

28.698

Д 52

Проф. В. А. ДОТЕНЬ

ЗООЛОГИЯ
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

УЧПЕДГМЗ

1939

Проф. В. А. ДОГЕЛЬ

ЗООЛОГИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ

*Одобрено Наркомпросом
в качестве учебника для биологических
факультетов университетов и пособия
для естественных факультетов педаго-
гических институтов*

Тургайская областная
универсальная
библиотека
Книгохранилище

Областная научная
библиотека №2

г. Аркалык

Отдел

№

36

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАРКОМПРОСА РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ * 1989 * ЛЕНИНГРАД

СИСТЕМА ЖИВОТНОГО ЦАРСТВА

Научная система животного царства, одновременно с так называемой двойной, или бинарной, номенклатурой, установившей понятия о роде и виде, ведет начало с половины XVIII в. и связана с именем знаменитого шведского натуралиста Карла Линнея. Хотя Джон Рей еще задолго до него, в XVII столетии, точно сформулировал понятие о виде, только Линней привел в порядок находившуюся в то время в хаотическом состоянии систематику и построил систему всего животного (и растительного) мира. Высшими систематическими категориями линнеевского деления были *классы*, и таких классов он признавал шесть: *Mammalia* (млекопитающие), *Aves* (птицы), *Amphibia* (земноводные и пресмыкающиеся), *Pisces* (рыбы), *Insecta* (насекомые, многоножки, паукообразные, раки) и *Vermes* (черви, моллюски и все прочие животные). Как видно, в системе Линнея доминирующую роль играют позвоночные, что объясняется недостатком знаний о беспозвоночных в XVIII веке. С тех пор система животных подвергалась многократным изменениям.

Кювье в первой четверти XIX в. поставил в качестве высшей единицы деления не классы, а более крупные группы — *типы*, каковых он признавал четыре. Это были *позвоночные* (4 первых линнеевских класса), *лучистые* (кишечнополостные, губки и иглокожие), *членистые* (кольчатые черви и все членистоногие) и *моллюски* (моллюски и некоторые другие).

В сороковых годах XIX в. Зибольд установил особый тип *простейших* для одноклеточных животных, а кольчатых червей выделил из типа членистоногих, создав для них и некоторых других животных особый тип *червей*. Наконец, Лейкарт совершенно правильно разбил тип лучистых на три типа: *кишечнополостных*, *губок* и *иглокожих*.

Таким путем получилось 8 главных групп животного царства, или типов, которые и в настоящее время признаются многими зоологами, в том числе и нами. Принимая такую систему, мы должны, однако, указать, что в современную эпоху наблюдается тенденция к известному дроблению прежних крупных единиц и к формированию большего числа типов. Главным образом это увеличение числа типов идет за счет, действительно, гетерогенного типа червей. Целый ряд очень небольших групп червей возводится в настоящее время в ранг самостоятельных типов. Некоторые исследователи (Добелль) то же самое делают с простейшими и каждый класс Protozoa предлагают считать отдельным типом. В особую крайность впадают некоторые паразитологи, которые каждый класс паразитических червей охотно повышают в ранг типа.

Признавая, что тип червей имеет лишь предварительное значение, мы, однако, пока воздерживаемся от чрезмерного дробления системы. Это дробление невольно затемняет общие перспективы и затрудняет понимание того ряда крупных и основных этапов развития, через которые прошел животный мир. В некоторых случаях, когда филогения какой-нибудь небольшой группы недостаточно выяснена, мы предпочитаем провизорно рассматривать такую группу как дополнение к тому типу или подтипу, к которому она наиболее близка.

Таким образом мы кладем в основу нашего руководства деление животного мира на 8 крупных категорий, или типов, а именно: I. Простейшие (Protozoa). II. Губки (Spongia). III. Кишечнополостные (Coelenterata). IV. Черви (Vermes). V. Членистоногие (Arthropoda). VI. Моллюски (Mollusca). VII. Иглокожие (Echinodermata). VIII. Хордовые (Chordata).

ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

ТИП ПРОСТЕЙШИХ (PROTOZOA)

Основные вопросы, требующие внимания при изучении типа:

1. Простейшие как клетка и как самостоятельный организм.
2. Органоиды и их сравнение с органами многоклеточных.
3. Вопрос о регуляторном аппарате у простейших.
4. Многообразие бесполого и полового размножения у простейших.
5. Колониальные простейшие в связи с вопросом о возникновении многоклеточности.
6. Патогенные простейшие.
7. Роль простейших в процессах, происходящих в почве.
8. Роль простейших в образовании земной коры и практическое значение ископаемых:

Под названием Protozoa объединяются мельчайшие животные организмы, каждый из которых типично представляет собою единственную клетку с одним ядром (реже с несколькими ядрами). Общее число видов Protozoa превышает 15 000.

Protozoa стали известны человеку сравнительно недавно, а именно со времени значительного усовершенствования оптических приборов. В 1675 г. голландский ученый Антон ф. Левенгук, рассматривая через изготовленную им лупу каплю воды из сосуда, стоявшего несколько дней открытым, увидел в этой воде множество мелких существ. Это были первые открытые простейшие. После описания их Левенгуком ученые всей Европы стали производить микроскопические наблюдения в этой области, и в течение XVIII в. создалась значительная литература о простейших. Однако их сначала называли еще не Protozoa, а просто «мелкими животными» (animalcula).

Позднее, когда было установлено, что они особенно пышно развиваются в настоях воды (infusum) на траве или на земле, этих «мелких животных» стали называть настояными, или наливочными — Infusoria. Это название сохранилось до сих пор за одним из классов простейших.

Первоначальные представления ученых о Protozoa были довольно смутны и сбивчивы. Одни вовсе не хотели признавать их самостоятельными организмами, считая простейших лишь ранними стадиями развития, зародышами других, более крупных водных животных. Другие исследователи XVIII в. видели в строении Protozoa даже более того, что можно было рассмотреть при оптических средствах того времени. Так, Жобло изображает у некоторых простейших глаза вроде человеческих, зубастую пасть и т. д.

Степень неясности тогдашних понятий о простейших лучше всего видна из того, что Линней в своем издании «Системы природы» от 1767 г. дает всей их совокупности многозначительное родовое название Chaos (хаос — беспорядок).

Самое понятие о Protozoa, как об одноклеточных организмах, было впервые точно сформулировано уже в половине XIX в. Келликером и Зибольдом.

Итак, Protozoa суть прежде всего одноклеточные животные. Правда, в теле Metazoa есть свободные клетки (например лейкоциты), весьма похожие на клетки простейших. Они, однако (кроме половых клеток, представляющих

собою в потенции целый организм), резко отличаются от Protozoa отсутствием какого-либо определенного жизненного цикла, свойственного всем простейшим. Это наличие известного жизненного цикла показывает, что клетка простейшего есть отнюдь не просто клетка, каковы, например, клетки в теле Metazoa, но вместе с тем и миниатюрный целый организм, обладающий всеми свойствами самостоятельного живого существа.

В теле многоклеточных каждая клетка является лишь маленькой, и притом узко специализированной частью целого организма. Клетка же простейшего, как это особенно рельефно выразил Добелль (1911), «является в той же мере полною и совершенною особью, как и весь организм многоклеточного». Эта мысль совершенно справедлива. Но Добелль идет дальше и вообще отказывается признавать в простейших их клеточную природу. Находя принципиально неправильным проводить знак тождества между целым организмом (клетка Protozoa) и его частью (клетка в теле Metazoa), Добелль вообще не считает простейших за клетки, предлагая называть их «неклеточными организмами». Тут, однако, английский ученый впадает несомненно в крайность. Тело простейших обладает, как мы увидим, всеми важнейшими признаками клетки Metazoa (ядром, центрозомой, хондриозомами), размножается подобно последней делением и т. д.

Особенно велико это сходство между амебами и белыми кровяными клетками, жгутиконосцами и живчиками и др.

Ввиду этого правильнее всего формулировать понятие о простейших так: в морфологическом отношении простейшее равноценно клетке, но в физиологическом представляет собой целый самостоятельный организм.

Как таковые, Protozoa обладают весьма разнообразными приспособлениями, служащими для выполнения различных функций организма. Эти приспособления называют *органеллами*. Они аналогичны органам высших животных, но тогда как органы последних имеют многоклеточный состав, органеллы суть особо дифференцированные участки одной клетки.

У целого ряда простейших наблюдается способность к образованию единиц высшего порядка — *колоний*. Так называются многоклеточные сообщества простейших, получающиеся посредством деления одной первоначальной особи и имеющие более или менее тесную органическую связь между отдельными клетками колонии.

Представляя собой целые организмы, клетки простейших обладают весьма разносторонней деятельностью, а потому в морфологическом отношении гораздо менее специализированы, чем клетки Metazoa. Отсюда вытекает иногда необычайная сложность организации их тела.

Клетка Protozoa состоит из некоторого количества протоплазмы и лежащего в ней ядра. В свое время вопрос о тончайшем физическом строении протоплазмы возбуждал большой интерес. Одни из авторов считали протоплазму состоящей из мельчайших зерен, другие признавали за ней сетчатое, нитчатое или пенистое строение. По новейшим данным основное вещество протоплазмы микроскопически имеет вид более или менее однородной, гомогенной массы. Протоплазма состоит, главным образом, из коллоидов, а коллоиды слагаются из частиц, лежащих за пределами микроскопической видимости — отсюда и видимая гомогенность строения. На общем фоне гомогенного вещества выделяются мелкие капельки, зернышки и т. д. Протоплазма находится в жидком агрегатном состоянии, но представляет жидкость, сравнительно вязкую и не смешивающуюся с окружающей водой. Будучи коллоидом, протоплазма обладает очень важным свойством коллоидов, а именно способностью менять степень своей вязкости, то разжижаясь и приходя в состояние *соля*, то сгущаясь в более или менее твердое состояние *геля*. Это свойство служит для объяснения многих явлений, протекающих в клетке простейших; можно сказать, что состояние протоплазмы постоянно изменяется. Обыкновенно в протоплазме

клетки простейших обособляются два слоя: тонкий наружный слой из более плотной, гомогенной эктоплазмы и внутренняя масса эндоплазмы; последняя более жидкой консистенции, что доказывается нередко наблюдаемым в эндоплазме явлением течения ее составных частей, или циклозом. Эндоплазма содержит многочисленные и разнообразные включения, самое важное и постоянное из которых — *ядро*.

Нередко самый поверхностный слой эктоплазмы испытывает еще большее уплотнение и образует тончайшую периферическую пленку — *пелликулу*. Последняя является частью живого вещества тела простейшего. Но в некоторых случаях эктоплазмой выделяется на поверхности тела особая оболочка, не имеющая свойств живой пелликулы, а представляющая нечто вроде скорлупы; такой оболочке дают название *кутикулы*. Кутикула может отставать от поверхности тела, образуя вокруг простейшего просторный домик, или раковину.

Обязательной составной частью клетки Protozoa является ядро.

Предположение Геккеля о существовании среди простейших так называемых *монер* с еще не дифференцированным от плазмы ядром не подтвердилось. В начале XX в. учение о монерах воскресло в иной форме под видом теории о *хромидиях*. А именно, по мнению Р. Гертвига, у многих Protozoa ядро временно может расплываться в плазме, образуя зернистые хромидии, после чего из этих хроматиновых зернистостей слагаются новые ядра. Работы последних лет показывают, однако, что безъядерное хромидиальное состояние клетки следует считать патологическим, а образование новых ядер может происходить только путем деления ранее существовавшего ядра, но не из хромидиев.

Необходимость ядра для жизни простейшего доказывается опытами разрезания этих животных на два участка: ядерный и безъядерный, из которых только первый продолжает жить и размножается как целое животное, тогда как второй по прошествии большего или меньшего времени погибает.

Ядра Protozoa в общем напоминают таковые многоклеточных, отличаясь, главным образом, большим разнообразием. Главные разновидности ядер Protozoa можно соединить в три категории. Ядра *овулярного* типа, или *пузыревидные*, встречаются чаще всего и напоминают ядра яйцевых клеток (ovula) многоклеточных. Они имеют форму правильного круглого пузырька, очень бедного хроматиновыми зернами и содержащего в себе чаще всего одно внутриядерное тельце. Ядра *спермального* типа отличаются малыми размерами и компактностью строения, чаще всего представляя собою совершенно однородное округлое тельце, как бы целиком составленное из хроматина. Эти ядра напоминают ядра живчиков (спермии) многоклеточных животных. Сюда относится микро-нуклеус инфузорий. Наконец, ядра *массивного* типа (а именно макронуклеус инфузорий) отличаются крупными размерами и обилием хроматина, который равномерно распределен в ядре в виде многочисленных мелких зерен, а также характеризуются прямым делением, тогда как ядра других типов делятся кариокинетически.

Жизненный цикл. Жизнь простейших состоит из ряда следующих друг за другом стадий, которые в существовании каждого вида повторяются с более или менее определенной закономерностью. Это явление называется цикличностью, а самый отрезок жизни вида между двумя однозначными стадиями составляет его жизненный цикл. Чаще всего цикл начинается стадией, отвечающей оплодотворенному яйцу многоклеточных (так называемая зигота). За этой стадией следует однократное или многократное бесполое размножение, посредством деления зиготы и ее ядра. Затем следует образование половых клеток (гамет), попарное слияние которых вновь дает зиготу. Этим жизненный цикл замыкается. От такой схемы цикла может быть много отступлений.

собою в потенции целый организм), резко отличаются от Protozoa отсутствием какого-либо определенного жизненного цикла, свойственного всем простейшим. Это наличие известного жизненного цикла показывает, что клетка простейшего есть отнюдь не просто клетка, каковы, например, клетки в теле Metazoa, но вместе с тем и миниатюрный целый организм, обладающий всеми свойствами самостоятельного живого существа.

В теле многоклеточных каждая клетка является лишь маленькой, и притом узко специализированной частью целого организма. Клетка же простейшего, как это особенно рельефно выразил Добелль (1911), «является в той же мере полною и совершенною особью, как и весь организм многоклеточного». Эта мысль совершенно справедлива. Но Добелль идет дальше и вообще отказывается признавать в простейших их клеточную природу. Находя принципиально неправильным проводить знак тождества между целым организмом (клетка Protozoa) и его частью (клетка в теле Metazoa), Добелль вообще не считает простейших за клетки, предлагая называть их «неклеточными организмами». Тут, однако, английский ученый впадает несомненно в крайность. Тело простейших обладает, как мы увидим, всеми важнейшими признаками клетки Metazoa (ядром, центрозомой, хондриозомами), размножается подобно последней делением и т. д.

Особенно велико это сходство между амебами и белыми кровяными клетками, жгутиконосцами и живчиками и др.

Ввиду этого правильнее всего формулировать понятие о простейших так: в морфологическом отношении простейшее равноценно клетке, но в физиологическом представляет собой целый самостоятельный организм.

Как таковые, Protozoa обладают весьма разнообразными приспособлениями, служащими для выполнения различных функций организма. Эти приспособления называют *органеллами*. Они аналогичны органам высших животных, но тогда как органы последних имеют многоклеточный состав, органеллы суть особо дифференцированные участки одной клетки.

У целого ряда простейших наблюдается способность к образованию единиц высшего порядка — *колоний*. Так называются многоклеточные сообщества простейших, получающиеся посредством деления одной первоначальной особи и имеющие более или менее тесную органическую связь между отдельными клетками колонии.

