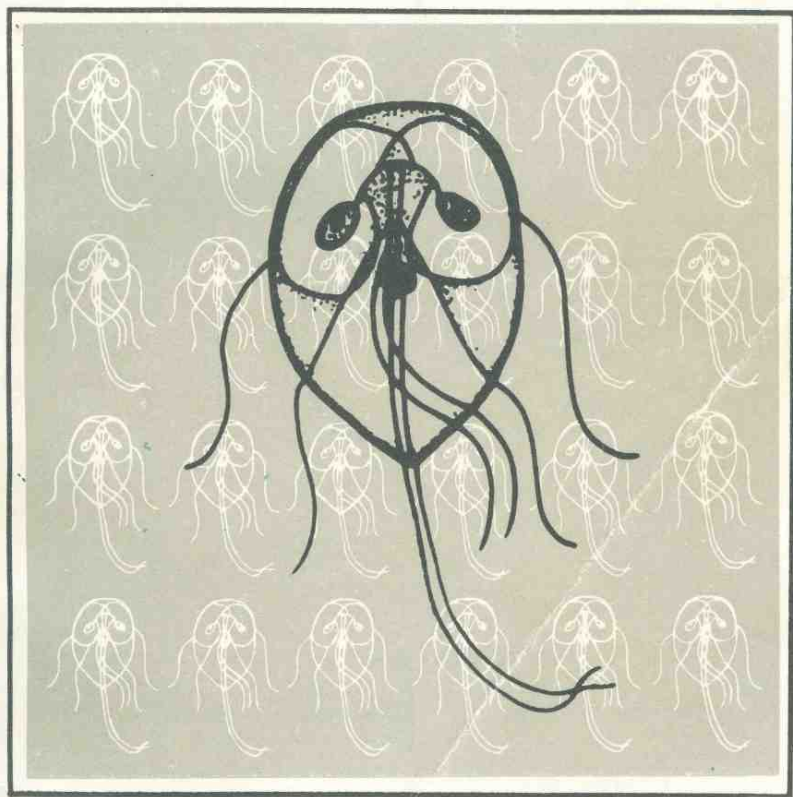


Л. Н. СЕРАВИН

ПРОСТЕЙШИЕ ...  
ЧТО ЭТО ТАКОЕ ?



· НАУКА ·  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ



*Echiniscus*



АКАДЕМИЯ НАУК СССР

От молекулы до организма

Л. Н. СЕРАВИН

# ПРОСТЕЙШИЕ... ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

Ответственный редактор  
Ю. И. ПОЛЯНСКИЙ



Ленинград  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Ленинградское отделение

1984

Серавин Л. Н. Простейшие... Что это такое? — Л.: Наука, 1984. — 176 с. — (От молекулы до организма).

Еще недавно всех простейших считали микроскопическими одноклеточными животными и относили к единственному типу Protozoa. Однако теперь их разделяют на 7 разных типов. В книге приводятся основания правильности такого разделения. В ней показано, что наряду с очень мелкими формами существуют виды простейших, достигающие в длину десятки сантиметров и даже метра. Многие из этих организмов не являются одноклеточными, а часть из них в такой же мере могут считаться растениями, как и животными. Простейшие — своеобразный, особый клеточный уровень организации живой природы. Они являются важнейшим звеном в пищевых цепях биосферы. Размножаясь в огромных количествах, простейшие влияют на формирование и плодородие почв, на химический состав океанических вод; газовый состав атмосферы также зависит от деятельности этих организмов. Такие впечатляющие явления природы, как «кровавые» дожди, «кровавые» воды, «цветные» снега, «красные» приливы и свечение морей, вызываются массовым размножением окрашенных простейших.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся природой. Особенно полезна она будет биологам, географам и геологам.

Рецензенты:

И. Б. РАЙКОВ, К. М. СУХАНОВА

## ВВЕДЕНИЕ

Мысль о том, чтобы написать эту книгу, появлялась у меня за последние годы неоднократно. И не потому, что имелась какая-то особая внутренняя потребность. Напротив, эта мысль большей частью спорадически индуцировалась разными внешними обстоятельствами, обычно вот таким образом. В 1969 году в Ленинграде проходил III Международный конгресс протозоологов — специалистов, изучающих простейших. Сотни иностранных и отечественных ученых в течение нескольких летних дней обсуждали важнейшие проблемы, связанные с изучением этих своеобразных организмов. На фронтоне Таврического дворца висели два громадных полотнища с эмблемой конгресса и с надписью на четырех языках — русском, английском, французском и немецком — о том, что здесь идут заседания конгресса протозоологов. В красивых и удобных аудиториях произносились речи, проходили жаркие дискуссии, демонстрировались научные фильмы. Жизнь, как принято говорить, была ключом. Члены Оргкомитета с утра до вечера были завалены текущей работой, но, понимая важность всего происходящего, не только не сетовали, а занимались всеми делами с особой энергией и упорством. Поэтому любые ненужные отвлечения вызывали невольное раздражение. Вполне понятна наша первичная реакция, когда в комнату Оргкомитета зашел высокий представительный мужчина и спросил, обращаясь сразу ко всем: «Скажите, пожалуйста, а что это за наука такая — протозология?» Кто-то кратко и холодно сообщил ему, что протозология изучает строение и функции простейших. «А что это такое — простейшие?» Возможно, в наши обязанности не входило объяснять человеку, случайно оказавшемуся на конгрессе, что собой представ-

ляют простейшие, однако меня попросили поговорить с ним.

