опишите различные части кишечного канала у ракушки. Опишите строение жабр. Какъ идетъ токъ воды въ жабрахъ? Какой другой органъ ракушки имѣетъ дыхательную функцію?

Какіе органы выполняютъ выделительную функцію?

Какъ происходитъ кровообращеніе у ракушки?

Сравните нервную систему ракушки съ нервной системой *Polygordius* и рака.

Какіе органы чувствъ найдены у ракушки?

Гдѣ развиваются яйца ракушки?

Какъ происходитъ развитіе ракушки, и какое строеніе имѣетъ ея личинка?

## ЛЕКЦІЯ XXIX.

### Акула.

Какія части замѣтны снаружи. въ тѣлѣ акулы?

Какіе различаютъ плавники, и сколько ихъ?

Какую роль при плаваніи играетъ хвостъ, грудные плавники и непарные плавники?

Изъ чего состоитъ наружный скелетъ акулы?

Какъ расположены мышцы туловища?

На какіе отдѣлы дѣлится полость тѣла?

Изъ какихъ частей состоитъ скелетъ головы?

Опишите позвоночникъ акулы. Что такое хорда?

Опишите скелетъ непарныхъ и парныхъ плавниковъ.

Опишите кишечный каналъ и пищеварительныя железы.

Какъ происходитъ дыханіе акулы?

Опишите ходъ кровообращенія акулы. Сравните главные сосуды акулы съ сосудами *Polygordius* и рака.

Изъ какихъ частей состоитъ кровь акулы?

Что такое лимфатическая система?

Опишите строеніе головного мозга акулы.

Какъ отходятъ нервы отъ спинного мозга?

Какіе нервы отходятъ отъ головного мозга?

Что такое боковая линія?

Изъ чего состоитъ органъ обонянія?

Какое строеніе имѣетъ глазъ?

Опишите строеніе органа слуха.

Опишите выделительныя органы акулы. Какое строеніе имѣютъ почки у зародыша акулы?



Опишите сѣменные железы, яичникъ и ихъ выводные протоки.

Какъ происходитъ развитіе яйца акулы? Что такое желточный мѣшокъ?

### ЛЕКЦІЯ XXX.

#### М х и.

Изъ какихъ частей состоитъ растеніе-мохъ?

Опишите листья и ризоиды. Изъ чего состоитъ срединная жилка листа?

Что такое склеренхима и осевой пучекъ?

Какъ образуются сегменты путемъ дѣленія верхушечной клѣтки?

Какъ происходитъ бесполое размноженіе мховъ?

Какъ происходитъ половое размноженіе? Опишите строеніе антеридіевъ и архегоніевъ.

Какое различіе между развитіемъ зародыша мха и развитіемъ животнаго зародыша?

Что такое спорогоній, и какъ образуются споры?

Какъ происходитъ прорастаніе споры?

Въ чемъ выражается перемежающееся размноженіе у мховъ?

Какъ происходитъ питаніе мховъ

### ЛЕКЦІЯ XXXI.

#### Папоротниковъ.

Опишите растеніе—папоротникъ.

Изъ какихъ частей состоитъ стебель? Опишите строеніе паренхимы, гиподермы, склеренхимы и сосудистыхъ пучковъ. Что такое спиральныя и лѣстничныя сосуды?

Какія растенія называютъ сосудистыми и почему?

Что такое древесина, лубъ и ситовидныя трубки?

Какъ происходитъ верхушечный ростъ папоротника? Что такое меристема?

Опишите строеніе листа папоротника. Что такое устьица?

Опишите строеніе корня. Что такое корневой чехликъ?

Какъ происходитъ бесполое размноженіе у папоротниковъ?



Какъ происходитъ половое размноженіе? Опишите строеніе антеридіевъ и архегоніевъ и развитіе зародыша.

Какое существенное различіе между развитіемъ растительнаго и животнаго зародыша?

Сравните гамобій и агамобій у мховъ и папоротниковъ.

### ЛЕКЦІЯ XXXII.

#### Главные отдѣлы растительнаго царства.—*Equisetum*. *Salvinia*. *Selaginella*.

Въ чемъ сходство высшихъ растений съ папоротниками?

Каковы главные отдѣлы растительнаго царства?

Опишите растеніе-хвощъ и строеніе его стебля. Что такое безплодные и плодущіе побѣги? Что такое споролистки?