Представляя собой целые организмы, клетки простейших обладают весьма разносторонней деятельностью, а потому в морфологическом отношении гораздо менее специализированы, чем клетки Metazoa. Отсюда вытекает иногда необычайная сложность организации их тела.

Клетка Protozoa состоит из некоторого количества протоплазмы и лежащего в ней ядра. В свое время вопрос о тончайшем физическом строении протоплазмы возбуждал большой интерес. Одни из авторов считали протоплазму состоящей из мельчайших зерен, другие признавали за ней сетчатое, нитчатое или пенистое строение. По новейшим данным основное вещество протоплазмы микроскопически имеет вид более или менее однородной, гомогенной массы. Протоплазма состоит, главным образом, из коллоидов, а коллоиды слагаются из частиц, лежащих за пределами микроскопической видимости — отсюда и видимая гомогенность строения. На общем фоне гомогенного вещества выделяются мелкие капельки, зернышки и т. д. Протоплазма находится в жидком агрегатном состоянии, но представляет жидкость, сравнительно вязкую и не смешивающуюся с окружающей водой. Будучи коллоидом, протоплазма обладает очень важным свойством коллоидов, а именно способностью менять степень своей вязкости, то разжижаясь и приходя в состояние *соля*, то сгущаясь в более или менее твердое состояние *геля*. Это свойство служит для объяснения многих явлений, протекающих в клетке простейших; можно сказать, что состояние протоплазмы постоянно изменяется. Обыкновенно в протоплазме

клетки простейших обособляются два слоя: тонкий наружный слой из более плотной, гомогенной эктоплазмы и внутренняя масса эндоплазмы; последняя более жидкой консистенции, что доказывается нередко наблюдаемым в эндоплазме явлением течения ее составных частей, или циклозом. Эндоплазма содержит многочисленные и разнообразные включения, самое важное и постоянное из которых — *ядро*.

Нередко самый поверхностный слой эктоплазмы испытывает еще большее уплотнение и образует тончайшую периферическую пленку — *пелликулу*. Последняя является частью живого вещества тела простейшего. Но в некоторых случаях эктоплазмой выделяется на поверхности тела особая оболочка, не имеющая свойств живой пелликулы, а представляющая нечто вроде скорлупы; такой оболочке дают название *кутикулы*. Кутикула может отставать от поверхности тела, образуя вокруг простейшего просторный домик, или раковину.

Обязательной составной частью клетки Protozoa является ядро.

Предположение Геккеля о существовании среди простейших так называемых *монер* с еще не дифференцированным от плазмы ядром не подтвердилось. В начале XX в. учение о монерах воскресло в иной форме под видом теории о *хромидиях*. А именно, по мнению Р. Гертвига, у многих Protozoa ядро временно может расплываться в плазме, образуя зернистые хромидии, после чего из этих хроматиновых зернистостей слагаются новые ядра. Работы последних лет показывают, однако, что безъядерное хромидиальное состояние клетки следует считать патологическим, а образование новых ядер может происходить только путем деления ранее существовавшего ядра, но не из хромидиев.

Необходимость ядра для жизни простейшего доказывается опытами разрезания этих животных на два участка: ядерный и безъядерный, из которых только первый продолжает жить и размножается как целое животное, тогда как второй по прошествии большего или меньшего времени погибает.

Ядра Protozoa в общем напоминают таковые многоклеточных, отличаясь, главным образом, большим разнообразием. Главные разновидности ядер Protozoa можно соединить в три категории. Ядра *овулярного* типа, или *пузыревидные*, встречаются чаще всего и напоминают ядра яйцевых клеток (*ovula*) многоклеточных. Они имеют форму правильного круглого пузырька, очень бедного хроматиновыми зернами и содержащего в себе чаще всего одно внутриядерное тельце. Ядра *спермального* типа отличаются малыми размерами и компактностью строения, чаще всего представляя собою совершенно однородное округлое тельце, как бы целиком составленное из хроматина. Эти ядра напоминают ядра живчиков (спермии) многоклеточных животных. Сюда относится микронуклеус инфузорий. Наконец, ядра *массивного* типа (а именно макронуклеус инфузорий) отличаются крупными размерами и обилием хроматина, который равномерно распределен в ядре в виде многочисленных мелких зерен, а также характеризуются прямым делением, тогда как ядра других типов делятся кариокинетически.

Жизненный цикл. Жизнь простейших состоит из ряда следующих друг за другом стадий, которые в существовании каждого вида повторяются с более или менее определенной закономерностью. Это явление называется цикличностью, а самый отрезок жизни вида между двумя однозначными стадиями составляет его жизненный цикл. Чаще всего цикл начинается стадией, отвечающей оплодотворенному яйцу многоклеточных (так называемая зигота). За этой стадией следует однократное или многократное бесполое размножение, посредством деления зиготы и ее ядра. Затем следует образование половых клеток (гамет), попарное слияние которых вновь дает зиготу. Этим жизненный цикл замыкается. От такой схемы цикла может быть много отступлений.

Классификация Protozoa

Тип этот разделяется на несколько классов, причем в основу деления полагается, главным образом, устройство органов движения, а также отчасти характер размножения отдельных классов. Обыкновенно принимается деление Protozoa на 4 класса: I. Саркодовые (Sarcodina). II. Жгутиконосцы (Mastigophora). III. Инфузории (Infusoria) и IV. Споровики (Sporozoa). Однако в последние годы многие разбивают последний класс на два: собственно споровиков (Sporozoa) и книдоспориций (Cnidosporidia).

КЛАСС I. САРКОДОВЫЕ (SARCODINA)

Саркодовые во взрослом состоянии *движутся всегда при помощи* особых меняющих свою форму отростков тела, *ложноножек*, или псевдоподий. Само тело саркодовых состоит из голого комочка протоплазмы, которым, однако, нередко выделяется разной формы скелет, служащий для опоры и защиты животного.

Саркодовые, главным образом, обитатели морей, хотя среди них есть много пресноводных представителей, а также небольшое количество паразитов.

Они делятся на три отряда: корненожек, лучевиков и солнечников, из которых особенно важны первые два.

Отряд 1. Корненожки (Rhizopoda)

Подотряд 1. Амебы

Низшие формы Rhizopoda отличаются совершенно голым, лишенным скелета телом, почему и получили название подотряда голых (Nuda), или амеб (Amoebina). Сюда принадлежат амебы, одни из самых простых по морфологическому строению существ. Большинство амеб — пресноводные животные.

Строение и физиология. Рассматривая под микроскопом каплю воды, взятой откуда-нибудь со дна пруда, можно заметить среди переплетающихся нитей водорослей, песчинок и т. п. небольшие тельца, которые сперва легко принять просто за комочки грязи. В таком комочке различимы центральная масса эндоплазмы, набитая зернышками и т. п., и тонкий ободок прозрачной краевой плазмы, т. е. эктоплазма. Движение амеб (рис. 1 и 2) носит совершенно особый характер, получило даже особое название амебоидного и состоит как бы в медленном перетекании животного с места на место. У покоящейся амебы в каком-либо месте тела появляется сначала небольшой выступ эктоплазмы. Потом он растет, и в него входит, как бы вливаясь, часть жидкой эндоплазмы; это видно по тому, что зернышки эндоплазмы втекают в отросток, называемый ложноножкой, или псевдоподией; выпущенная псевдоподия может втягиваться обратно и исчезать без следа. Если таких отростков выпускается сразу несколько по разным направлениям, то они, повидимому, служат лишь для осязания окружающего. При передвижении животное выпускает псевдоподии в определенном направлении, вследствие чего постепенно все тело амебы, оставляя старое положение, переливается по направлению выпущенных ложноножек. Число и место образования псевдоподий могут в разное время сильно варьировать. Псевдоподии амеб имеют лопастной характер, т. е. относительно коротки, тупы и не образуют разветвлений. Некоторые амебы с более плотной эктоплазмой обладают длинными коническими псевдоподиями, на которых они до известной степени перекатываются по субстрату, как на ходулях. Несколько отклоняется способ движения у амеб с так называемыми эруптивными псевдоподиями. Ток эндоплазмы, устремляющийся к месту образуемой псевдоподии, прорывает при этом эктоплазму и выливается из отверстия в виде массивного отростка. Поверхностный слой эндоплазмы отростка уплотняется и превращается затем в эктоплазму, чем и заканчивается образование эруптивной псевдопо-

дии. Формирование таких псевдоподий отлично иллюстрирует способность протоплазмы переходить из состояния соля в состояние геля.

Питание амёб тесно связано с движением. Передвигаясь, амёба наталкивается на различные мелкие объекты: песчинки, одноклеточные водоросли и т. п. Если объект достаточно мал, амёба обтекает его при этом со всех сторон и принимает его внутрь своего полужидкого тела. Выбора пищи при этом большей частью не происходит, но отношение к принятым внутрь частицам различно, смотря по их пригодности к пище.

Непереваримые частицы выбрасываются из тела амёбы, тогда как годные в пищу частицы остаются в нём и окружаются капелькой жидкости, выделяемой из плазмы. Таким образом, в эндоплазме получаются пищеварительные пузырьки, или вакуоли. Жидкость вакуолей содержит кислоты и пищеварительные ферменты (для некоторых амёбоидных организмов доказано присутствие пепсина), необходимые для перевода пищи в растворимое состояние.

Растворимая часть пищи просачивается через стенки вакуолей в протоплазму; вакуоли с непереваримыми остатками подходят к любой точке поверхности тела и выбрасываются наружу. Таким образом и принятие пищи и выведение отбросов происходят в любом месте тела: нет ни рта, ни порошицы (отверстие для выведения экскрементов). Переваривание крупных пищевых кусков,

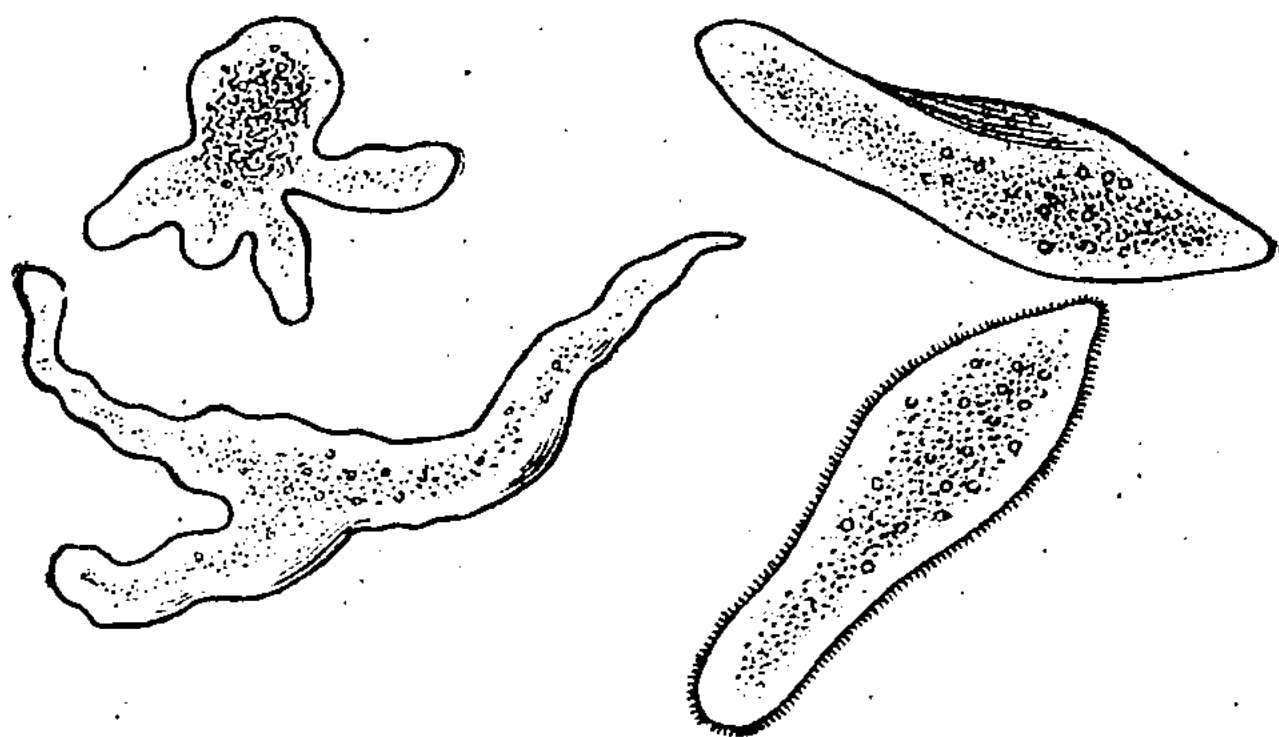


Рис. 1. Налево — изображения амёбы; направо — изображение туфельки (*Paramaecium*). (По Мюллеру, 1784.)

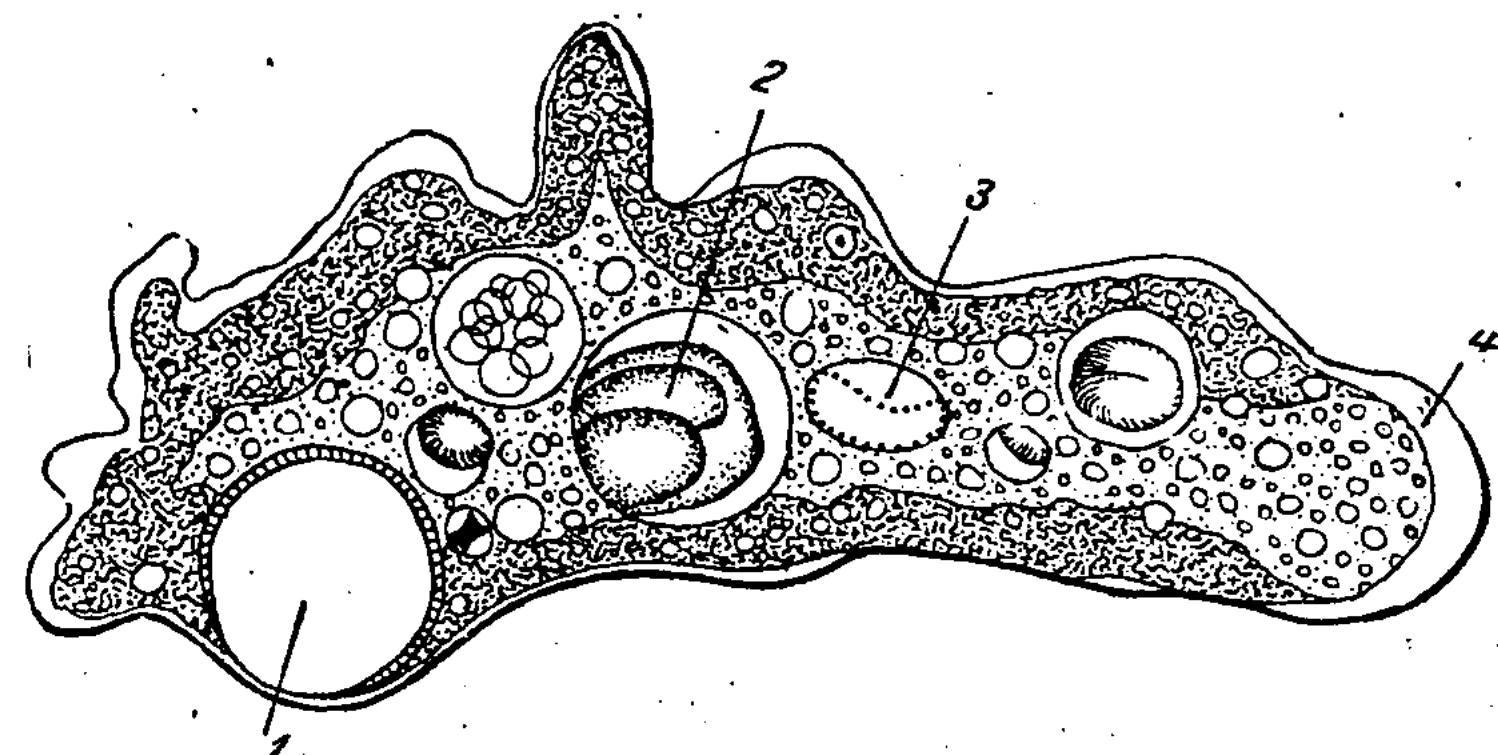


Рис. 2. Амёба (*Amoeba proteus*). (По М а с т у.)