Случайный посетитель оказался человеком с высшим образованием, более того — естественником. Он окончил географический факультет университета и имел степень кандидата наук. Однако из всех простейших он помнил инфузорию туфельку да амебу. Ему было буквально смешно, что ради этих никчемных, как он выразился, существ возникла особая наука и собираются многолюдные международные конгрессы. Понятно, мол, существование микробиологии: бактерии приносят либо вред, либо пользу. Понятно, по аналогичным данным, существование зоологии, как науки, занимающейся крупными животными. Однако, с его точки зрения, простейших так мало и они столь бесполезны для человека, что создавать специальную науку — это все же какая-то нелепость, издержки нашего века научно-технической революции, временное явление. Между тем понадобилось не так уж и много времени, чтобы случайный собеседник узнал, что известно около 70 000 видов простейших, что распространены они столь же широко, как и бактерии; что некоторые из них приносят колоссальную пользу, другие — огромный вред; что простейшие, помимо всего, чрезвычайно своеобразная группа организмов, представляющая особый интерес для познания эволюции всего органического мира.

«Так почему же об этом никто не напишет?!» — растерянно воскликнул случайный посетитель. «Вот тебе и амeba! Вот тебе и туфелька!»

Много раз мне приходилось с тех пор слышать вопрос: «Простейшие... А что это такое?» — от специалистов разного профиля, даже биологов. Видимо, действительно настала пора ответить на этот вопрос, обращаясь к широкой аудитории.

В последние десятилетия во многих странах мира имеет место бурное развитие протозоологии. Свидетельством тому наряду с необычайным ростом количества публикаций в разных областях этой науки является создание новых протозоологических лабораторий, национальных обществ, специальных протозоологических журналов. Налажено регулярное проведение Международных конгрессов протозоологов (Прага — 1961 г., Лондон — 1965 г., Ленинград — 1969 г., Клермон-Ферран — 1973 г., Нью-Йорк — 1977 г., Варшава — 1981 г.).

Бурный рост протозоологии не случаен и определяется рядом важных причин, из которых укажем 4.

1. Простейшие являются существенным компонентом биосферы и необходимым звеном в цепи ее обмена веществ.

2. Простейшие представляют особый уровень развития живого мира, поэтому их изучение имеет общебиологическое значение.

3. Простейшие ныне используются как модель эукариотной клетки для исследований в области молекулярной биологии, генетики, биохимии, радиобиологии и т. д.

4. Патогенные, почвенные и другие простейшие имеют важное народнохозяйственное значение.

Широкое и углубленное изучение строения простейших, их жизненных циклов и биохимических особенностей привело в последние годы к существенным изменениям наших представлений об этих организмах. Особо следует отметить следующее. До последнего времени в зоологии считалось, что подцарство Protozoa — простейшие — представляют всего лишь один тип животного мира. Напомним, что Metazoa — многоклеточных животных — обычно разделяют на 16—18 типов. Основываясь на новых накопленных данных, Международный комитет по систематике простейших (Levine et al., 1980) предлагает разделить подцарство Protozoa по крайней мере на 7 отдельных типов. И такую точку зрения, как мы увидим дальше, следует признать правильной. Хотя несомненно среди протозоологов еще будут проходить бурные дискуссии по поводу количества типов, которые следует выделять, а также об их составе.

Рассмотрим совершенно вкратце те 7 типов Protozoa, которые выделены Международным комитетом по систематике простейших (Levine et al., 1980). Мы не будем вдаваться в систематические тонкости и давать точные определения (поскольку сейчас они просто не требуются), тем более что нам хочется, чтобы излагаемый текст был максимально понятен читателям, которые не являются и не собираются быть протозоологами. Те же, кто проявит специальный интерес к рассматриваемому вопросу, могут обратиться непосредственно к оригинальной работе комитета (Levine et al., 1980).

Тип I *Sarcomastigophora*. По-русски этот термин можно перевести как амёбы и жгутиконосцы. Действительно, многочисленные авторы, придерживающиеся

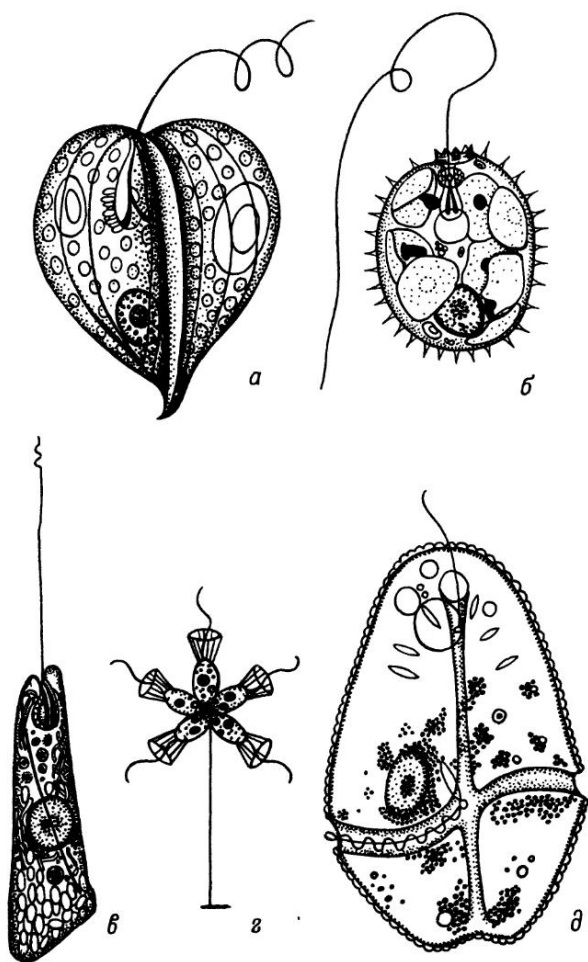


Рис. 1. Жгутиконосцы из разных отрядов (по: Sleigh, 1973).