Какова особенность спора у хвощей?

Чѣмъ замѣчательны развивающіеся изъ споръ заростки?

Укажите у хвощей половое и безполое поколѣніе.

Опишите растеніе-*Salvinia*.

Чѣмъ отличаются сорусы, спорангій и споры *Salvinia* отъ соответствующихъ образованій папоротниковъ?

Какъ прорастаютъ у *Salvinia* микроспоры и макроспоры?

Какое различіе въ половомъ диморфизмѣ между *Salvinia* и хвощами?

Укажите у *Salvinia* половое и безполое поколѣніе.

Чѣмъ отличается *Selaginella* отъ мховъ?

Опишите строеніе колосковъ у *Selaginella*?

Какъ прорастаютъ у *Selaginella* микроспоры и макроспоры?

Укажите у *Selaginella* половое и безполое поколѣніе.

### ЛЕКЦІЯ XXXIII.

#### Голосѣмный.

Опишите общій видъ и особенности голосѣмныхъ растений.

Чѣмъ отличается стволъ голосѣмныхъ отъ ствола мховъ и папоротниковъ?

Какъ происходитъ ростъ въ толщину ствола и вѣтвей?

Отчего происходятъ годовыя кольца древесины?

Отчего зависитъ способность къ неограниченному росту



голосѣменныхъ? Каково расположеніе тканей въ сосудистыхъ пучкахъ?

Какова роль камбіа?

Изъ какихъ элементовъ состоитъ древесина и лубъ у голосѣменныхъ?

Опишите мужскіе и женскіе колоски голосѣменныхъ.

Опишите строеніе и сѣмяпочки. Что такое зародышевый мѣшокъ?

Какъ происходитъ опыленіе и оплодотвореніе у голосѣменныхъ?

Какъ происходитъ прорастаніе сѣмени?

Въ чемъ выражается редукція полового поколѣнія у голосѣменныхъ?

#### ЛЕКЦІЯ XXXIV.

#### Покрѣтосѣменные.

Что такое двудольныя и однодольныя растенія?

Чѣмъ различается расположеніе тканей у двудольныхъ и однодольныхъ? Почему стебель однодольныхъ неспособенъ къ неограниченному росту?

Какое общее различіе можно подмѣтить между листьями двудольныхъ и однодольныхъ?

Опишите части цвѣтка лютика.

Въ чемъ заключается основное различіе въ строеніи цвѣтка между покрѣтосѣменными и голосѣменными?

Какіе факты показываютъ, что какъ тычинки, такъ и плодники суть видоизмѣненные листья (споролистники)?

Какова функція чашечки и вѣнчика цвѣтка?

Чѣмъ обуславливаются различныя видоизмѣненія цвѣтка?

Какъ совершается опыленіе при помощи насѣкомыхъ?

Какъ происходитъ оплодотвореніе яйца и развитіе зародыша?

Въ чемъ можемъ мы видѣть рудиментарный заростокъ?



## Алфавитный указатель и глоссарій.

### А.

**Абиогенезисъ** (*а*, не; *βίος*, жизнь; *γενεσις*, происхождение), происхождение организмовъ изъ неживой матеріи. 90.

**Автоматизмъ** (*αὐτόματος*, дѣйствующій по собственной волѣ), 3.

**Агамобій** (*а*, не; *γάμος*, бракъ; *βίος*, жизнь) безполсе поколѣніе въ организмахъ съ перемежающимся размноженіемъ.

**Амбулаторная** (*ambulare*, гулять) система морской звѣзды, 270.

**Амёба** (*άμοιβός*, амѣбичивый), 1.

**Анальный** (*anus*, заднепроходное отверстіе) сегментъ, *Polygordius*, 238.

**Анатомія** (*ἀνατέμνω*, разчленію) изученіе строенія организмовъ путемъ ихъ разчлененія, 255.

**Анаэробіонты** (*а*, не; *αἴρ*, воздухъ; *βίος*, жизнь), микробы, которые могутъ обходиться безъ свободнаго кислорода, 88.