1 — сократительная вакуоль; 2 — пищевая вакуоль; 3 — ядро; 4 — стекловидная эктоплазма.

например нитчатых водорослей, продолжается иногда от 3 до 5 дней. Но, кроме вакуолей, содержащих пищу, в теле амёб находится еще одна, так называемая сократительная, или пульсирующая, вакуоль. Это — капелька водянистой жидкости, которая периодически нарастает, а затем, достигнув определенного объема, лопается, опоражнивая свое содержимое наружу. Вскоре на том же месте снова показывается маленькая капелька, проделывающая тот же процесс. Промежуток между двумя пульсациями вакуоли у разных амёб равен 1—5 минутам. Назначение вакуоли, по видимому, довольно многообразно. С одной стороны, за ней предполагают выделительную функцию. Весьма вероятно, что у Protozoa, кроме дефекации, т. е. выбрасывания непереваримых остатков пищи, должно происходить и выделение, сходное с выведением мочи у высших животных, т. е. выделение из тела уже переработанных в нем продуктов обмена веществ. Эту функцию, по видимому, и выполняет пульсирующая вакуоль.

В последние годы все более укрепляется мнение, что пульсирующие ва-

вакуоли Protozoa служат также и аппаратом регулирования осмотического давления. Дело в том, что пресная вода гораздо более бедна солями, чем протоплазма простейших, а потому получается большое неравенство осмотического давления между протоплазмой и окружающей животное водой. Так как эктоплазма простейших имеет характер полупроницаемой перепонки, вода впитывается телом простейшего, что могло бы продолжаться до выравнивания давления и привести к полному растворению животного в окружающей воде. Однако в организме простейших имеется своего рода откачивательный аппарат, периодически выводящий избыток воды из тела.

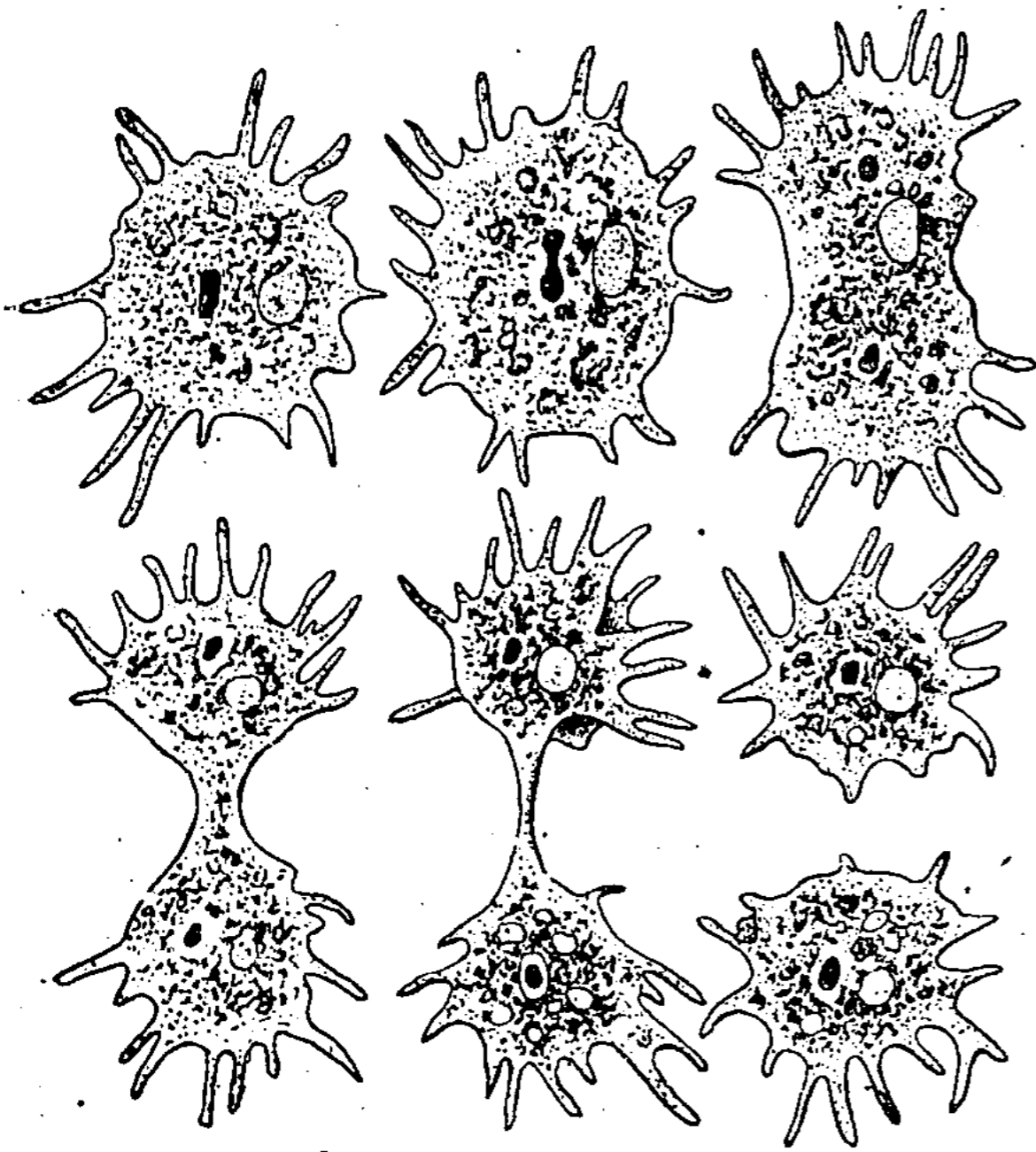


Рис. 3. Бесполое размножение амебы посредством деления; черное включение — ядро.
(По Ф. Шульце.)

Подтверждением этой функции вакуолей служит распространение пульсирующих вакуолей преимущественно у пресноводных простейших, тогда как морские формы, окруженные водой с более высокой концентрацией солей, лишены таковых. Кроме того, для одной пресноводной амебы экспериментально доказано, что при медленном приучении ее к морской воде, она утрачивает свою сократительную вакуоль; этим ясно показывается связь между функцией вакуоли и осмотическим давлением. Наконец, многие ученые признают, что вакуоль участвует в процессе дыхания: впитываемая простейшим вода содержит растворенный кислород, который усваивается плазмой, после чего обедневшая этим газом вода выталкивается через вакуоль вон из тела. В эндоплазме находится пузырьковидное ядро.

Размножение. При усиленном питании амеба растет до известного предела, после чего начинается процесс размножения. Среди амеб наблюдается, главным образом, бесполой способ размножения, в котором участвует одна особь и который заключается в делении амебы надвое. Деление амеб (рис. 3) напоминает деление клеток в организме многоклеточных, но только у Protozoa дочерние клетки, происшедшие от материнской, не сохраняют связи между собой, как это бывает у высших животных, а расходятся, начиная вести самостоятельную жизнь. Таким образом, у Metazoa деление клеток ведет к росту организма, а у простейших — к размножению.

При делении амеба начинает вытягиваться в одном направлении, причем на экваторе вытянувшегося животного появляется сначала легкий перехват, постепенно врезающийся в тело амебы и перешнуровывающий ее на две части. Одновременно с делением всего тела происходит и деление ядра, причем каждая из дочерних особей получает по одному из двух образовавшихся ядер. Раньше думали, что деление ядра у амеб происходит прямым, или амитотическим, путем, и видели в этом одно из доказательств примитивности амеб. На самом деле этот процесс носит характер кариокинеза, который является основным типом деления ядер как у Protozoa, так и у Metazoa. Впрочем, кариокинез Protozoa характеризуется некоторыми цитологическими особенностями, например сохранением ядерной оболочки в течение всего процесса деления, и др.

Кишечные амебы человека и их значение. В кишечнике человека, а также и ряда других позвоночных, обитает довольно большое количество амеб, которые питаются содержимым кишечника, бактериями и т. п., и большей частью безвредны для хозяина, какова, например, *Entamoeba coli* из кишечника человека (рис. 4). Однако среди них имеется один вид, *Entamoeba dysenteriae* (или *E. histolytica*), являющийся возбудителем амебной дизентерии. Амеба эта (рис. 4 и 5) достигает 20—30 μ в диаметре, одноядерна и очень подвижна. Живет она в толстых кишках человека, часто проникает под слизистую оболочку кишки и начинает там усиленно размножаться. Таким образом, в стенке кишки получают очаги размножения амеб; последние подтачивают слизистую оболочку, вследствие чего образуются язвы, имеющие форму кратеров. Живя в стенках кишки, амебы питаются тканями хозяина, причем заглатывают в большом количестве красные кровяные клетки, присутствием которых в плазме они резко отличаются от всех прочих кишечных амеб человека. Из язв амебы попадают в просвет кишки и частью продолжают жить там, частью окружаются оболочкой и образуют круглую цисту, которая вместе с экскрементами выводится из кишечника. Цисты (рис. 5) очень стойки и служат для распространения паразита. Они округлы, имеют 7—17 μ в диаметре и содержат 4 ядра (получившихся делением единственного ядра амебы) и запасные питательные вещества в виде гликогеновой вакуоли и так называемых хроматоидных тел, тоже из гликогена.

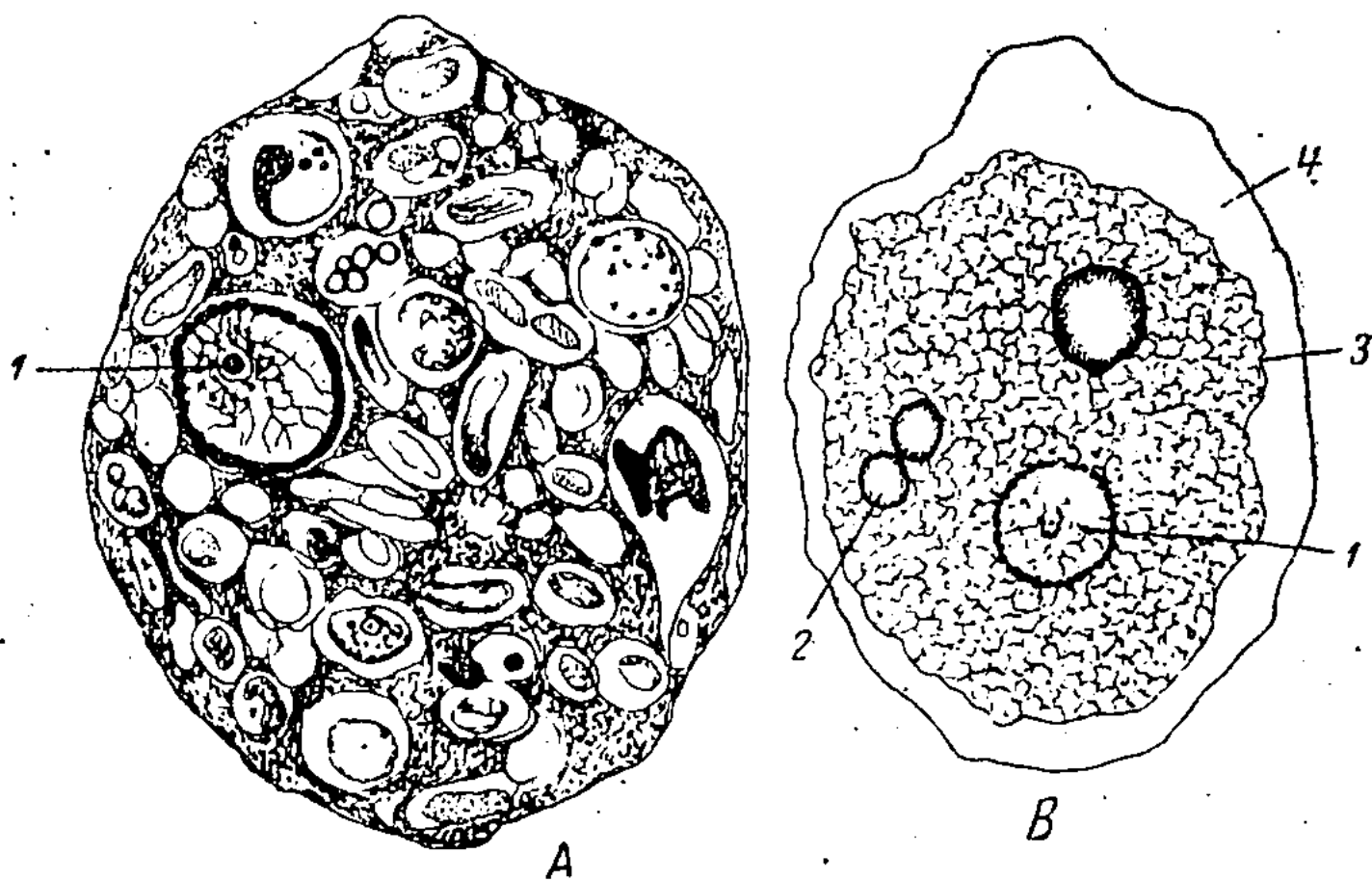


Рис. 4. Кишечные амебы человека. (По Добеллю и О'Коннору.)

А — *Entamoeba coli* с заглоченными пищевыми частицами; В — *Entamoeba dysenteriae* с двумя проглоченными красными кровяными тельцами (2); 1 — ядро с внутриядерным тельцем; 3 — эндоплазма; 4 — эктоплазма.