Фитомастигины из отряда Euglinida (эвгленовые): а — *Phacus pleuronecta* (80 мкм), без домика; б — *Trachelomonas hispida* (30 мкм), с домиком; в — *Peranema trichophorum* (60 мкм), бесцветный хищный жгутиконосец. Представитель зоофлагеллат из отряда Choanoflagellata: г — *Codonosiga botritis* (15 мкм), колониальный сидячий организм с воротничковыми клетками. Фитомастигины из отряда Dinoflagellata (динофлагелляты): д — *Gymnodinium amphore* (30 мкм), е — *Noctiluca miliaris* (800 мкм), ночесветка (бесцветная форма). Представитель отряда Heterochlorida: ж — окрашенный жгутиконосец из рода *Vischeria* (10 мкм). Представитель отряда Chrysomonadida: з — *Actinomonas mirabilis* (10 мкм), бесцветная сидячая форма с 1 жгутиком и многими

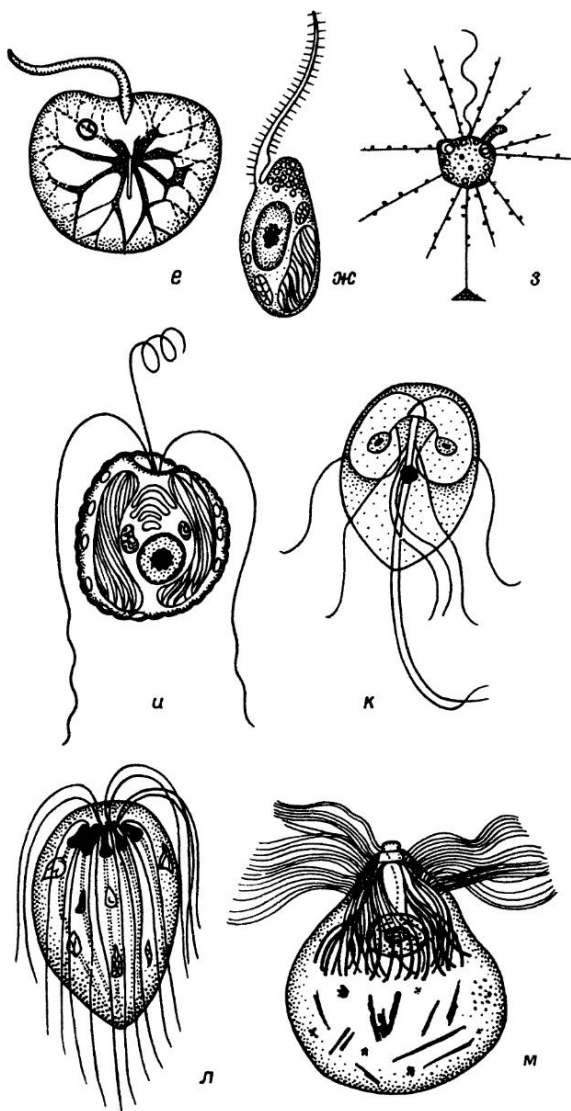


Рис. 1 (продолжение).

тонкими псевдоподиями. Представитель отряда Coccilithomonada: и — *Chrysochromulina kappa* (6 мкм). Представители многожгутиковых паразитических зоофлагеллат: к — *Lambia muris* (10 мкм), л — *Coronympha octonaria* (40 мкм), м — *Barbulanympha ufalula* (300 мкм).

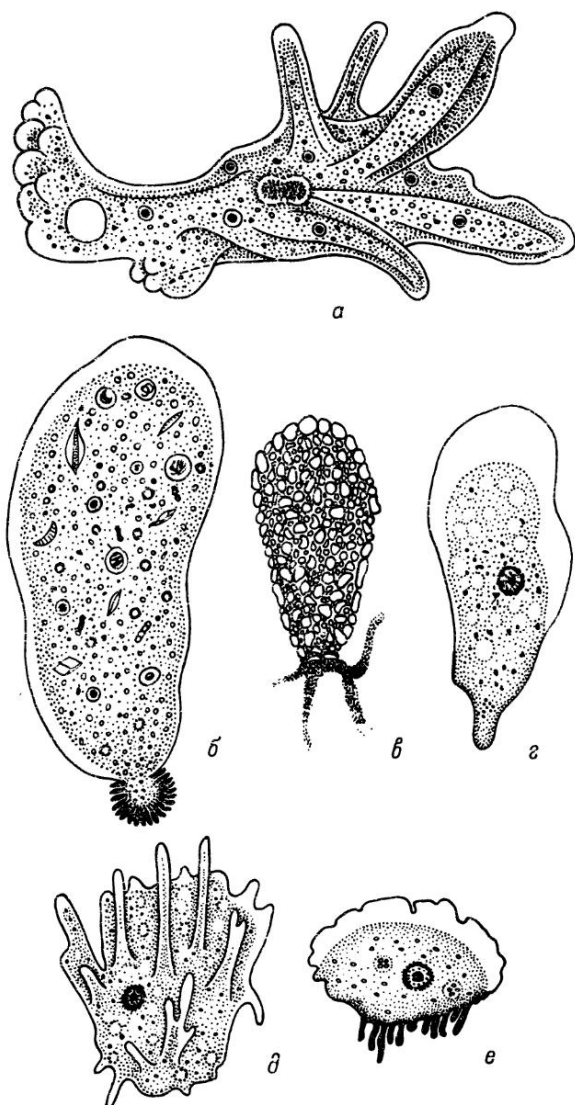


Рис. 2. Амебоидные простейшие (корненожки Rhizopoda) (по: Sleight, 1973).