**Ангиоспермае** (*ἀγγείον*, сосудъ, вѣстилице; *σπέρμα*, сѣмя), 371.

**Антеридій** (*anthera*, пыльникъ; *είδος*, видъ), см. спермарій.

**Аппозиція** (*ad*, къ; *ponere*, класть) ростъ путемъ накладыванія снаружи, 12.

**Аристотель** греческій философъ, приверженецъ абиогенезиса. 91.

**Arthropoda** (*ἄρθρον*, членикъ; *πούς*, нога), 269.

**Архетоній** (*αρχή*, начало; *γένος*, произведеніе) обыкновенное названіе оварія высшихъ тайнобрачныхъ растений.

**Аспарагизъ**, 31.

**Ассимиляція** (*assimilare*, дѣлать подобнымъ) превращеніе питательныхъ веществъ въ живую протоплазму, 11.

**Атрофія** (*α*, безъ; *τροφή*, питаніе) истощеніе.

**Ахроматизъ** (*а*, не; *χρῶμα*, краска) вещество ядра, которое вовсе не окрашивается или слабо окрашивается, 6.

**Аэробіонты** (*αἴρ*, воздухъ; *βίος*, жизнь), микробы, которымъ необходимо свободный кислородъ, 88.

### Б.

**Бактеріи** (*βακτηρίον*, маленькая палочка), 81.

**Бациллы** (*bacillum*, палочка), 81.

**Биогенезисъ** (*βίος*, жизнь; *γενεσις*, происхождение), происхождение организмовъ отъ раннихъ существовавшихъ организмовъ, 90.

**Биологія** (*βίος*, жизнь; *λογία*, ученіе) наука о живыхъ существахъ.

**Bougainvillea** (названа по име-



ни французскаго мореплавателя Бугенвилля), 208.

## В.

- Вакуоли** (vacuus, пустой), 60.  
**Velum** (вуаль) медузы, 215.  
**Вентральный** (venter, брюхо), 34.  
**Vibratio** (vibrare, колебаться), 34.  
**Висцеральный** (viscera, внутренности) листок целомического эпителия, покрывающий кишечный каналъ и другіе внутренніе органы, 241.  
**Volvox** (volvo, катать, спертывать), 234.  
**Vorticella** (уменьшительное от vortex, водоворотъ), 115.  
**Vaucheria** (названа по имени швейцарскаго ботаника Vaucher), 151.

## Г.

- Гамета** (γαστήρ, вступать въ бракъ), конъюгирующая клѣтка опредѣленнаго или неопредѣленнаго пола, 36.  
**Гамосій** (γαστήρ, бракъ; βίος, жизнь); половое поколѣніе у организмовъ съ перемежающимся размноженіемъ.  
**Ганглий** (γαστήρ, вздутіе), вздутіе нервнаго ствола, содержащее скопленіе нервныхъ клѣтокъ.  
**Гастрюла** (уменьшительное от γαστήρ, желудокъ), двулопастная стадія зародыща животныхъ, заключающая пищеварительную полость съ отверстіемъ наружу, 260.  
**Гематокромъ** (αἷμα, кровь; χρομα, цвѣтъ), красное красящее вещество близкое къ хлорофилу.  
**Гемоглобинъ** (αἷμα, кровь; globus, круглое тѣло), красящее вещество красныхъ кровяныхъ тѣлецъ, 57.  
**Гермафродитный** (ἐρμαφρόδιτος, Гермесъ и Афродита) или однополодный, примѣняется къ организмамъ, у которыхъ муж-

скіе и женскіе органы находятся у одной и той же особи, 205.

- Heteromita** (ἕτερος, различный; мѣтос, нить, жгутъ), 38.  
**Гидра** (ἵδρα, гидра, мисологическое названіе), 194.  
**Гидрантъ** (ἵδρα, см. выше; ἄνθος, цвѣтокъ) питательный зооидъ гидроидныхъ полиповъ, 210.  
**Гидроидные** (ἵδρα, см. выше; ἴδρος, форма) полипы (πολύπους, многоногий), сложные организмы (колоніи), которыхъ зооиды имѣютъ общее сходство съ гидрой, 208.  
**Gymnospermae** (γυμνός, голый; σπέρμα, сѣмя), 371.  
**Гипертрофія** (ὕψος, черезъ; τροφή, питаніе) увеличеніе въ размѣрахъ за обычные предѣлы.  
**Gynodermis** (ἵδρα, подъ; δέρμα, кожа), 356.  
**Гипостомъ** (ἵδρα, подъ; στόμα, ротъ), 196.  
**Гистологія** (ἱστίον, ткань; λόγος, наука) ученіе о тканяхъ или микроскопическая анатомія, 255.  
**Гифа** (ὑφαίνειν, ткать), названіе отдѣльных нитей гриба, 142.  
**Гомологичные** (ὁμόλογος, сходный), органы; такъ называются органы, имѣющие одинаковое происхожденіе.  
**Гомоморфный** (ὁμός, одинаковый; μορφή, форма) существующій въ одной формѣ, 124.  
**Гонады** (γόνος, потомство), органы полового размноженія, опредѣленнаго или неопредѣленнаго пола, т. е. органы, производящіе либо недифференцированныя гаметы, либо дифференцированныя: яйца или сперматозоиды, 177.