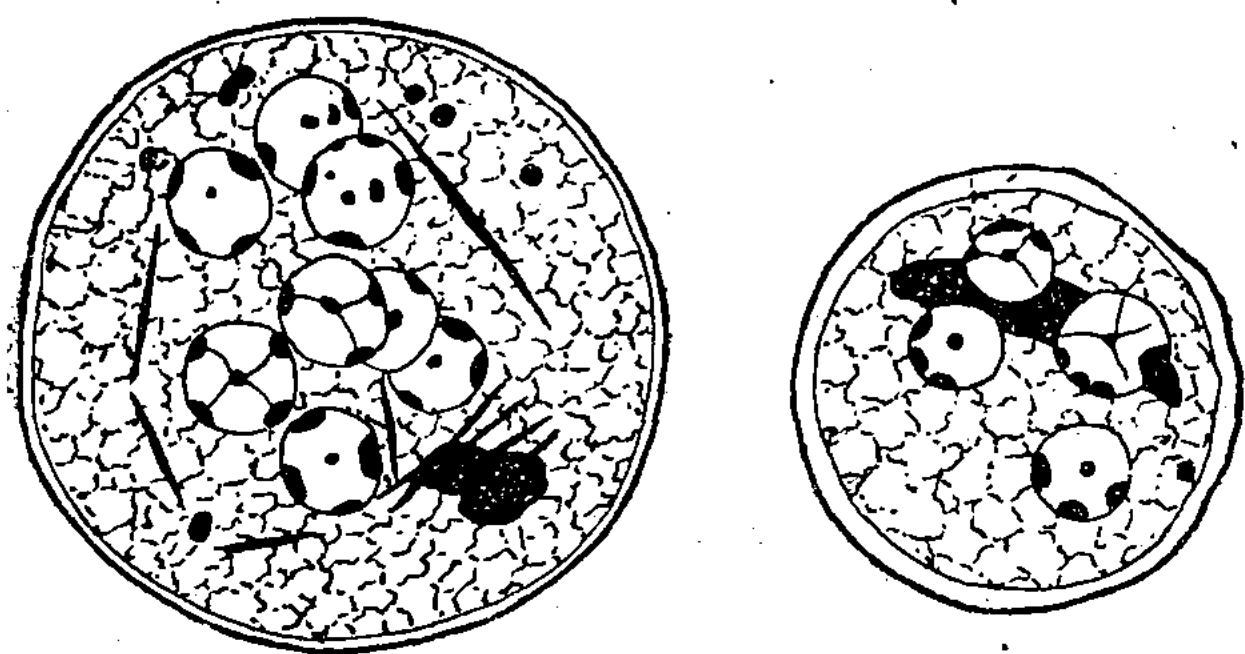


Рис. 5. Цисты *Entamoeba coli* (слева) и *Entamoeba dysenteriae* (справа). В цистах видны ядра и хроматоидные тельца. (По Кофиду.)

Выделенные из кишечника цисты в воде сохраняют жизнеспособность в течение 9 месяцев и выносят температуру до 68° С. Заражение происходит путем проглатывания цист вместе с загрязненными ими пищей или водой. Иногда амебы в течение долгого времени держатся в кишечнике, не вызывая резких симптомов заболевания. Такие субъекты сами не хворают, но являются распространителями цист *E. dysenteriae*, или, как говорят, «носителями» амеб, служа источником заражения для окружающих. В других случаях получается картина острой дизентерии с частым поносом, причем к стулу примешиваются кровь и слизь, содержащие в изобилии самих амеб и их цисты.

При сильных заражениях наблюдалось выведение человеком в экскрементах до 300 млн. цист в день.

В редких случаях амебы проникают из кишечника в печень, вызывая тем опасные нарывы печени. В прежнее время амебную дизентерию считали тропической болезнью, по новым данным она широко распространена и в Европе. Так, для Англии имеются показания о 7—10% зараженных среди населения, для Германии — 5—6% и т. д. Конечно, здесь дело идет не только о людях, болеющих дизентерией, но и о «носителях» *E. dysenteriae*. По СССР имеются такие сведения: в Азербайджане и Туркменистане число носителей дизентерийной амебы исчисляется в 30% населения, и даже недавние (1929) обследования в Ленинграде выявили среди населения 20% носителей. Редкость амебной дизентерии при столь большом количестве «амебоносителей» заставляет, однако, некоторых исследователей думать, что в умеренном климате наряду с *E. dysenteriae* имеется другой вид (*E. dispar*), морфологически от нее не отличимый, но не патогенный для человека.

Лечение дизентерии успешно проводится при помощи эметина — алкалоида, добываемого из корня ипекакуаны.

Весьма похожа на *E. dysenteriae*, но отличается от нее 8-ядерными цистами и отсутствием красных кровяных телец в плазме, безвредная для человека *Entamoeba coli*, не проникающая в глубь кишечной стенки.

Подотряды 2 и 3. Раковинные амебы (*Testacea*) и фораминиферы (*Foraminifera*).

(Раковинные корненожки обладают более сложным строением и характеризуются появлением защитной раковинки и особым устройством псевдоподий. В наиболее простых случаях раковинка состоит из тонкого слоя органического вещества, похожего на рог и по сходству с веществом панцыря насекомых, хитином, называемого хитиноидным (рис. 6). Это вещество представляет собою продукт выделения эктоплазмы животного. У других видов к этой тонкой пленке приклеиваются захваченные псевдоподиями посторонние частицы, главным образом песчинки. Получается хитиновая основа, инкрустированная зернами кварца. Раковинки подобного типа весьма массивны и тяжеловесны. Они преобладают среди ископаемых корненожек, особенно из наиболее древних отложений.

У большинства современных *Testacea* раковина тоже имеет тонкую хитиновую основу, но пропитанную — SiO_2 или солями CaCO_3 . Обладая такую же твердостью, как и раковины из песчинок, домики такого рода отличаются гораздо большей легкостью.

У большинства современных *Testacea* раковина тоже имеет тонкую хитиновую основу, но пропитанную — SiO_2 или солями CaCO_3 . Обладая такую же твердостью, как и раковины из песчинок, домики такого рода отличаются гораздо большей легкостью.

Форма раковин (рис. 7) еще более разнообразна, чем их состав. Некоторые корненожки вполне походят на амебу, которая на своей верхней стороне выделила плоскую шапочку; у других видов раковина увеличивается, превра-

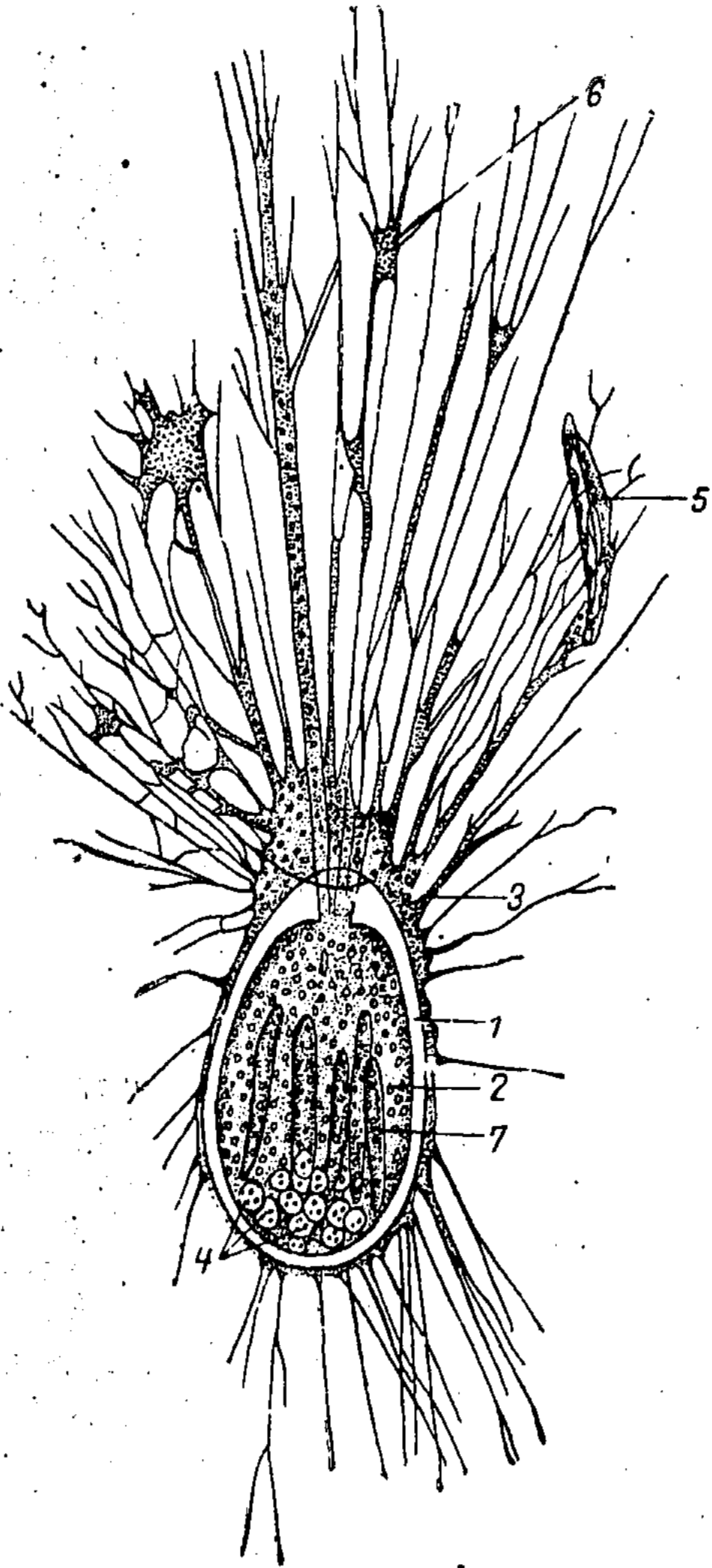


Рис. 6. Однокамерная корненожка *Gromia oviformis*. (По Ф. Шульце.)

1 — хитиноидная раковина; 2 — протоплазма внутри раковины; 3 — протоплазма, обтекающая раковину снаружи; 4 — ядра; 5 — захваченная псевдоподиями диатомовая водоросль; 6 — анастомозы между псевдоподиями; 7 — перевариваемые диатомовые водоросли.

Форма раковин (рис. 7) еще более разнообразна, чем их состав. Некоторые корненожки вполне походят на амебу, которая на своей верхней стороне выделила плоскую шапочку; у других видов раковина увеличивается, превра-

щаясь в продолговатый мешок, вмещающий все тело животного, у третьих вытягивается в трубку, у четвертых эта трубка закручивается в спираль. Все это однокамерные раковины, большинство которых встречается в пресных водах. У большинства морских корненожек (*Foraminifera*) полость раковины поделена поперечными перегородками на камеры (многокамерные формы), которые сообщаются друг с другом отверстиями, имеющимися в перегородках. Многокамерность раковин возникает в результате периодического нарастания, причем периоды покоя чередуются с периодами усиленного роста — момент образования новых камер. Каждая многокамерная корненожка начинает свою жизнь, будучи однока-

мерной, причем эта первая камера меньше позднейших и носит название *зародышевой*. Отверстие, сообщающее раковину (у многокамерных оно лежит на самой последней камере) с внешним миром и служащее для выхода псевдоподий, называется *устьем*. Помимо устья у многих корненожек вся раковина бывает пронизана тончайшими порами, тоже служащими для выхода ложноножек. Последние у *Testacea* большей частью походят на ложноножки амёб, т. е. лопастные; у громадного большинства раковинных корненожек, а именно у *Foraminifera*, псевдоподии превращаются в длинные лишние нити, легко переплетающиеся, или анастомозирующие, между собою; в таком случае псевдоподии образуют выходящее из устья сплетение, похожее на пучок древесных корней (отсюда и название отряда). Псевдоподии служат как для движения, так и для захвата пищи. В основном корненожки по своему строению вполне напоминают амёб, только заключенных в раковину.

Размножение раковинных корненожек и понятие о чередовании поколений. Раковинные корненожки, в особенности многокамерные, обладают сложным жизненным циклом, который мы разберем на примере *Polystomella* (рис. 8). Это многокамерная, спирально закрученная корненожка с маленькой зародышевой камерой в центре спирали. Размножение начинается с того, что ядро своим последовательным делением дает множество (сотни) маленьких ядер. Потом и все содержимое раковины распадается на массу голых амёб, число которых отвечает числу ядер. Эти дочерние особи выползают из материнской раковины и окружаются своей собственной однокамерной раковинкой, превращаясь в молодых *Polystomella*.

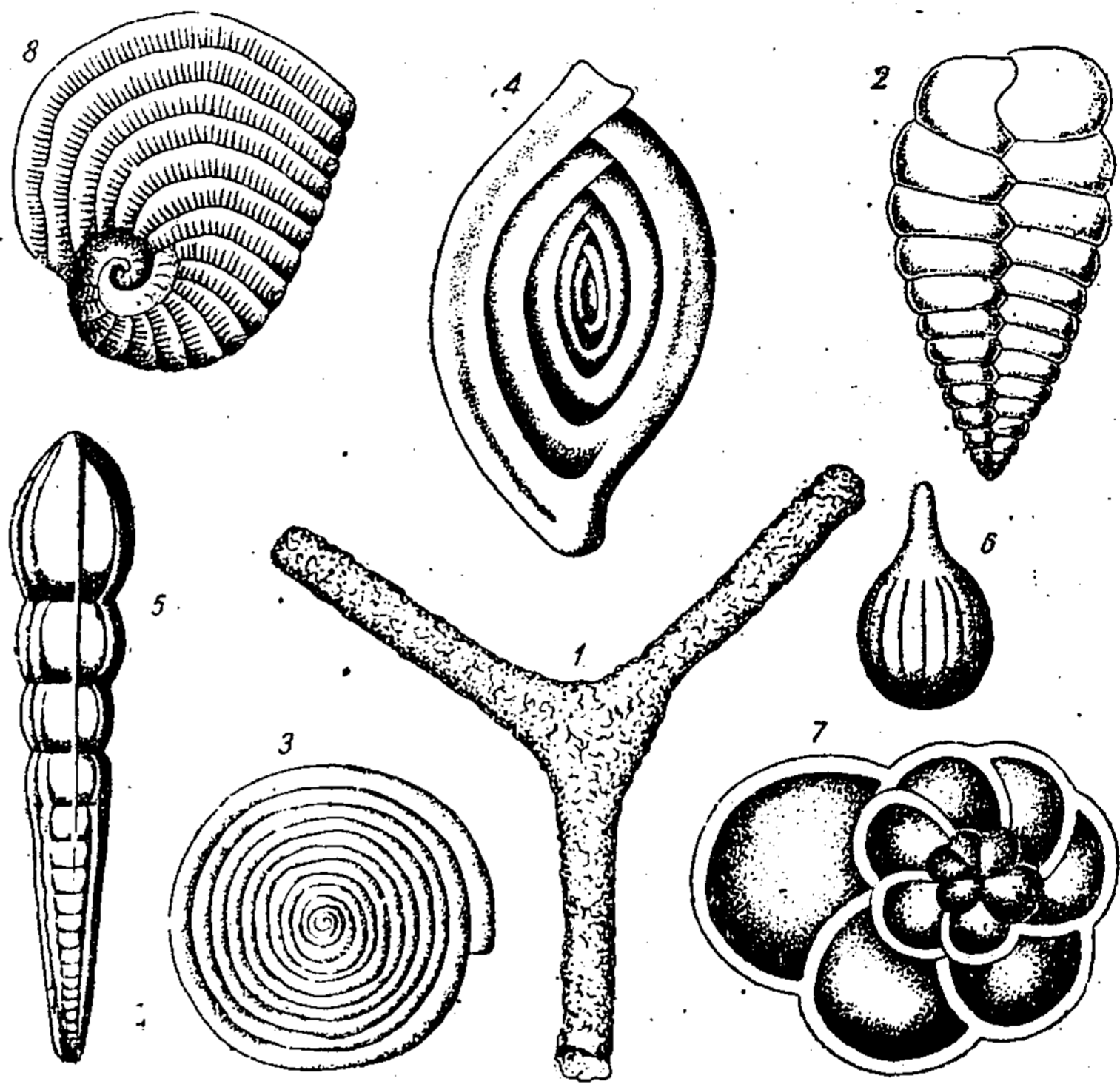


Рис. 7. Различные представители *Foraminifera*. (По Кешмену.)