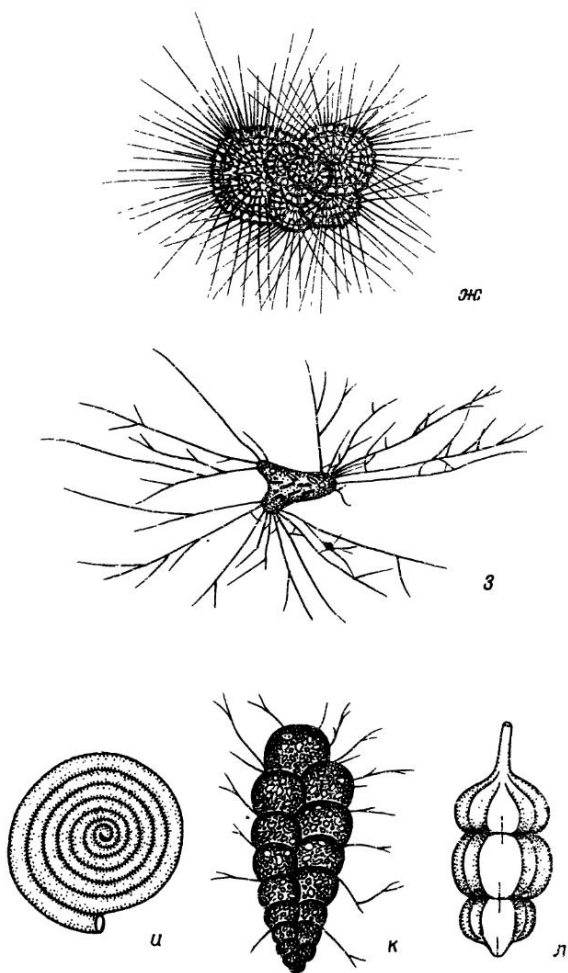


Рис. 2 (продолжение).

Представители амёб: а — *Amoeba proteus* (500 мкм), обыкновенная амёба-протей; б — *Pelomyxa palustris* (2 мм), гигантская болотная амёба; в — *Diffugia oblonga* (250 мкм), диффлюгия — амёба, имеющая домик из песчинок; г — *Vahlkampfia limax* (30 мкм); д — *Mayorella bulba* (100 мкм); е — *Flabellula citata* (20 мкм). Представители корненожек Foraminifera (фораминиферы): ж — *Globigerina bulloides* (600 мкм); з — *Allogromia laticollaris* (600 мкм); и — *Cornuspira involvens* (1 мм); к — *Textularia agglutinans* (1 мм); л — *Nodosaria* sp. (800 мкм). Показано разнообразие раковинок. Псевдоподии у всех фораминифер нитевидные.

рассматриваемой системы, объединяют в одну большую группу (макротаксон) простейших, которые могут передвигаться с помощью различных (и теперь известно — не гомологичных) структур — ложноножек или жгутиков. На рис. 1 и 2 приведены представители этого типа простейших.

Нужно специально отметить, что в тип *Sarcomastigophora* ныне окончательно включены миксомицеты (класс *Eumycetozoa*), акразиевые (класс *Acrasea*) и паразитические плазмодиофореи (класс *Plasmodiophorea*) — группы амебоидных организмов, которых еще недавно относили (а многие микологи и до сих пор относят) к грибам. Выделен и класс своеобразных глубоководных амебоидных организмов, которых недавно по форме их известкового скелета относили к мшанкам — *Xenophyophorea*.

Тип II *Labyrinthomorpha* — лабиринтула. Очень и очень немногие читатели книги вспомнят об этой группе. И не случайно. Ранее эти организмы относились не к животным, а к водорослям (по мнению одних авторов) или к грибам (по мнению других). Строение лабиринтулы столь своеобразно; что действительно их трудно разместить в общей системе эукариотных организмов. Тело питающейся стадии лабиринтулы представляет своеобразную сеть («лабиринт») живых каналов (эктоплазматических каналов, как отмечают специалисты). Внутри такого лабиринта каналов с помощью неизвестной формы скользящего движения перемещаются веретеновидные клетки, дериватами которых является эта живая эктоплазматическая сеть. Ничего подобного не встречается в организации всех других животных и растений, просто или сложно устроенных. Размножение лабиринтулы осуществляется с помощью подвижных жгутиковых зооспор. Эта своеобразная группа простейших (состоящих из многоклеточных организмов) встречается редко и обитает лишь на некоторых морских травах.

Тип III *Apicomplexa*. Как показала электронная микроскопия, эти простейшие на определенных стадиях развития имеют на переднем конце тела (апикально) своеобразный, специфический набор органелл (или часть этого набора), отсутствующий у всех других простейших. Некогда эти одноклеточные организмы относили к группе споровиков — *Sporozoa*. Однако далеко не все апикомп-

лексы образуют споры. Напротив, как мы увидим далее, многие другие организмы, лишенные апикального комплекса, обладают настоящими спорами. Поэтому выделение специального типа простейших — *Aricomplexa* — кажется весьма обоснованным.

Тип IV *Microsporeae* — микроспоридии, тип V *Ascetosporeae* — асцетоспоридии, тип VI *Muxozoa* — миксоспоридии, как и *Aricomplexa*, — паразитические животные. Все представители этих трех типов образуют споры (и поэтому раньше относились к споровикам). Именно принципиальное различие строения спор у этих простейших и заставляет современных протозоологов относить их к разным типам подцарства *Protozoa*. В то же время питающиеся стадии (трофонты) существуют у этих одноклеточных животных в амeboидной форме.

У микроспоридий споры одноклеточные, у миксоспоридий они состоят из нескольких клеток. Многоклеточными являются и споры представителей *Ascetosporeae*. Однако у них нет стрекательных капсул, которые характерны и для *Microsporeae*, и для *Muxozoa*. Специалисты считают, что строение спор у этих трех типов простейших невыводимо друг из друга и формировалось в процессе эволюции конвергентно.