## Д.

- Диастоле** (διαστολή, отдѣлю), фаза расширенія сердца и сократительной вакуоли, 101.  
**Диатомей** (διατέμειν, разрѣзать)



названы такъ потому, что раковина раздѣлена на двѣ створки, 139.

**Диатомикъ**, характерное желтое красящее вещество диатомей, 137.

**Диморфный** (*dis*, дважды; *морф*, форма), существующій въ двухъ формахъ, 122.

**Дифференцировка** (*differe*, различаться).

**Дихотомическій** (*dichotomus*, рѣзать пополамъ), такъ называютъ вѣтвление, когда стволъ дѣлится на двѣ одинаковыхъ вѣтви, 124.

**Дистальный конецъ**, наиболѣе удаленный отъ мѣста приращенія, 115.

**Диплузъ** (*diplois*, двойной), 220.

**Дорзальный** (*dorsum*, спина) 38.

## Е.

**Euglena** (*euglenos*, съ блестящими глазами), 45.

**Equisetum** (*equis*, лошадь; *setum*, щетина), 372.

## Ж.

**Желтокъ**, 68.

**Желудокъ**, 59.

## З.

**Зигоспора** (*zygos*, ярмо; *спора*, сѣмя), покоящаяся зигота, образованная путемъ конъюгации одинаковыхъ гаметъ.

**Зигота** (*zygotos*, запряженный въ пару), продуктъ конъюгации двухъ гаметъ, 36.

**Зоондъ** (*zyon*, животное; *ндос*, форма) отдѣльная особь сложнаго организма или колоніи, 122.

**Zoothamnium** (*zyon*, животное; *тамнос*, кустъ), 115.

**Zoosanthella** (*zyon*, животное; *сантосъ*, желтый), 138.

## И.

**Индивидуализація** (*individuum*, недѣлимое, особь), 204.

**Инсоляція** (*insolare*, выставить на солнце) дѣйствіе прямого солнечнаго свѣта, 89.

**Интеррадіальный** (между радіусами), 271.

**Интерстиціальнѣй** (*interstitium*, промежутокъ) ростъ, 177.

**Интусусценція** (*intus*, внутрь; *suscipere*, принимать) присоединеніе новаго матеріала внутрь, 11.

**Инфузоріи** (*infusum*, настой), 98.

## К.

**Канальцевыя кѣтки** оварія, 348.

**Каріокinesisъ** (*karion* ядро, *кисис*, движеніе) непрямое дѣленіе ядра, 67.

**Скаутелла** (*karlos*, стволъ; *телло*, ползу), 156.

**Классификація**, 126.

**Кѣтка**, 59.

**Кѣточный агрегатъ**, 61.

**Коллоиды** (*kollos*, клей; *идос*, видъ), 5.

**Колоніи**, 129.

**Коммиссура** (*commissura*, связь), 249.

**Конъюгация** (*conjugatio*, соединеніе) соединеніе двухъ кѣтокъ при половомъ размноженіи, 20.

**Кристаллоиды** (*krystallos*, кристаллъ; *идос*, видъ), 5.

**Кутикула** (*cuticula*, уменьш. отъ *cutis*, кожа), 211.

## Л.

**Лейкоциты** (*leukos*, бѣлый; *китос*, кѣтка), бѣлыя кровяныя тѣльца, 57.

**Лигнитъ** (*lignum*, дерево), 356.

**Линейный агрегатъ**, 167.



**М.**

**Макрогамета** (*μακρός*, большой; *υαίη*, вступать въ бракъ), женская гамета, отличающаяся болѣею величиною отъ мужской или микрогаметы, 36.