1 — *Rhabdammina abyssorum*; 2 — *Textularia sagittula*; 3 — *Ammodiscus incertus*; 4 — *Spiroloculina depressa*; 5 — *Nodomorphina compressiuscula*; 6 — *Lagena stricta*; 7 — *Globotruncana arca*; 8 — *Peneroplis planatus*.

Подобное размножение распадением тела сразу на большое количество дочерних особей носит особое название *шизогонии*. Молодые особи растут, пристраивают к первой все новые камеры и достигают размеров материнской. Однако они отличаются от материнской (микросферической формы) значительно большим размером своей зародышевой камеры (мегалосферические формы). Этот мелкий признак служит показателем других существенных отличий материнского и дочернего поколений. А именно при размножении мегалосферических *Polystomella* они тоже распадаются на отдельные, но последних значительно больше (тысячи), и они имеют форму не амебы, а правильного овального тельца с ядром и двумя длинными бьющими по воде волосками, или жгутиками. Дальнейшее развитие таких подвижных отдельных тоже своеобразно. Они расплываются во все стороны, встречаются с такими же отдельностями, происшедшими из других особей *Polystomella*, и сливаются с ними попарно (рис. 9): При этом происходит слияние как плазмы, так и ядра, так что в результате получается одна более крупная одноядерная особь (зигота).

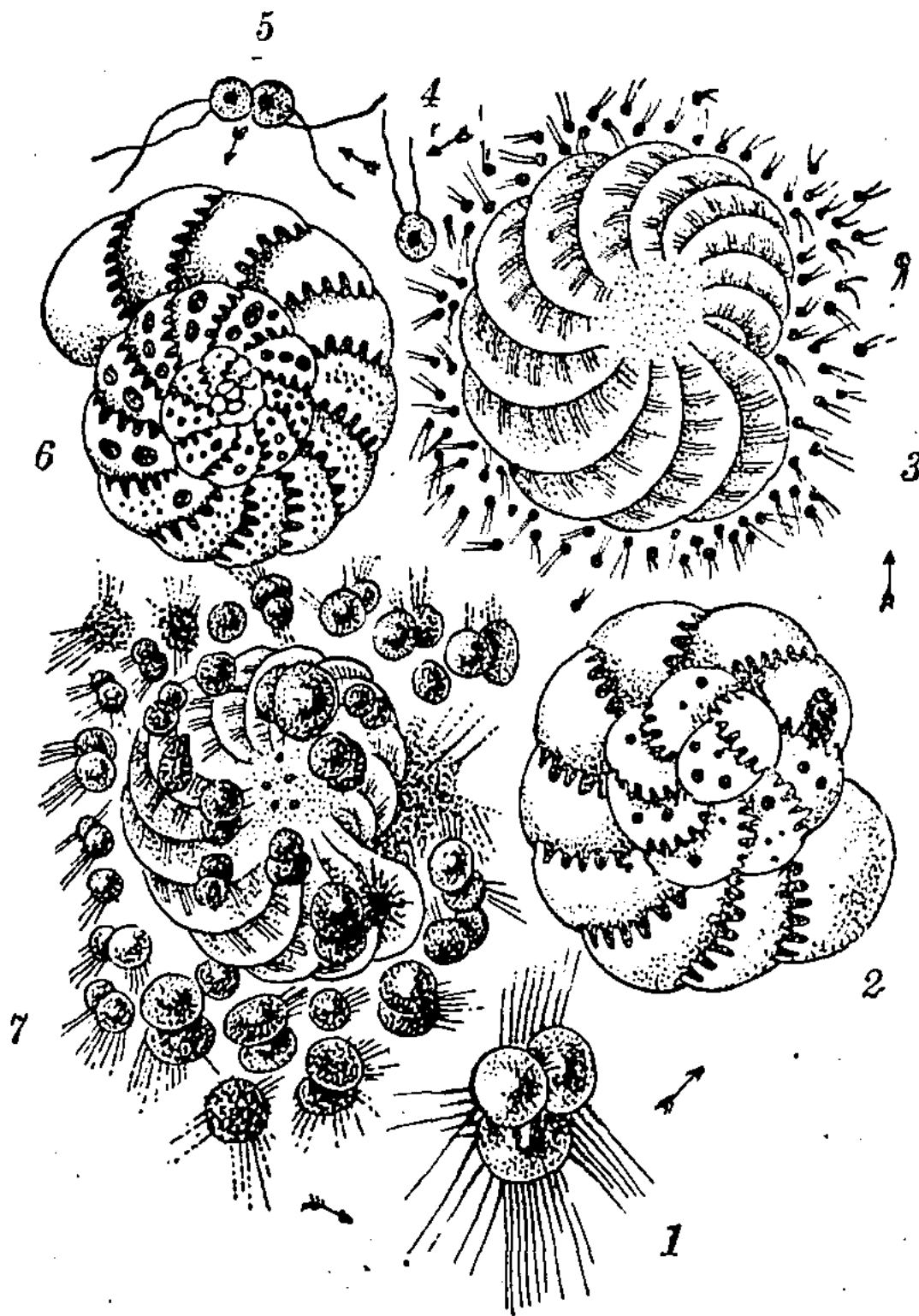


Рис. 8. Жизненный цикл *Polystomella*. (По Шимкевичу.)

Молодая мегалосферическая особь (1) вырастает (2) и содержимое ее распадается (3) на двухжгутиковые гаметы; последние копулируют (4, 5) и зигота развивается в микросферическую корненожку (6); она распадается (7) на амебоидных зародышей мегалосферического типа, которые выделяют раковину и превращаются последовательно в форму 1 и 2.

Первая часть жизненного цикла *Polystomella*, т. е. образование мегалосферических особей за счет микросферических, соответствует делению амебы и представляет собою бесполое размножение. Напротив, жгутиконосные особи, получающиеся путем шизогонии из мегалосферической полистомеллы, не способны прямо развиваться во взрослую особь. Для этого они должны предварительно слиться с себе подобной особью, так как для их дальнейшего развития должен произойти половой акт. Соответственно с этим жгутиконосные особи представляют собою по-

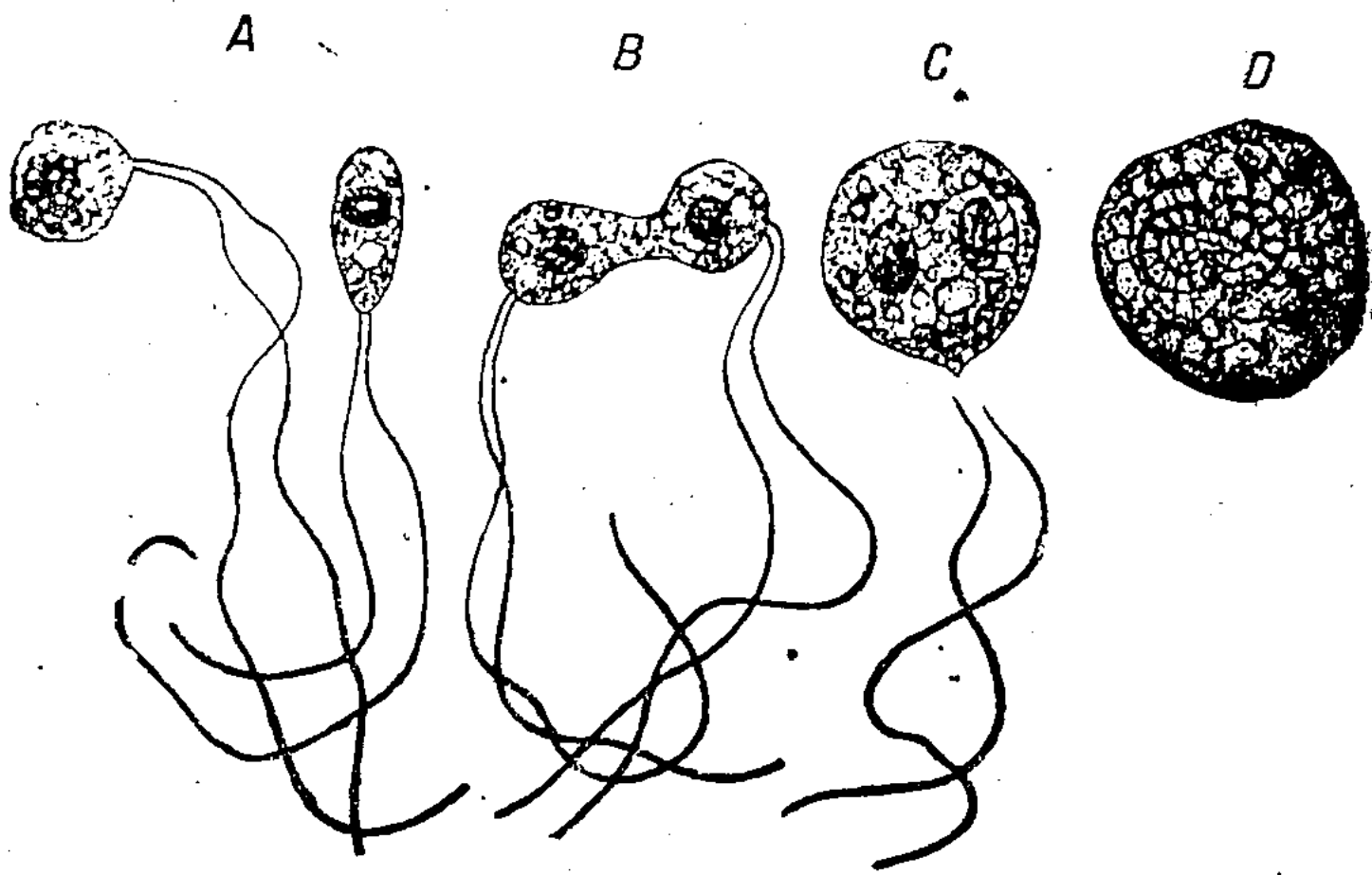


Рис. 9. Копуляция жгутиконосных гамет корненожки *Trichosphaerium*. (По Шаудиному.)

ловые клетки, или, как их у Protozoa чаще называют, *гаметы*, а самый процесс слияния их есть *копуляция*, отвечающая процессу слияния живчика с яйцом у высших животных. Продукт слияния отвечает поэтому оплодотворенному яйцу Metazoa, но у простейших носит особое название *зиготы*. В общем, процесс оплодотворения у Protozoa и многоклеточных обнаруживает большое сходство.

Итак, у Protozoa имеется два рода размножения: бесполое и половое.

Кроме того, в развитии *Poly-stomella* бросается в глаза, что каждое дочернее поколение не походит ни по строению (зародышевая камера), ни по своему размножению на материнское; только третье, внучатое поколение состоит из особей, вполне похожих на взятую исходную: микросферическое, мегалосферическое, опять микросферическое и т. д. Такое явление регулярного чередования двух не похожих друг на друга ни по строению, ни по способу размножения сортов особей в жизненном цикле именуется *чередованием поколений*, или *метагенезом*, и встречается в разном виде у многих беспозвоночных.

У однокамерных корненожек бесполое размножение совершается простым делением плазматического тела надвое, причем одна из половин выходит наружу через устье и окружается новой раковиной.

Testacea — обитатели пресных вод, *Foraminifera* встречаются почти исключительно в морях.

Среди пресноводных однокамерных корненожек чаще всего встречаются *Arcella* и *Diffugia* (рис. 10). *Arcella* обладает желто-бурым хитиноидным скелетом в виде часового стекла с подогнутыми краями и снабжена двумя ядрами. *Diffugia* имеет раковину грушевидной формы, инкрустированную мелкими прозрачными песчинками. Оба рода выпускают из устья короткие пальцевидные псевдоподии. Наиболее богатые и разнообразные сборы пресноводных корненожек можно получить, делая выжимки из пропитанных водою сфагновых мхов.

Большинство *Foraminifera* живет на дне водоемов, иногда на глубинах в тысячи метров, питаясь разными мелкими организмами. Лишь очень немногие формы (*Globigerina*) носятся у поверхности моря; раковина этих планктонных форм (рис. 11) снабжена длинными радиальными шипами, сильно увеличивающими поверхность животного и позволяющими ему держаться в воде во взвешенном состоянии. Многокамерные формы встречаются, как сказано, в морях, хотя в последние годы удалось обнаружить целый ряд их в колодцах пустыни Кара-Кум, между Каспийским и Аральским морями.

Из современных форм более крупных размеров достигают палочковидные *Rhabdammina* (свыше 1 см длины) и *Orbitolites* (рис. 12).

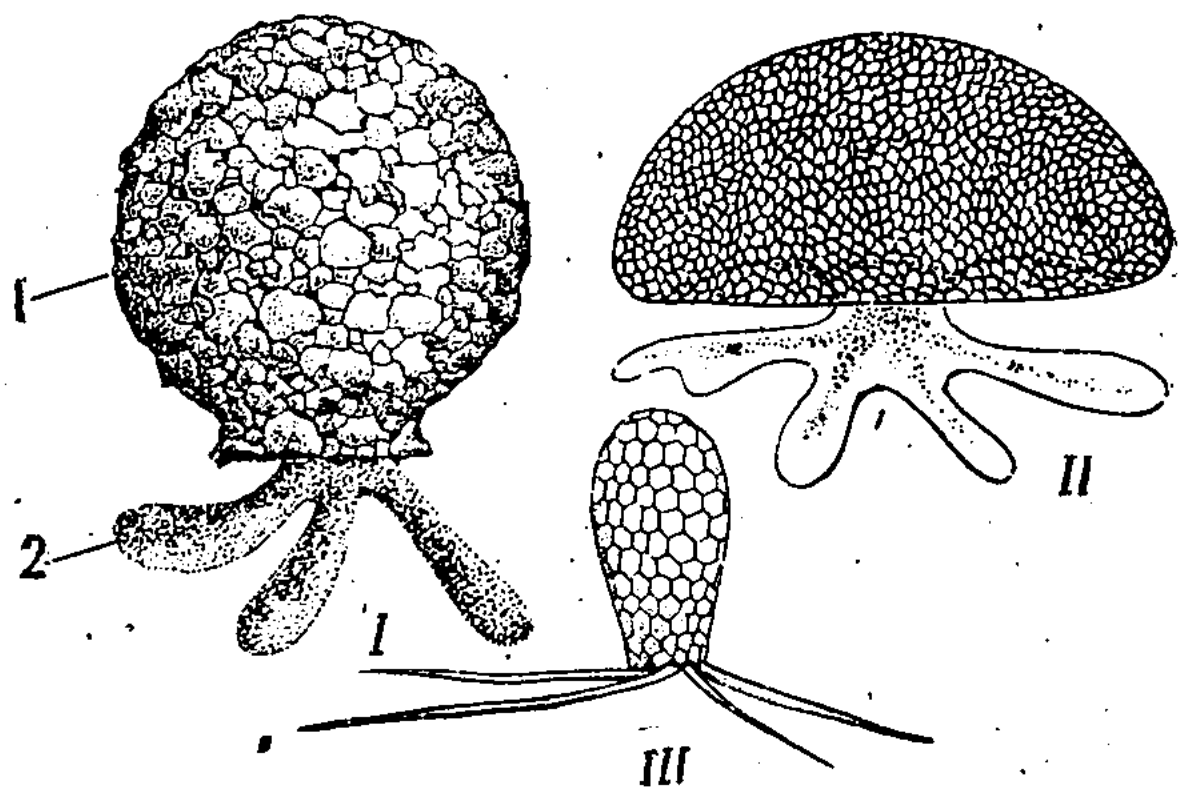


Рис. 10. Раковинные корненожки.
(Из М а т в е е в а.)