Тип VII *Ciliophora* — инфузории. Это простейшие, которые во взрослом состоянии или на стадии личинки плавают с помощью многочисленных ресничек (рис. 3). Типично наличие у каждой формы двух типов ядер: вегетативного (макронуклеуса) и генеративного (микронуклеуса). Половой процесс — обычно в виде конъюгации (временного соединения двух партнеров для обмена дериватами микронуклеусов). Такая форма полового процесса у других типов простейших не встречается.

Как уже говорилось, мы ограничиваемся здесь весьма краткими характеристиками типов подцарства *Protozoa*; все другие необходимые сведения в нужных случаях будут приведены в соответствующих главах.

• Однако следует сразу же отметить, что работа по макросистематике простейших еще далеко не закончена. В недавно переизданном учебнике для вузов В. А. Догеля (1981) «Зоология беспозвоночных» простейшие разделены не на 7, а на 5 типов. Группа ленинградских протозоологов (Крылов и др., 1980) выделяет 9 типов. Работа в области макросистематики *Protozoa* продолжается. Это «горя-

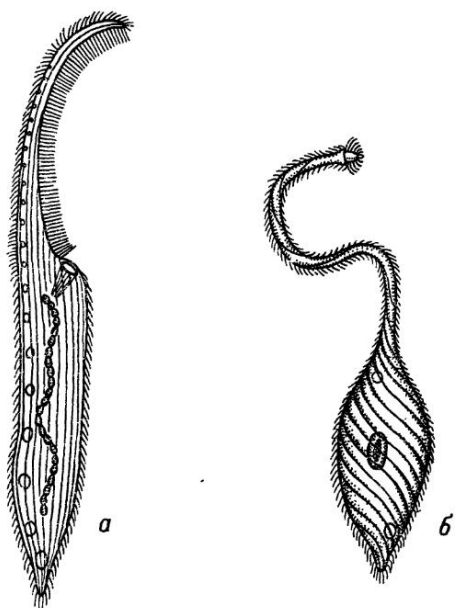


Рис. 3. Две хищные инфузории (по: Sleight, 1973).

*a* — *Dileptus anser* (300 мкм); *б* — *Lacrymaria olor* (200 мкм). Хорошо видны многочисленные реснички.

чая точка» не только данной науки, но и биологии вообще.

А вот чтобы ответить на самый главный вопрос, стоявший перед автором данной книги, необходимо было решить по крайней мере две задачи. Во-первых, следовало доказать исключительную роль простейших в жизни нашей планеты, а также в жизни человека. Во-вторых, нужно было показать истинную природу простейших, учитывая все достижения современной науки.

Поэтому книга, несмотря на ее научно-популярный характер, неизбежно делится на две части. В первой вообще не затрагиваются вопросы, требующие от читателя специальных знаний в биологии (за пределами школьного учебника), вторая часть книги требует (хотя и в ограниченном объеме) таких знаний.

В списке литературы даются лишь наиболее общие работы, которые тем не менее могут служить надежным ключом для поиска необходимых конкретных работ.

## Глава 1

### ИЗ ЧЕГО ПОСТРОЕНЫ ЕГИПЕТСКИЕ ПИРАМИДЫ

Египетские пирамиды до сих пор вызывают восхищение у всех, кто их видел; недаром эти грандиозные каменные сооружения в древнем мире считали одним из семи чудес света. Вот как писал о пирамидах в позапрошлом веке французский путешественник Э. Ф. Жомар: «Их вершины, виднеющиеся издалека, производят впечатление, сходное с тем, какое испытываешь при виде пирамидальных верхушек высоких гор, стремящихся и вырывающихся в небо... Испытываемое чувство не есть восхищение перед созданием искусства, оно глубже. Оно навеяно величием и простотой форм, контрастом между человеком и огромностью труда его рук; глаз не в состоянии охватить его, мысль отказывается воспринять. Вот когда начинаешь проникаться всем величием этой громадной груды отесанных камней, нагроможденных в стройном порядке на баснословную высоту» (цит. по: Кинк, 1967, с. 3).

Трудно поверить, что грандиозную, но изящную пирамиду Хеопса (Хуфу), достигающую почти 150 м в высоту и имеющую основанием квадрат со стороной 233 м, — настоящую каменную гору, созданную из отшлифованных и безупречно подогнанных друг к другу каменных блоков, — соорудили люди, которые еще не знали железа. Бронзовыми зубилами и каменными мотыгами выбивали они в каменоломнях огромные глыбы известняка, достигающие 10 тонн каждая; затем на деревянных катках перетаскивали к далекому месту строительства.

Наполеон Бонапарт — тогда еще генерал, а не император — во время своей египетской кампании, пребывая в Гизе, где рядом стоят три самые высокие пирамиды — Хеопса, его сына Хафры и его внука Менекаура, — произ-

вел нехитрые расчеты, чтобы определить, сколько известняка ушло на постройку этих пирамид. Он получил весьма любопытные результаты. Оказалось, что этих каменных блоков хватило бы для того, чтобы опоясать всю Францию стеной, которая имела бы высоту 3 м, а толщину 30 см. И в самом деле, лишь на постройку одной пирамиды Хеопса ушло 2 300 000 крупных блоков известняка. По сведениям знаменитого историка древности Геродота (V в. до н. э.), в строительстве этой пирамиды, длившемся около 20 лет, участвовало 100 000 человек. Все современные исследователи-египтологи единодушно сходятся во мнении, что эта цифра несколько не преувеличена.