**Макрозоидъ** (*μακρός*, большой; *ζωον*, животное; *είδος*, форма), болѣе крупный зооидъ у организмовъ съ диморфными зооидами, 119.

**Macronucleus** (*μακρός*, большой; *nucleus*, ядро), 101.

**Макроспора** (*μακρός*, большой; *σπορα*, сѣмя) женская спора у растений съ диморфными спорами, отличающаяся болѣею величиною отъ мужской или микроспоры, 377.

**Макроспорангій** (*μακρός*, большой; *σπορα*, сѣмя; *ανθρίον*, сосудъ) женскій спорангій у растений съ диморфными спорангіями, обыкновенно отличающійся болѣе значительной величиною отъ мужского или микроспорангія, 376.

**Macroscutis** (*μακρος*, длинный; *αδότης*, пузырь),

**Маларія** (*malar*, дурной; *aria*, воздухъ), 50.

**Manubrium** (*manubrium*, ручка медузы), 212.

**Медуза** (мифологическое имя) свободноплавающий воспроизводительный зооидъ гидроидныхъ полиповъ, 210.

**Медузоидъ** (медуза, см. выше; *είδος*, форма) воспроизводительный зооидъ, имѣющій форму несовершенной медузы, 222.

**Мезентерій** (*μέσος*, находящійся въ серединѣ; *έντερον*, кишечникъ) перепонка соединяющая кишечный каналъ со стѣнкой тѣла, 243.

**Мезодерма** (*μέσος*, средній; *δερμα*, кожа), средній слой трехслойныхъ животныхъ, 242.

**Мезофиллъ** (*μέσος*, находящійся въ серединѣ; *φύλλον*, листь) паренхима листьевъ, 361.

**Меланинъ** (*μελαν*, черное), черный пигментъ, 51.

**Меристема** (*μερίζω*, дѣлить) индифферентная ткань растений, изъ которой дифференцируются постоянныя ткани, 360.

**Мерозоитъ** (*μερίζω*, дѣлить; *ζωον*, животное), 52.

**Метаболизмъ** (*μεταβαλή*, превращеніе), цѣлый рядъ процессовъ, находящихся въ связи съ образованіемъ протоплазмы; можно различать конструктивный метаболизмъ, — совокупность процессовъ, посредствомъ которыхъ принятыя въ пищу вещества превращаются въ протоплазму, и деструктивный метаболизмъ, — процессы, посредствомъ которыхъ протоплазма распадается на болѣе простые продукты, выдѣлительные или пластическіе, 15.

**Метамеры** (*μετά*, другъ за другомъ; *μερος*, часть), сегменты членистыхъ животныхъ, 237.

**Метаморфозъ** (*μεταμορφωσις*, превращеніе) называютъ паразитическія измѣненія формы, которыя испытываютъ нѣкоторые организмы въ теченіе своего развитія, послѣ начала свободнаго существованія, 120.

**Микробы** (*μικρος*, маленький; *βίος*, жизнь), 81.

**Микрогамета** (*μικρός*, маленький; *υαίη*, вступать въ бракъ), мужская гамета, отличающаяся меньшей величиною отъ женской или макрогаметы, 36.

**Микрозоидъ** (*μικρός*, маленький; *ζωον*, животное; *είδος*, форма), болѣе мелкій зооидъ у организмовъ съ диморфными зооидами, 119.

**Микрососисъ** (*μικρός*, маленький; *κόκκος*, шарикъ), 84.

**Микроммиллиметръ**, 0,001 миллиметра.



**Micronucleus** (*μικρός*, маленький; nucleus, ядро), 101.

**Microspyle** (*μικρός*, маленький; *πύλη*, входъ), 392.

**Микроспора** (*μικρός*, маленький; *σπορά*, сѣмя), мужская спора у растений съ диморфными спорами, отличающаяся меньшей величиною отъ женской или макроспоры, 37.

**Микроспорангій** (*μικρός*, маленький; *σπορά*, сѣмя; *άγγειον*, сосудъ), мужской спорангій, 377.

**Мидей** (*μύκη*, грибъ), войлокообразная масса переплетающихся гифъ, 142.

**Моноподальное** (*μονός*, одинъ; *πόος*, нога), вѣтвление, когда главная ось продолжаетъ расти по прямой линіи, посылая по бокамъ вторичныя оси, 124.