I — *Diffugia*; II — *Arcella*; III — *Euglypha alveolata*.
1 — раковина; 2 — псевдоподии.

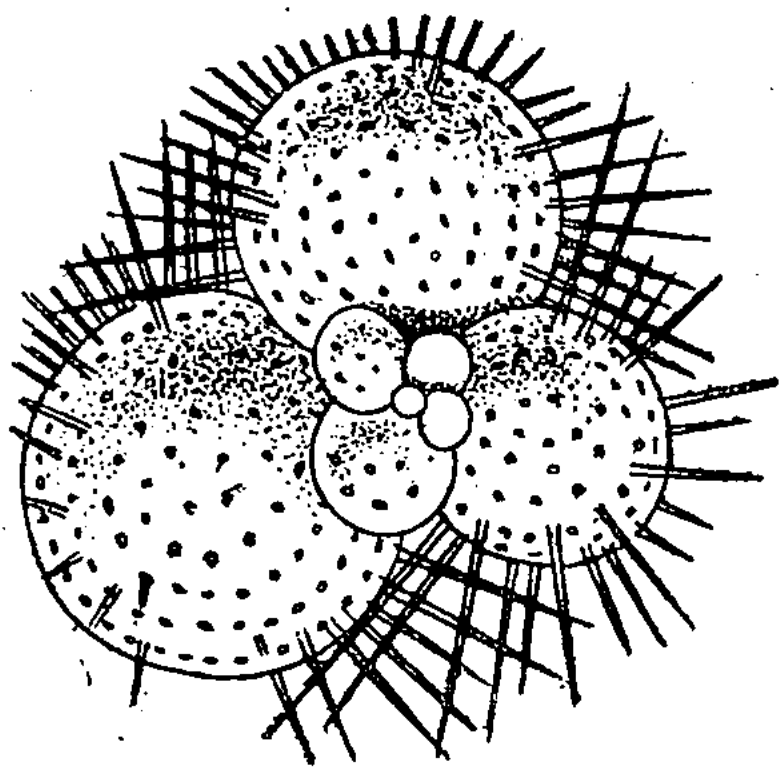


Рис. 11. Планктонная многокамерная корненожка *Globigerina*, раковина которой покрыта длинными иглами, увеличивающими поверхность животного и облегчающими плавание. (По Д о г е л ю.)

Палеонтология и практическое значение. Корненожки входят в состав очень многих морских отложений, начиная с самых древних пластов кембрийской и силурийской эпох. При огромном количестве корненожек, населяющих

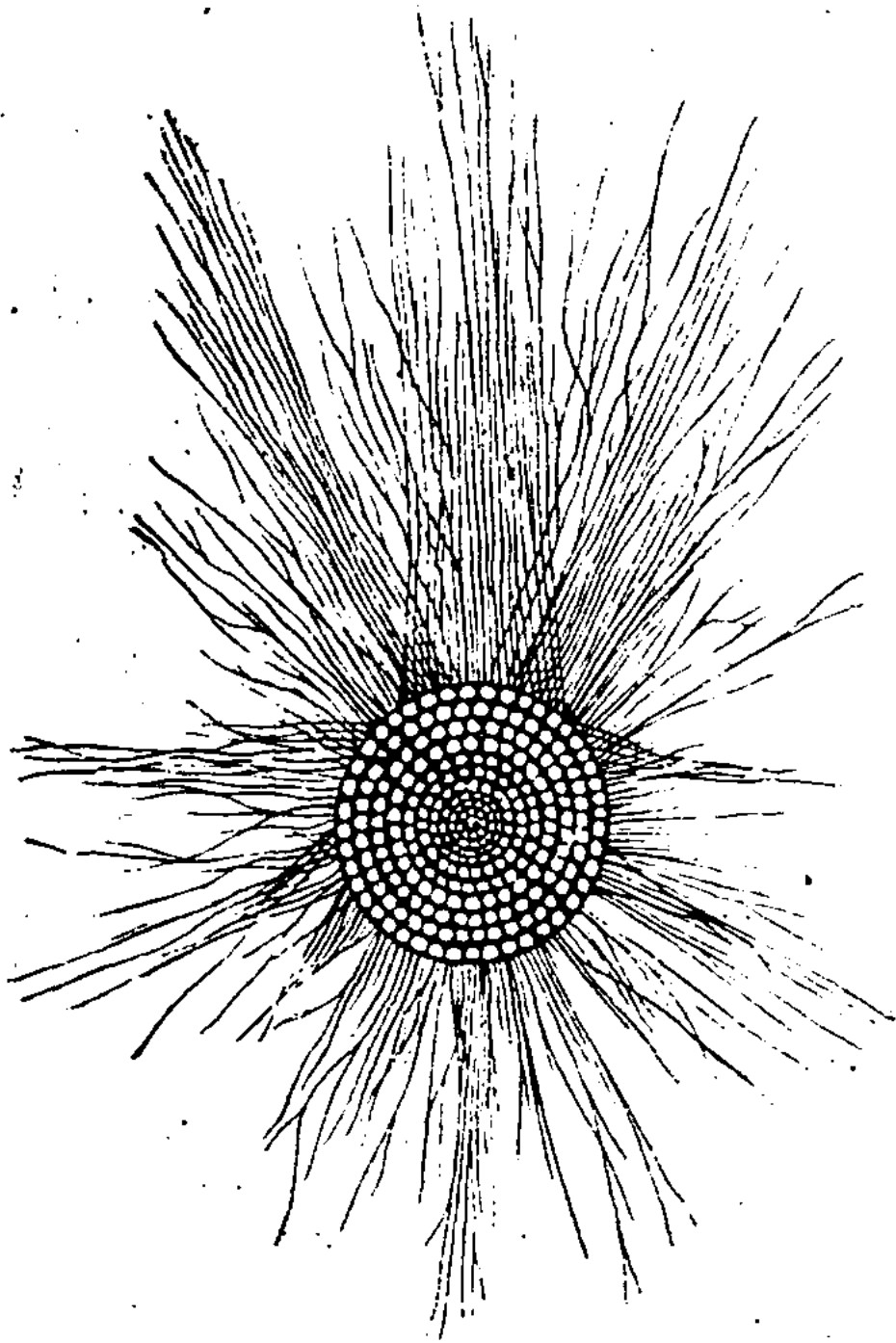


Рис. 12. Корненожка *Orbitolites* с выпущенными псевдоподиями. Современная форма, напоминающая нуммулитов; достигает 1 см в диаметре. (По Ферворну.)

моря, раковины умерших животных, плохо растворяясь в морской воде, скопляются в таком количестве на дне моря, что 1 г мелко просеянного песка содержит в наиболее богатых ими местах до 5000 раковинок. Поэтому немудрено, что за тысячи и десятки тысяч лет корненожки могли кое-где образовать мощные пласты, и там, где уровень моря понизился, пласты эти выступили наружу, занимая громадные пространства суши. Толстые слои известняков и зеленого песчаника состоят преимущественно из раковин *Foraminifera*. Особенно замечательны в этом отношении *нуммулиты*, крупные (до 6 см в диаметре) монетовидные корненожки (рис. 13) с сотнями мелких камер, отложения которых от третичной эпохи встречаются во многих местах по берегам Средиземного моря; так, известняк, образующий плоскогорье Сахары, которая раньше представляла собою морское дно, сплошь состоит из остатков этих крупных *Nummulites*. Известняки имеют большое значение в качестве строительного материала, а еще более важна тонкая их разновидность, называемая *песчим мелом*. У нас большие меловые отложения имеются по среднему течению Волги.

В более древних отложениях — каменноугольная и пермская эпохи — такую же

важную роль, как нуммулиты в третичную эпоху, играет семейство фузулии (*Fusulinidae*). Это крупные (до 2—3 см) продолговатые корненожки, имеющие форму пшеничного зерна.

Благодаря своим малым размерам и большой распространенности корненожки во многих отношениях гораздо удобнее, чем остатки крупных организмов для определения возраста геологических пластов при поисках нефти и других полезных ископаемых. Каждый пласт имеет свою более или менее специфическую фауну ископаемых корненожек. Поэтому в каждом нефтеносном районе достаточно один раз установить залегание нефти в определенном пласте, для того, чтобы и в других местах узнавать о вероятном приближении нефти по исследованию корненожек в пробах пород, добываемых из пробных буровых скважин. Это приближение нефтеносного слоя обнаруживается появлением в пробах корненожек определенных родов и видов. В США и СССР имеются специальные лаборатории для исследования расположения корненожек в нефтеносных слоях.

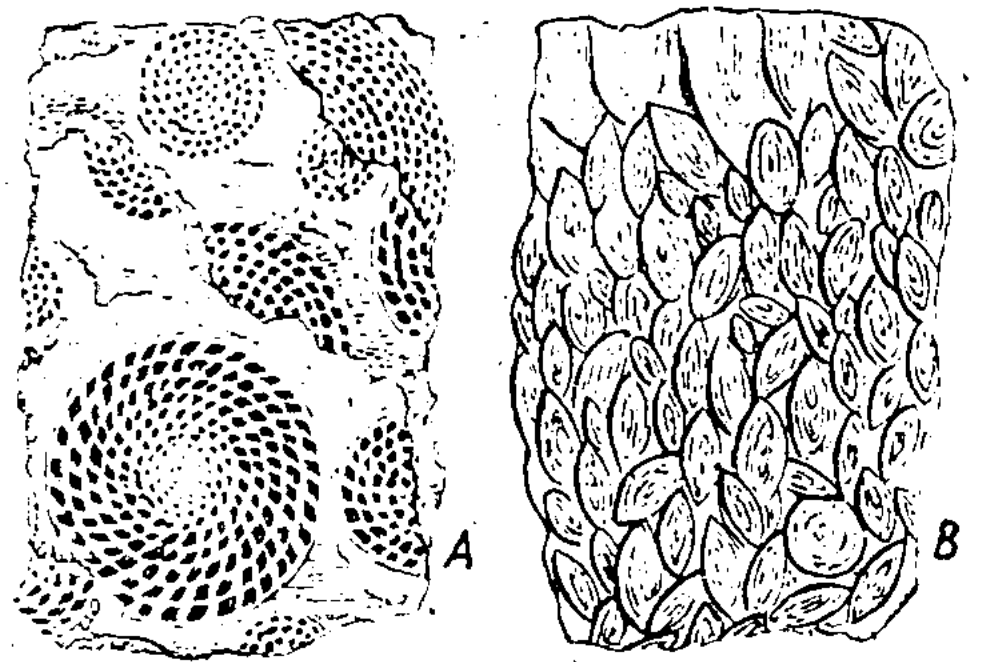


Рис. 13. Ископаемые корненожки *Nummulites* из третичной эпохи, состоящие из многочисленных мелких камер. (Из Циттеля.)

A — *Nummulites distans*; B. — *N. lucasanus*.

Отряд 2. Лучевики (Radiolaria)

Распространение. Сюда относятся наиболее красивые из Sarcodina, отличающиеся геометрической правильностью и необычайным разнообразием форм. Скелет разных радиолярий принимает все геометрические формы (шара, восьмигранника и т. д.), известные для всего остального органического мира, а кроме того, обнаруживает иногда форму 12- и 20-гранника, кроме Radiolaria нигде не встречающуюся. Лучевики исключительно морские животные, и притом ведущие плавающий, планктонный образ жизни; некоторые из них живут (например группа Phaeodaria) на глубинах до 7000 м. Особенно многочисленны Radiolaria в южных морях, например в Средиземном море планктон переполнен лучевиками. В Северном Ледовитом океане радиолярий почти нет.

Строение и физиология. Тело имеет большей частью форму шара, от которого наподобие лучей во все стороны отходят длинные нитевидные псевдоподии (рис. 14). У всех лучевиков центральный отдел тела, содержащий всю эндоплазму и глубокие слои эктоплазмы, окружен особой тонкой перепончатой оболочкой — центральной капсулой. Она состоит из органического азотистого вещества, напоминающего хитин, походя таким образом на органическую раковину.

Форма капсулы разнообразна, но чаще всего она шаровидна, причем на всем своем протяжении или лишь в определенных местах пронизана многочисленными отверстиями для псевдоподий. По своему назначению капсула представляет собою своеобразный скелет, защищающий центральную внутрикапсулярную часть животного.

Внутри капсулы находится одно или много ядер, нередко пигментные, белковые или иные зерна, а у большинства Radiolaria также особые тельца, зоохлореллы. Это желтые, реже зеленоватые, очень мелкие округлые клетки, в большом числе заполняющие плазму лучевика. Исследования показали, что мы имеем здесь дело с самостоятельными организмами, а именно низшими водорослями. Они находятся с радиоляриями в состоянии симбиоза, т. е. мирного сожительства, основанного на том, что каждый из симбионтов приносит своему сожителю известную пользу. Лучевики отдают водорослям углекислоту (продукт дыхания) и азотистые продукты выделения; зоохлореллы же, снабженные хлорофиллом, выделяют подобно большинству растений кислород, поглощаемый приютившей их радиолярией. При голодании лучевиков наблюдалось частичное переваривание ими находящихся в них водорослей.

Внекапсулярная плазма образует вокруг капсулы толстый периферический слой. Она наполнена большими, тесно прилегающими друг к другу вакуолями и состоит из стекловидного, прозрачного, студенистого вещества. От всей поверхности студенистого вещества отходят тонкие нитевидные псевдоподии, наклонные к ветвлению и анастомозированию друг с другом, т. е. к образованию сплетений. Основания псевдоподий, проходя через студенистое вещество и через поры центральной капсулы, связывают псевдоподии с внутрикапсулярной плазмой. Псевдоподиями захватываются мелкие водоросли, простейшие и т. п., служащие пищей радиоляриям. Пульсирующие вакуоли у всех Radiolaria отсутствуют.