Где же древние строители египтяне добывали такое большое количество строительного камня? Оказывается, что Северный Египет расположен на известняковом массиве. В ряде мест, например в окрестностях Саккара, неподалеку от пирамид Гизе, скалы выходят из-под почвы на поверхность, так что известняк можно добывать, как говорят теперь, открытым способом. Здесь и обнаружены археологами древние каменоломни, представляющие собой широкие горизонтальные галереи, высеченные в скалах. Некоторые из них достигают глубины в десятки метров. Массивные коллоны, специально оставленные рабочими, подпирают кровлю.

Хотя известняковых громад-пирамид возведено несколько десятков, массив, естественно, сохранился, поскольку добытый известняк составляет лишь ничтожную долю камня, образующего обширное Ливийское нагорье. Воздвигая колоссальные египетские пирамиды — сооружения, подавляющие его собственное воображение монументальным величием, — человек использовал лишь крупинки природного известнякового плато.

Кто же «создал» или «построил» всю громаду Ливийского известнякового массива? На этот вопрос наукой уже давно дан весьма точный ответ — морские простейшие, имеющие наружный известняковый скелет — раковинку. Еще Геродот, посетивший Египет в V в. до н. э., обратил внимание, что известняковые камни пирамид состоят из каких-то округлых образований, иногда едва видимых глазом, иногда же — весьма крупных, величиной с золотую монету. Позднее, уже палеонтологи называли эти образования нуммулитами от латинского слова *pupa*

mus — монета и от греческого слова lithos — камень. В России XVIII—начала XIX в. подобного рода известняки называли «чечевичными камнями».

Теперь хорошо известно, что нуммулиты — это древние вымершие морские амебоидные простейшие — корненожки фораминиферы. В известняках сохранились их многочисленные известняковые раковины. Для большинства как современных, так и вымерших фораминифер характерны небольшие, чаще всего микроскопические размеры. Однако среди них имелись и очень крупные виды, вроде нуммулитов. Более того, среди вымерших форм встречались настоящие гиганты. Так, в 1953 г. французский палеонтолог Ж. Мерсье нашел в известняках раковины нуммулитов, имевшие диаметр 16 см. На территории СССР, в Армении, советский палеонтолог А. А. Атабекян обнаружил горизонт известняка с нуммулитами, диаметр раковин у которых достигал 12 см. Неудивительно поэтому, что в XVIII в. ученые относили таких существ не к простейшим, а к брюхоногим моллюскам — высокоразвитым многоклеточным беспозвоночным.

Итак, пирамиды фактически построены из бесчисленного множества раковинок фораминифер, которые в результате геологических процессов образовали монолитную горную породу — известняк.

Не только египетские пирамиды, но дворцы и храмы Владимиро-Суздальской Руси, старинные дворцы и храмы белокаменной Москвы, белоснежные дома Севастополя, многочисленные старые здания Парижа, Рима, Вены и других городов мира построены из фораминиферных известняков. И это неудивительно, поскольку залежи необходимых для строительства горных пород имеются во всех крупных странах мира. Из таких известняков состоят Пиренеи и Альпы, горы и нагорья Северной Африки; пояс известняковых гор тянется далее через Кавказ в Среднюю Азию, включая в себя Гималаи. Первые два человека, вступившие в 1959 г. на самую высокую и столь длительное время недоступную горную вершину Джомолунгма (Эверест), — а это были шерп Норгей Тенсинг и новозеландский альпинист Эдмунд Хиллари — совсем не подозревали, что с предельными усилиями, рискуя своими жизнями, они карабкаются на окаменевшую гору бесконечного множества раковинок фораминифер. Да,

микроскопические животные приняли участие в создании самых высоких гор на Земле.

Помните, читатель? В первой главе «Евгения Онегина» есть такие строки:

Адриатические волны,  
О Бренга! Нет, увижу вяс.  
И вдохновенья снова полный,  
Услышу ваш волшебный глас!  
Он свят для внуков Аполлона;  
По гордой лире Альбиона  
Он мне знаком, он мне родной.

Альбион — древнейшее название Британских островов; его, в частности, можно встретить в трудах древнегреческого мыслителя Птолемея (II в. н. э.) правда, ныне оно сохранилось лишь в художественной литературе как поэтическое или метафорическое название Англии. В переводе с латинского «альба» означает «белый». Традиция гласит, что название «белые» Британские острова получили потому, что их прибрежные известняковые и меловые скалы ярко белеют в свете солнечных лучей, а поэтому издали видны мореплавателям, обещая им близкое окончание утомительного пути. В исторических трудах высказывается предположение, что впервые название Альбион северным островам дали древние римляне, завоевавшие их.

Конечно, фораминиферные известняки состоят не обязательно из нуммулитов. В разные геологические периоды существовало большое разнообразие видов этих морских простейших, имеющих кальцитовые раковинки самого разного строения и разной величины. Древние храмы Владимира, например, построены из так называемого фузулинового известняка. Раковинки вымерших фораминифер, называемых фузулинами, формой и величиной напоминают ржаные зерна. Фузулиновый известняк выглядит внешне как целиком спрессованный из таких зерен, поэтому в древности на Руси его называли «хлебным камнем».

В биологической научной литературе и учебниках до самого последнего времени довольно широко бытовало мнение, что такой минерал, как мел, также состоит из мельчайших раковинок вымерших фораминифер. Сейчас даже трудно установить, откуда и когда оно возникло. Дело в том, что под световым микроскопом в порошке,



приготовленном из мела, раковинки простейших встречаются достаточно редко; в нем преобладают мелкозернистые структуры (составляя 90—98% от общей массы), которые, как полагало большинство геологов, имеет abiогенное происхождение. Однако сканирующий микроскоп позволил установить, что тонкозернистая часть мела (частички менее микрометра) представляют известняковые панцири (коккосферы) жгутиконосцев кокколитофорид. Отдельная коккосфера состоит (у разных видов) из 10—20 и более взаимосвязанных известняковых щитков (кокколитов). Оказалось, что мел на 90—98% состоит из коккосфер и кокколитов. Они же (в определенном количестве) входят как составляющие компоненты в известняки, мергели и глины.