**Monostroma** (*μονός*, одинъ; *στέμμα*, пластъ), 181.

**Morula** (уменьш. отъ *morua*, тутовая ягода), 218.

**Морфология** (*μορφή*, форма, *λογος*, учение), отдѣлъ биологій, изучающій форму и строеніе организмовъ, 8.

**Мисог** (*μισος*, плѣсень), 141.

## Н.

**Нематоциты** (*νήμα*, нить; *κύστις*, мѣшокъ), 200.

**Нефридій** (*νεφρός*, почка), 248.

**Нервы**, 215.

**Nitella** (*nitere*, блестятъ), 188.

**Nucellus** (уменьшит. отъ nucleus, ядро), 391.

## О.

**Оварій** (*ovum*, яйцо), женская гонада или производящій яйца органъ, 154.

**Оогенезъ** (*οὖον*, яйцо; *γενεσις*, происхожденіе), развитіе яичицъ изъ первичныхъ половыхъ клетокъ, 225.

**Оогонія** (*οὖον*, существо; *γενεσις*, происхожденіе), развитіе особи, 132.

**Оогоній** (*οὖον*, яйцо; *γενεσις*, происхожденіе), обыкновенное названіе оварія многихъ низшихъ растений.

**Оокиста** (*οὖον*, яйцо; *κίστω*, двигать), 54.

**Ооспермъ** (*οὖον*, яйцо; *σπέρμα*, сѣмя), зигота, образованная соединеніемъ яйца и сперматозоида, 154.

**Ооспора** (*οὖον*, яйцо; *σπορά*, сѣмя), обыкновенное названіе оосперма растений.

**Оописта** (*οὖον*, яйцо; *πιστις*, мѣшокъ), 55.

**Opalina** (названа въслѣдствіе опалесцирующаго вида), 111.

**Органъ** (*ὄργανον*, инструментъ), особая часть тѣла, выполняющая особую функцію.

**Организмъ**, живое существо, животное или растение, 2.

**Oxytricha** (*ὀξύς*, острый, *τριχ*, волосъ), 97.

## П.

**Pandorina**, 233.

**Pancreas**, поджелудочная железа, 329.

**Паразитъ**, паразитизмъ (*παράσιτος*, живущій на счетъ другого), 87.

**Paramecium**, 97.

**Парамоeba** (*παρά*, рядомъ; *εμβριον*, измѣнчивый), 17.

**Paramylum** (*παρά*, рядомъ; *αμυλον*, крахмалъ).

**Паренхима** (*παρεγχυμα*, названіе, первоначально употреблявшееся для обозначенія вещества легкихъ, печени и другихъ мягкихъ органовъ), названіе растительныхъ клетокъ, которыхъ длина незначительно больше ширины и которыя имѣютъ мягкія, неодеревѣвшія стѣнки.

**Паріетальный** (*paries*, стѣна), прилежающій къ стѣнкѣ тѣла, 241.

**Пароксизмъ** (*παροξισμός*, обостреніе), припадокъ болѣзни, 49.



**Партеногенезъ** (*παρθενος*, дѣвучка; *γενεσις*, происхождение), дѣйствиное размноженіе, развитіе изъ неоплодотвореннаго яйца, 178.

**Penicillium** (*penicillum*, кисточка), 164.

**Пепсинъ** (*пепто*, перевариваю), растворяющій бѣлки и пептонизирующій ферментъ желудочнаго сока, 11.

**Перитоны**, способные диффундировать бѣлки, 11.

**Перистомъ** (*περι*, вокругъ; *στομα*, ротъ), 117.

**Peristomium** (*περι*, вокругъ; *στομα*, ротъ), ротовой сегментъ червей, 237.

**Peritoneum**, перепонка, покрывающая внутренности.

**Пиреноидъ** (*πυρηνος*, косточка *πυρος*; *ειδος*, форма), маленькая масса бѣлковаго вещества, одѣтая крахмаломъ, 23.

**Плазма** (*πλάσμα*, нѣчто сформованное).

**Плазмодій** (см. плазма), 49.

**Planula** (уменьшилъ отъ *πλάτος*, блуждающій вокругъ), безротая двуслойная личинка гидроидныхъ полиповъ и другихъ животныхъ, 219.