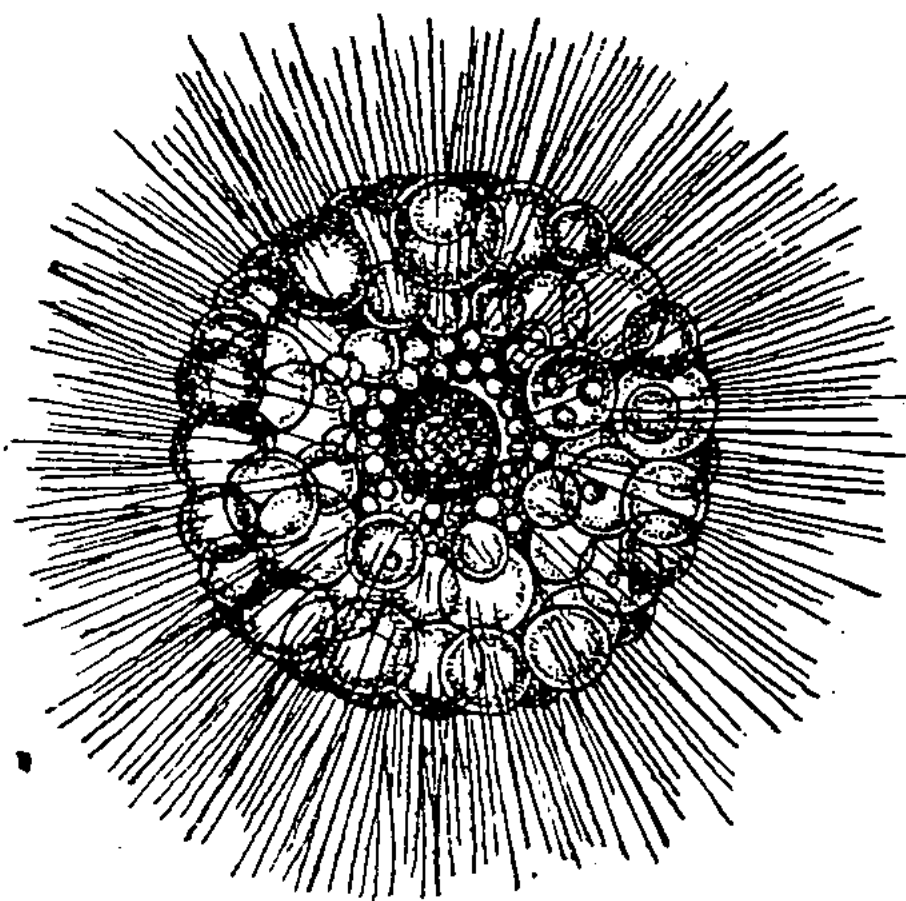


Рис. 14. Радиолярия *Thalassicolla* с ореолом из нитевидных псевдоподий; внутри животного видна центральная капсула, окруженная внекапсулярным веществом вакуолизированного строения. (По Геккелю.)

Лишь у немногих радиолярий центральная капсула образует единственный опорный аппарат. У большинства к ней присоединяется настоящий скелет (рис. 15), состоящий из кремнезема или (у *Acantharia*) из сернокислого стронция. В наиболее простом случае на поверхности тела рассеяны многочисленные мелкие кремневые иглы, расположенные тангентально. Иногда эти иглы срастаются между собою, образуя вокруг тела решетчатый кремневый шар. На перекладинах шара могут развиваться радиально направленные отростки, увеличивающие поверхность тела. При росте животного внекапсулярное вещество может выйти за пределы указанного шара и образовать вокруг себя новый решетчатый шар, связанный с предыдущим упомянутыми радиальными выростами. Есть немало и других форм скелета: многогранный, дискообразный, шлемовидный, состоящий как бы из двух решетчатых створок, и т. д. Радиальные отростки могут разрастаться, ветвиться и т. п. Особенно своеобразен скелет группы лучевиков *Acantharia* (рис. 16), состоящий из SrSO_4 и слагающийся из 20—32 длинных радиальных игол, которые своими внутренними концами сталкиваются в центре тела животного. Иглы эти располагаются пятью правильными венчиками, или поясами в очень строгую геометрическую фигуру по так называемому Мюллеровскому закону. Разнообразие скелетов *Radiolaria* увеличивается тем, что иглы могут образовывать побочные отростки, сплющиваться и т. д. Детальное изучение скелета *Radiolaria* обнаружило в нем наличие множества интереснейших приспособлений, служащих для увеличения поверхности животного, для повышения сопротивляемости нежного тела лучевика давлению окружающей воды и др.

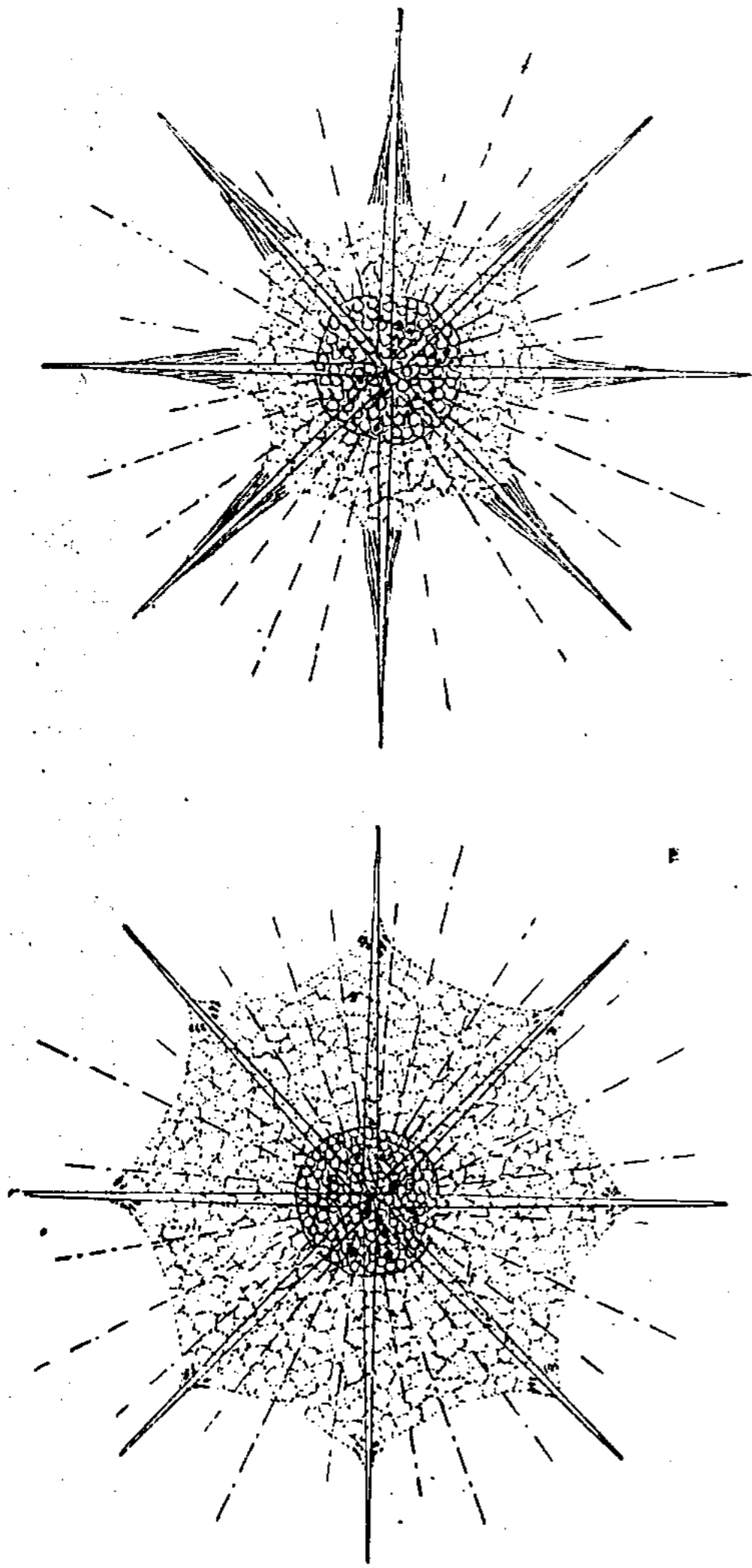


Рис. 15. Радиолярия *Acanthonia*: наверху — со стянувшимся, внизу с растянутым внекапсулярным веществом, в центральной капсуле видны темные ядра. (По Шевякову.)

щихся к игле, а другим — к поверхности тела. Мионемы представляют собою мускульные волокна, и при их сокращении внекапсулярная плазма лучевика растягивается на иглах скелета, увеличивая этим поверхность и уменьшая удельный вес животного (приспособление для поднятия в верхние слои воды); при расслаблении мионем плазма спадается и поверхность животного уменьшается. Интересно отметить у столь низкоорганизованных животных поперечную исчерченность мионем, напоминающую строение поперечно-полосатых мышц высших *Metazoa*.

Radiolaria, главным образом, пассивно носят в планктоне, увлекаемые морскими течениями. Но у *Acantharia* имеются специальные приспособления, позволяющие им спускаться на глубины и вновь подниматься на поверхность. Каждая игла в месте своего выхождения из плазмы животного наружу окружена пучком коротких поперечно-полосатых ниточек, *мионем*, одним своим концом прикрепляю-

Размножение Radiolaria совершается и бесполом и половым путями. Бесполое размножение осуществляется делением тела надвое, причем сначала делится ядро, потом центральная капсула, а всего позднее внекапсулярная плазма.

Изредка наблюдается образование в теле множества ядер, затем распадение живого тела лучевика на тысячи мелких гамет, так что от животного остается

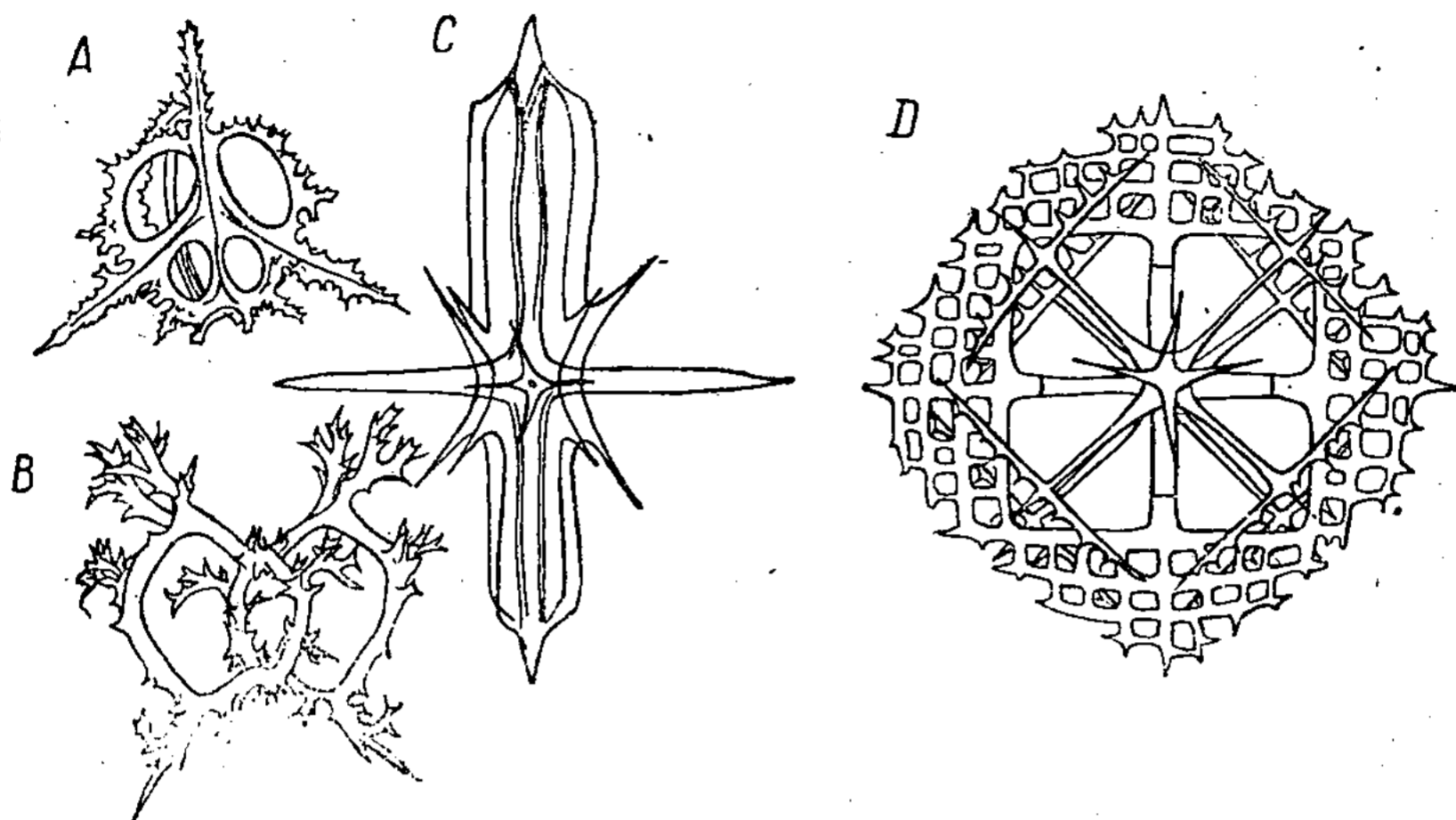


Рис. 16. Скелеты лучевиков. (Из Догеля.)

A — *Cortiniscus typicus* (Nassellaria); B — *Zygostepanus bicornis* (Nassellaria);
C — *Amphilonche mira* (Acantharia); D — *Lithoptera* (Acantharia).

один пустой скелет. Гаметы снабжены 2 жгутиками и белковым кристаллоидом. Они покидают животное, сливаются попарно, т. е. копулируют, и дают круглую зиготу. Разрастанием последней и закладкой скелета постепенно формируется миниатюрная молодая радиолярия. Правильного чередования обоих типов размножения пока подметить не удалось.

Колонии. Громадное большинство Radiolaria — одиночны. Но у некоторых голых, т. е. лишенных минерального скелета форм образуются шаровидные или колбасовидные колонии (рис. 17), содержащие в общей массе внекапсулярного вещества не одну, а множество центральных капсул, каждая из которых отвечает отдельной особи. Такие колонии образуются из единственной первичной особи путем деления ее центральной капсулы, тогда как внекапсулярное вещество только растет, не принимая участия в делении. Отсюда мы можем сделать общий вывод: образование животными колоний есть результат не доведенного до конца процесса бесполого размножения.

Классификация радиолярий основывается преимущественно на строении скелета и центральной капсулы.

Подотряд 1. Acantharia. Центральная камера со всех сторон пронизана порами. Скелет состоит из SrSO_4 , образован 20—32 радиальными иглами, которые своими внутренними концами сходятся в центре животного.

Подотряд 2. Srimellaria. Центральная капсула такого же строения, как у предыдущей группы. Минеральный скелет отсутствует или состоит из кремнеземных иголок, расположенных тангентально на поверхности тела. Сливаясь, эти иголки могут образовывать решетчатый шар. Некоторые представители этого подотряда образуют колонии.