Количество кокколитов в 1 см<sup>3</sup> писчего мела исчисляется поистине астрономическими цифрами — порядка 10<sup>10</sup>—10<sup>11</sup>. С. И. Шуменко (1978), рассматривая вопрос о происхождении мела и известняковых осадочных пород, специально отмечает, что одна черта, проведенная школьником мелом на классной доске, содержит в себе остатки многих миллионов ископаемых простейших.

Геологические и палеонтологические исследования с несомненной ясностью доказали, что современный внешний облик земной поверхности, а в особенности строение верхних слоев земной коры, в большей степени определяются и определялись фораминиферами и кокколитами. Многие геологи (не биологи!) говорят о геологической роли простейших. Правда, еще в конце прошлого века знаменитый немецкий биолог Эрнст Геккель (1880) писал: «... для геологии изучение протистов получило громадное значение, так как эти мельчайшие жизненные формы имели гораздо большее влияние на образование горных массивов и на все вообще образование земной коры, чем все бесчисленные животные и растения, миллионы лет населявшие нашу планету» (с. 3).

Когда я много лет тому назад впервые прочитал эти слова, мне показалось, что немецкий естествоиспытатель, который был весьма увлекающимся ученым, все же несколько преувеличил значение простейших в жизни нашей планеты. Однако чем больше я знакомился с геологической литературой, тем больше осознавал его правоту. Недаром в книге «Занимательная минералогия», написанной нашим замечательным геологом (можно ска-

зять, геологом-поэтом) академиком А. Е. Ферсманом (1933), в разделе, который посвящен кругообороту извести в природе, поется настоящий гимн фораминиферам. Ферсман отмечает, что из этого планетарного кругооборота человек вырывает лишь мельчайший кусочек, «...строит из него дома, мосты, города, но как ничтожно мал человек — этот повелитель природы — перед микроскопической корненожкой, строящей в своей жизненной энергии целые горы, перед которыми бледнеют небоскребы Нью-Йорка и кажутся ничтожными самые громадные сооружения человеческой техники» (с. 108).

И еще у него же о фораминиферах написано так: «Перед нами встает грандиознейшая картина строителей жизни, ибо нет более мощных деятелей в природе, чем эти микроскопические животные» (с. 212).

Как показывают исследования последних лет, то же самое можно сказать о кокколитофоридях, являющихся представителями особого отряда жгутиконосцев — *Prymnesiida* (*Nauphomnadida*).

Каким же образом микроскопические простейшие участвуют в построении высочайших гор и влияют на облик нашей планеты? Исследования биологов, проводимые в Мировом океане, дают ответ на этот вопрос.

Совокупность мельчайших организмов, находящихся в толще воды, принято называть нанопланктоном (от греческого «нанос» — карлик). В Мировом океане известняковый нанопланктон, состоящий из живых простейших, и в настоящее время играет важнейшую роль, составляя значительную часть биомассы всего планктона. С. И. Шуменко (1978) в одной из своих работ приводит такие любопытные данные. В Тихом океане количество кокколитофорид и отдельных кокколитов колеблется от 50 до 800 тыс. в 1 м<sup>3</sup>, а в Атлантике достигает 3 млрд. на 1 м<sup>3</sup>. И это далеко не предельные цифры. У берегов Сенегала в таком же объеме морской воды содержится до 30 млрд. этих простейших, а в Осло-фьорде даже до 35 млрд., так что вода там по цвету становится похожей на молоко. Однако поистине рекордных величин известняковый нанопланктон достигает в некоторых районах Северной Атлантики, где обнаруживается до 115 млрд. кокколитофорид на один кубический метр морской воды!

Столь же велико и фораминиферное население во многих районах Мирового океана. И вот эти планктонные

кокколитофориды и фораминиферы, отмирая, перестают парить в водной толще; их тяжелые известняковые раковинки и панцири начинают тонуть и падают на дно. Принято говорить о непрерывном «дожде» известняковых остатков погибших простейших в открытом океане. Считается, что раковинки размером до 0,4 мм падают в толще морской воды со скоростью 2 см/с, т. е. проходят 1000 м за 14 ч.

На дне океанов и морей в результате «дождя» из отмерших фораминифер и кокколитофорид образуется и непрерывно нарастает известняковый ил, который до самого недавнего времени называли голубым, или глобигериновым, поскольку, по данным световой микроскопии, он в основном состоит из раковинок фораминифер, часто относящихся к роду глобигерина (*Globigerina*). Применение сканирующего микроскопа для изучения этого ила позволило установить, что в его состав обязательно входят кокколиты. В ряде случаев они даже преобладают над раковинками фораминифер. Поэтому морские осадки подобного типа ныне стали называть фораминиферно-кокколитовыми или кокколито-фораминиферными илами в зависимости от того, какой из биогенных компонентов преобладает количественно в их составе.

В Мировом океане голубой ил занимает около 120 млн. км<sup>2</sup>, т. е. примерно треть всего дна, местами достигая толщины в несколько сот метров. В толще этого ила протекают химические процессы, которые рано или поздно создадут основу для превращения его в мел, известь или иные осадочные породы. Нечто подобное происходило и в древнем океане. Как известно, геологические процессы, протекающие на нашей планете, ведут время от времени к опусканию тех или иных частей материков и к подъему участков морского дна. Их деятельностью определяется в конце концов возникновение тех горных ландшафтов из известняковых пород, которые мы видим сейчас в Европе, Азии и других частях света.