**Polygordius** (*πολύς*, многій; *Γορδιος*, царь фригійскій, изобрѣтатель Гордіева узла), 237.

**Полиморфный** (*πολύς*, многій; *μορφή*, форма), существующій въ нѣсколькихъ формахъ, 222.

**Полнпласть** (*πολύς*, многій; *πλάστος*, сформованный), многокѣлочная стадія зародыша до дифференцировки зародышевыхъ листковъ и органовъ, 218.

**Porrita** (*πορρι*, драгоцѣнный камень), 224.

**Proctodaeum** (*προκτος*, анальное отверстіе; *οδος*, путь), эктодермическое углубленіе, соединяющееся съ кишкой и образующее задній конецъ кишечнаго канала, наружное отверстіе котораго становится анальнымъ отверстіемъ, 262.

**Проксимальный** (*proximus*, ближайшій), 115.

**Prostomium** (*προσ*, передъ; *στομα*, ротъ), первый или передовой сегментъ у червей, 237.

**Prothallium** (*προ*, передъ; *θαλλος*, побѣгъ), гамобій сосунистыхъ растений, 364.

**Протисты** (*πρωτος*, первый изъ всѣхъ), низшіе организмы, промежуточные между низшими несомнѣнными растениями и животными, 162.

**Protonema** (*πρωτος*, первый; *νημα*, нить), 347.

**Протоплазма** (*πρωτος*, первый; *πλάσμα*, образовательное вещество), 4.

**Protozoa** (*πρωτος*, первый; *ζωον*, животное), 269.

**Псевдоподіи** (*ψευδος*, ложный; *ποδας*, ноги), 2.

## Р.

**Радиоларія** (*radius*, лучъ), 133.

**Раді** (итальянскій ученый), 92.

**Ризонды** (*ρίζα*, корень; *ειδος*, форма), 181.

**Рудиментъ** рудиментарный. (*rudimentum*, начало), употребляется для обозначенія такихъ частей или органовъ, которые отчасти атрофировались.

**Рецидивъ** (*recidivus*, возобновляющійся), 55.

## С.

**Saccharomycetes** (*σάκχαρος*, сахаръ; *μυκης*, грибокъ), 70.

**Сапрофитное** (*σάπρος*, гнилой; *φυτον*, растеніе), питаніе, 40.

**Сегментъ** (*segmentum*, отрывокъ), у растеній узелъ съ ближайшимъ междузеліемъ; у животныхъ членникъ или метамеръ, 181, 237.

**Секретъ** (*secretere*, отдѣлять, выдѣлять).



**Selaginella** (σάλαγιν, блескити), 381.

**Septum** (перегородка).

**Симбиоз** (συνβίωσις, совместная жизнь), тѣсная и обоюдно выгодная ассоціація двухъ организмовъ, 188.

**Синусъ** (σῖνυς, полость).

**Синергиды** (συνέρχεται, соотрудники), 406.

**Систола** (συστολή, сокращение), фаза сокращения сердца или сократительной вакуоли, 101.

**Склеренхима** (σκληρότις, твердый; *βύσσινος*, настой), 345.

**Сорусъ** (σπόριον, куча), агрегатъ спорангiovъ, 350.

**Сперматей** (σπέρμα, сѣмя), мужской гонада или производящий сперму органъ, 154.

**Сперматозоиды** (σπερματίον, сѣмя; *ζῷον*, животное), 155.

**Сперматогенезъ** (σπέρμα, сѣмя; *γένεσις*, происхождение), развитие сперматозондовъ изъ первичныхъ половыхъ кѣлѣтокъ, 225.

**Spirogyra** (σπῖρα, вить; *γυρία*, изгибъ), 173.

**Спора** (σπορά, сѣмя), бесполоая воспроизводительная кѣлѣтка, 43.

**Спорангій** (σπορά, сѣмя; *ἀγγείον*, сосудъ), вѣтвистилище споръ, 142.

**Спорогоній** (σπορά, сѣмя; *γόνο*, произведение), агамобій мховъ.

**Спорогонія** (σπορά, сѣмя; *γενή*, рождение), 55.

**Споровикъ** (σπορά, сѣмя; *ζῷον*, животное), 50.

**Спорофилла** (σπορά, сѣмя; *φύλλον*, листь), споролистикъ, несущій спорангiи листь.

**Стергмы** (στέρεγμα, поддержка), 168.

**Stomodaeum** (στόμα, ротъ; *ὁδός*, путь), эктодермальное углубление, соединяющееся съ кишкой и образующее передній конецъ кишечнаго канала, наружное отверстие котораго дылается ртомъ, 261.