Подотряд 3. Nassellaria. Центральная капсула имеет на одном полюсе единственное сложное отверстие для выхода псевдоподий. Кремнеземный скелет имеет ха-

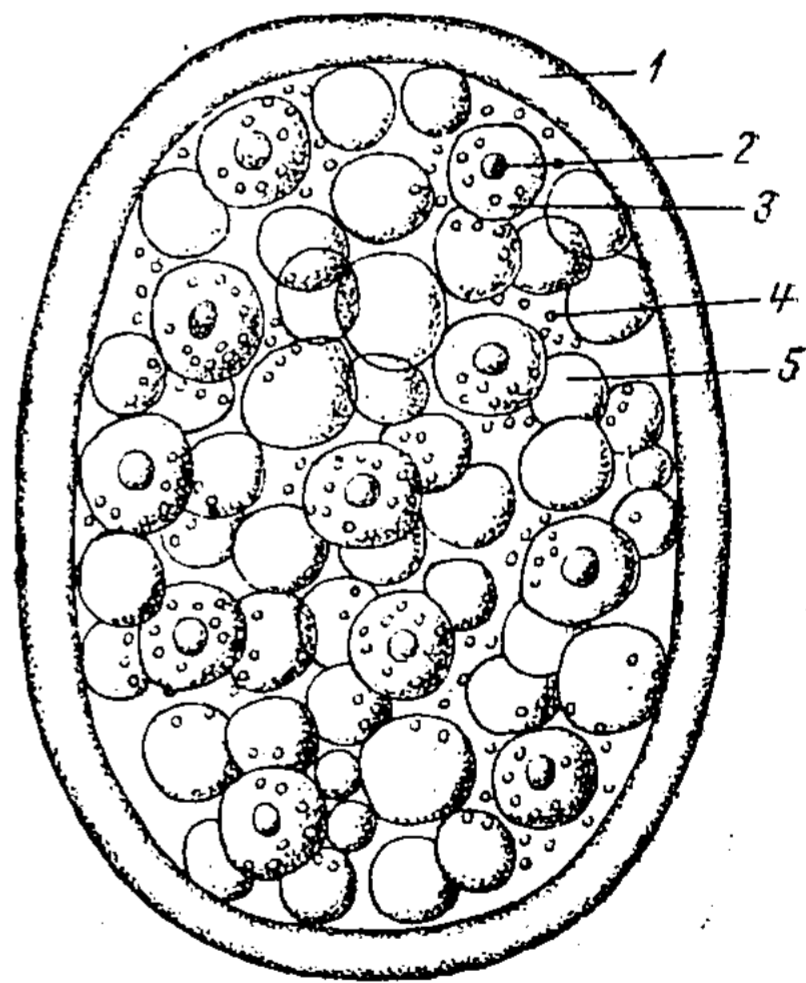


Рис. 17. Колониальная радиолярия *Collozoum*. (По Геккелю.)

1 — внекапсулярное вещество; 2 — жировые капли в центральных капсулах; 3 и 4 — зоохлореллы; 5 — вакуоли.

рактер трех колец, охватывающих тело в разных направлениях, но часто принимает форму колокола, шлема и т. д. Сюда относятся свыше 1200 видов лучевиков.

Подотряд 4. *Rhaeodaria*. Центральная капсула снабжена одним главным и двумя побочными отверстиями. Кремневый скелет имеет весьма разнообразную форму.

Палеонтология и практическое значение ископаемых Radiolaria. Скелет кремневых Radiolaria отличается большой стойкостью и хорошо сохраняется в ископаемом виде. Вследствие этого радиолярии, подобно многим другим беспозвоночным, служат в палеонтологии так называемыми «руководящими» формами, помогающими при определении возраста геологических пластов. Иногда целые горные породы слагаются из спаянных между собою остатков лучевиков. Таков о-в Барбадос, на котором массив, высотой в 360 м, состоит из скелетов более, чем 200, различных видов ископаемых Radiolaria. В СССР

большие залежи лучевиков имеются под Ульяновском и в некоторых других местах. Наиболее богатые местонахождения относятся к отложениям третичной эпохи. Там, где залежи состоят почти исключительно из скелетов радиолярий (а также обычно и кремневых же диатомовых водорослей), подобные породы получают название «горной муки, или трепела». Последний применяется в технике для полирования металлических и стеклянных изделий и для изготовления тонкой наждачной бумаги.

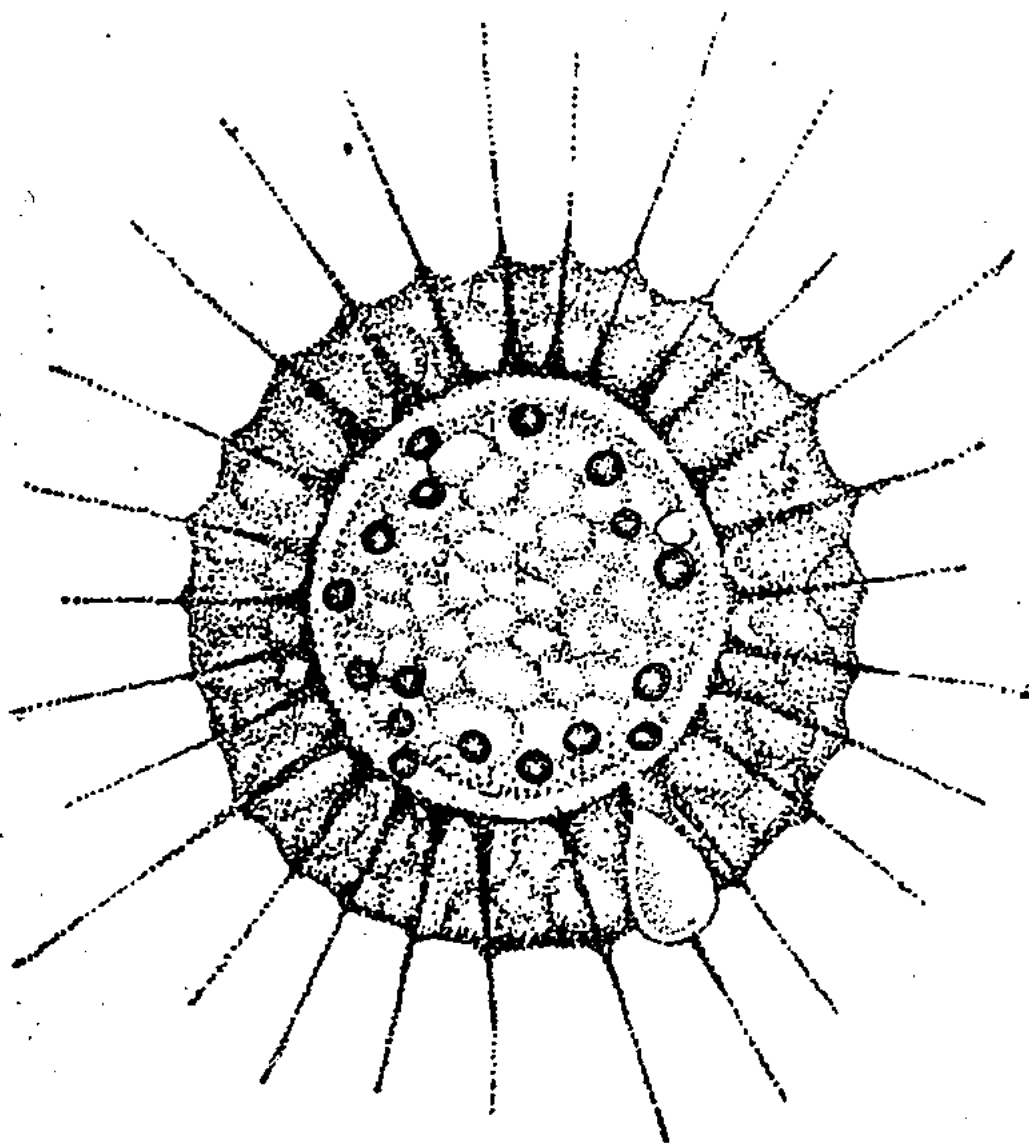


Рис. 18. Солнечник *Actinosphaerium eichhorni* с многочисленными мелкими ядрами и выпущенными во все стороны псевдоподиями; на одной точке поверхности тела выпячивается сократительная вакуоль. (Из Д о ф л е й н а.)

Отряд 3. Солнечники (Heliozoa)

Солнечники (рис. 18) в общем походят на лучевиков, но встречаются преимущественно в пресных водах. Шаровидное тело солнечников посылает во все стороны тонкие, нитевидные, не анастомозирующие псевдоподии. Характерной особенностью их у солнечников является наличие внутри псевдоподии более плотной оси, которая продолжается и внутри тела в виде так называемой корневой нити.

Корневые нити отдельных псевдоподий сходятся к центру тела, где у части солнечников (*Actinophrys* и др.) располагается центрозома. Пространственная связь центрозома с псевдоподиями говорит в пользу того, что центрозома регулируется не только деление ядра, но и движение. Ядро или одно (*Actinophrys*), или же в плазме рассеяно значительное количество мелких ядер (*Actinosphaerium*). В отличие от лучевиков солнечники обладают чаще всего двумя сократительными вакуолями, лежащими в эктоплазме и приподнимающими последнюю в соответственных местах в виде бугров. Некоторые солнечники имеют скелет, состоящий из мелких, разбросанных на поверхности тела кремневых иголок.

Большинство солнечников свободно подвижны и питаются различными мелкими организмами. Иногда, соединяясь по несколько штук и сливаясь своими телами, солнечники проглатывают даже многоклеточных животных, например коловраток. Одним из наиболее обычных и крупных солнечников является *Actinosphaerium eichhorni*, часто попадающийся в прудах и озерах. Полупрозрачное тело *Actinosphaerium*, достигающее 1 мм в диаметре, содержит многочисленные мелкие ядра, лишено скелета и имеет две вакуоли.

КЛАСС II. ЖГУТИКОНОСЦЫ (MASTIGOPHORA)

Общая характеристика и классификация

Общий признак, объединяющий представителей данного класса — это наличие у них жгутиков, выполняющих функции органов передвижения. Мы видели, что и у Sarcodina на известных стадиях (у гамет) наблюдаются жгутики, но там жгутиконосные стадии коротки и преходящи, тогда как у Mastigophora жгутики составляют постоянную принадлежность животного.

Однако у некоторых немногих жгутиконосцев могут или временно или постоянно, кроме жгутиков, присутствовать и псевдоподии (рис. 19). При помощи этих форм, как мы увидим в параграфе о филогении простейших, устанавливаются между обоими классами известные родственные отношения.

Строение и физиология. Форма тела жгутиконосцев довольно разнообразна. Большею частью оно овально или бутылковидно, но может быть и шаровидным или, как у Peridinea, принимать причудливый, рогатый и т. п. вид.

Протоплазма делится на экто- и эндоплазму. Лишь у немногих Mastigophora, выпускающих псевдоподии, эктоплазма совсем голая. У других наружный слой эктоплазмы уплотняется и образует пелликулу, что лишает животное способности к постоянному изменению формы тела (как у амёб) и дает ему лишь возможность временно изменять форму тела, или *метаболизировать*, после чего оно возвращается к своей нормальной форме. Пелликула нередко может настолько уплотняться, что тело совершенно теряет способность менять свои очертания. Наконец, у многих жгутиконосцев дело доходит до выделения на поверхности тела специальной защитной оболочки. Оболочки могут состоять или из желтоватого рогового, или хитиноидного вещества, или из толстого слоя выделяемого животным прозрачного студня (*Volvox* и др.), или же, наконец, у целого отряда Peridinea двустворчатая оболочка образована правильными пластинками клетчатки. Клетчатковый характер панцыря Peridinea интересен тем, что указывает, наряду с другими признаками, на близость некоторых Peridinea к растениям. Эндоплазма имеет зернистый характер и содержит разнообразные включения.

От переднего полюса тела берут начало *жгутики* в числе 1, 2, 4, 8 и более; чаще всего их 1 или 2. При наличии одного жгутика он обычно направлен вперед, при наличии двух жгутиков оба имеют одинаковую длину и обращены вперед или же один жгутик бывает значительно длиннее другого, волочится позади тела, служит при движении жгутиконосца для изменения направления и называется *рулевым*.

У некоторых паразитов этот жгутик приклеивается к клеточной оболочке, выступая наружу лишь на заднем конце тела, и образует на теле ребро. Ребро в свою очередь может принимать характер высокого, прозрачного, изгибающегося-

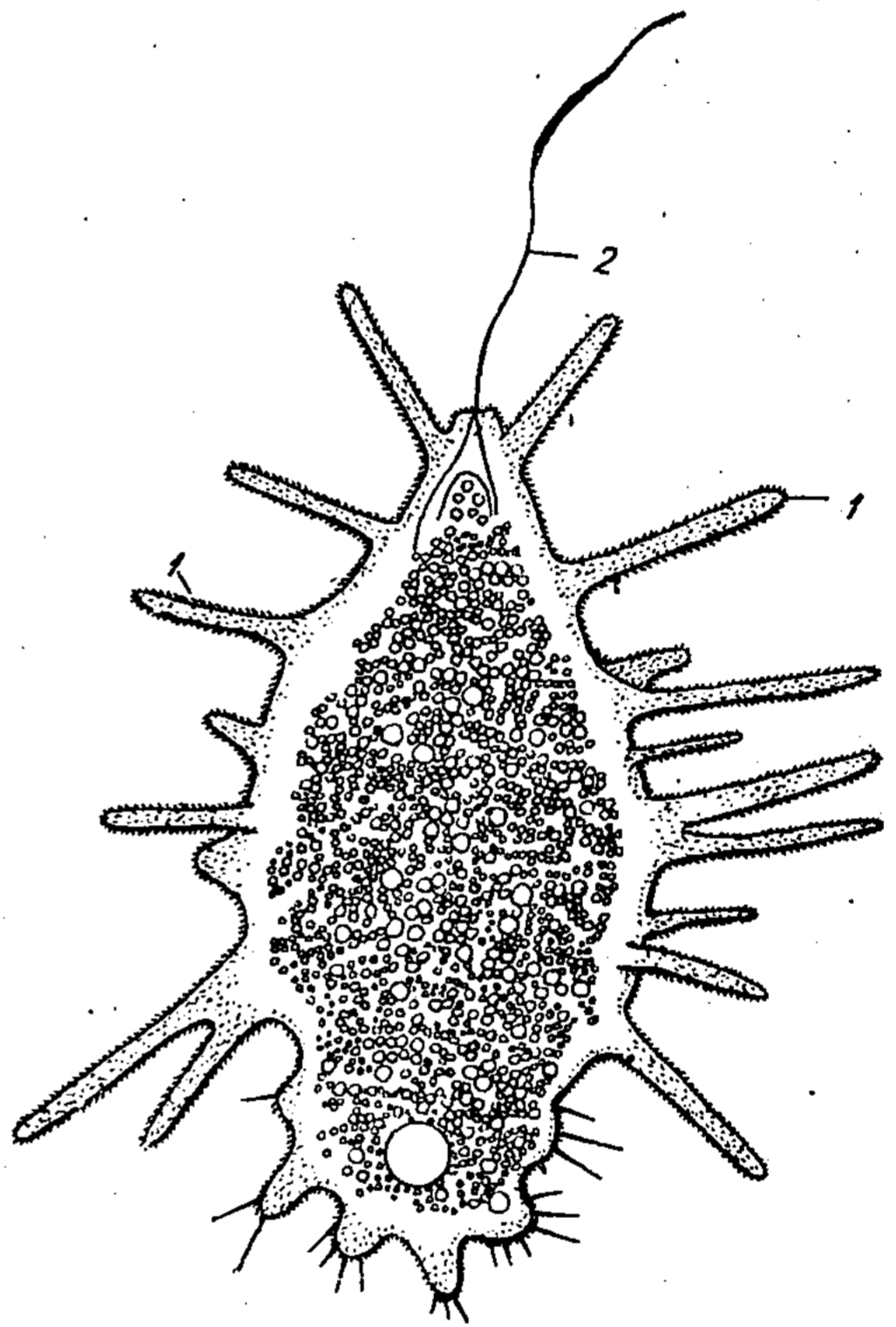


Рис. 19. Жгутиконосец *Mastigamoeba*, обладающий жгутиком (2), а также многочисленными псевдоподиями (1). (По Гессе.)