**Схизогонія** (σχίζω, дробить; *γενή*, рождение), 53.

**Схизонтъ** (σχίζω, дробить), 54.  
**Stylonychia** (στίλιν; столбикъ; *ὄνυξ*, ноготь), 97.

## Т.

**Трахеиды** (trachea, трубка; *ἴδω*, форма), 359.

**Трихоности** (τριχίς, волосъ; *κέντρον*, мѣшокъ), 103.

**Trichosphaerium** (τριχίς, волосъ; *σφαῖρα*, шаръ), 26.

**Трохофера** (τροχός, колесо, кружокъ; *ρῑς*, рѣсницъ; *σφαῖρα*, шаръ), свободно плавающая личинка *Polygordius*, 258.

## У.

**Ультратрахеонильная температура**, 23.

**Ulva** (ulva, водное растение), 180.

## Ф.

**Ферментъ** (fermentum, дрожжи, отъ *ferreo*, пѣниться, бродить), вещество, вызывающее брожение (определенное химическое замѣняеио) въ извѣстныхъ веществахъ, съ которыми оно приходитъ въ соприкосновеиіе, само при этомъ не замѣняясь, 78.

**Физиологія** (φύσις, природа; *λόγος*, изучеиіе), отдѣлъ биологiи, изучающій функціи органовъ, 8.

**Филогенія** (φύλλον, племя; *γένεσις*, происхождение), развитие племени, 132.

**Phyllula** (уменьшит. отъ *φύλλον*, листь), стадія развитiя зародыша сосудистыхъ растений, на которой появляется первый листь и корень, 339.

**Foraminifera** (foramen, отверстие; *φο*, нести), 132.

**Функція** (functio, отправленіе), 8.

## Х.

**Chlamidomorphus** (χλαμός, мантия; *μορфω*, недвѣлимое), 25.



**Хлорофилл** (*chloros*, зеленый; *phyllon*, листъ), зеленое красящее вещество растений, 26.

**Хроматинъ** (*chroma*, цвѣтъ, краска), составная часть ядра, окрашивающаяся известными красками, 6.

**Хроматофоры** (*chroma*, цвѣтъ; *phoros*, несу), массы бѣлковаго вещества, пропитанныя хлорофилломъ или другимъ красящимъ веществомъ, 28.

**Хромосомы** (*chroma*, цвѣтъ; *soma*, тѣло), 64.

## Ц.

**Целлюлёза** (*cella*, клѣтка), клѣтчатка, 29.

**Coelom** (*choilon*, полость), полость тѣла, 270.

**Целомическій** (см. *coelom*) эпитетъ, 241.

**Coelenterata** (*coelom*, полость; *enteron*, кишка), 269.

**Центральная капсула радіоларій**, 136.

**Центросома** (*centron*, центръ; *soma*, тѣло), 18.

**Cephalothorax** (*kephalē*, голова; *thorax*, грудь) рака.

**Циста** (*cystis*, мѣшокъ), 9.

## Ч.

**Черви**, 268.

## Я.

**Ядро**, 6.

**Ядрышко**, 6.

**Яйцо**, 69.

## Э.

**Эволюція** (*evolvere*, развертывать).

**Эктодерма** (*ektos*, снаружи; *derma*, кожа), наружный слой двуслойныхъ и трехслойныхъ животныхъ, 197.

**Экскреты** (*exsurgere*, выдѣлять), продукты выдѣленія, 14.

**Эмбриональный** (*embryo*, зародышъ).

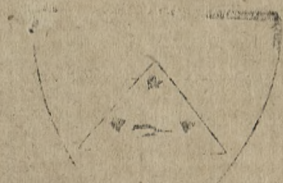
**Энтодерма** (*entos*, внутри; *derma*, кожа), внутренний слой двуслойныхъ и трехслойныхъ животныхъ, 197.

**Эпителій** (*epi*, на; *thelē*, сосокъ), клѣточная перепонка, покрывающая свободную поверхность, 59.

**Эпидермисъ** (*epi*, на; *derma*, кожа), наружный слой кожи, 241.

87277  
31-60





RECEIVED







18 - 1/2 p.  
Her - 1-75







JOHN R. T.

JOHN R. T.