А на дне современных морей и океанов уже зарождаются и растут известняковые горы будущих геологических эпох. Эти горы растут очень медленно, ибо, хотя и принято говорить о непрерывном «дожде» из известняковых скелетов фораминифер и кокколитов, падающих на дно, раковинки этих простейших большей частью имеют микроскопические размеры и далеко не все из них достигают

донного ила, потому что, падая, они постепенно растворяются в морской воде. Во всяком случае точные расчеты показывают, что прирост голубого ила идет весьма медленно, в среднем на 0.5—2 см за 100 лет. Но как бы то ни было, образно говоря, камни будущих гор медленно и верно растут в глубине морских вод.

Когда в прошлом веке после первых глубоководных исследований Мирового океана была расшифрована окончательно тайна фораминиферных известняков, Густав Егер (1863) — немецкий естествоиспытатель — эмоционально писал: «Разве после этого мы не имеем оснований сказать, как говорили наши предки, что камни растут? Да, они растут, потому что внизу, в глубине океана, сидят корненожки, эти безустанные строители, всегда работающие для вечности» (с. 67).

Голубой ил невозможно встретить на глубине более 4000 м. Это объясняется тем, что известняковые раковинки, падая, успевают в этом случае полностью раствориться, не достигнув дна. Однако сюда, сквозь такую толщу воды могут опускаться панцири и скелетные элементы одноклеточных организмов, если они состоят из кремнезема, нерастворимого в морской воде. Планктонные организмы, которые обладают такими скелетными образованиями, относятся к двум основным группам. Это одноклеточные диатомовые водоросли и амебоидные простейшие — радиолярии; соответственно на дне Мирового океана они образуют диатомовый и радиолярный илы.

Радиолярии — исключительно морские, весьма теплолюбивые простейшие, и поэтому массовое размножение их происходит преимущественно в южных морях. Особенно велика биомасса радиолярий в тропиках. Эти простейшие поглощают из морской воды соли кремния и строят из него ажурный скелет. Многие из них благодаря своим скелетным образованиям выглядят под световым микроскопом как сказочные царские короны, великолепные кубки или вазы, хорошо ограненные драгоценные камни, сложные кристаллы или даже снежинки. Никакие другие живые существа не достигают такого великолепия, как радиолярии: столь необыкновенного богатого и причудливого разнообразия форм.

Радиолярные илы в течение тысячелетий образуют толщи, которые рано или поздно превращаются в оса-

дочные горные породы — радиоляриты. В результате геологических процессов они оказываются в пределах суши.

Радиоляриты — осадочные горные породы, в которых скелеты радиолярий существенно преобладают над другими группами ископаемых организмов или являются единственными в минерале. Во многих странах мира, в том числе и у нас, встречаются следующие радиоляриты: кремнистые глины, кремнистые сланцы, трепел, яшмы, опалы и халцедоны. На территории СССР целиком сложены из радиоляритов палеозойские яшмы Кавказа, кремнистые отложения карбона на Урале, мезозойские породы кремния на Дальнем Востоке, кремнистые толщи Средней Азии и т. д.

Осадочные горные породы протозойного происхождения имеют большое практическое применение. Мы уже говорили о роли известняка в строительстве, хорошо известно и значение, которое имеет для него гашеная известь. Однако мел применяется еще более широко. Писчий мел можно найти в каждой школе, без хорошего мела не обойдется ни одна портниха. На строительные нужды расходуются колоссальное количество этого минерала. Однако он необходим также для производства лаков, красок, пластмасс, стекла и резины. Мел нужен в бумажной, пищевой и кабельной промышленности, а также в медицине, парфюмерии и сельском хозяйстве.

Яшмы, опалы и халцедоны используются как полудрагоценные камни. Трепел употребляется для производства наждачной бумаги и шлифовальных паст. Кстати, это первый радиолярит, для которого с помощью светового микроскопа давно уже было доказано, что он имеет биогенное происхождение и состоит из бесчисленного множества кремниевых панцирей и скелетов радиолярий. А поскольку в те времена всех простейших называли инфузориями, то и трепел получил название «инфузорная земля».

Обязательно следует сразу же отметить, что всем этим, о чем только что шла речь, не ограничивается практическая значимость фораминифер, кокколитов и радиолярий. Они сыграли и играют выдающуюся роль в развитии геологии, в особенности исторической геологии и стратиграфии (определение возраста пород). Дело в том, что остатки скелетов и раковинок вымерших представи-

телей известнякового и кремнеземного нанопланктона распространены (хотя бы в относительно небольшом количестве) во всех морских осадочных породах, даже не являющихся известняком, мелом или радиоляритом. Представители фораминифер, кокколитов и радиолярий прошли длительную эволюцию. Одни виды вымирали, другие возникали. Особенно в этом отношении выделяются фораминиферы. Они известны с раннего кембрия и с тех пор до наших дней дали чрезвычайно большое разнообразие хорошо различимых видов, о каждом из которых осталось (в виде сохранившихся раковин) свидетельство в осадочных горных породах морского происхождения.

Изучая эти раковинки (а также скелеты кокколитофорид и радиолярий), специалисты теперь могут достаточно точно определять геологический возраст горных пород. В палеонтологии возникло новое направление, которое относительно недавно сформулировалось в специальный раздел этой науки, получивший название нанологии.

Благодаря многочисленным бурениям земной коры (в том числе и на дне морей) с последующим изучением представителей вымершего нанопланктона ученые ныне создали для всего земного шара карты зонального распределения различных осадочных пород. Все это имеет большое значение для геологической съемки и прогнозирования местонахождения полезных ископаемых.

Практика показала, что определенные группы видов вымерших фораминифер связаны с нефтеносными пластами. Поэтому современный геолог, знающий этих простейших, уже по видовому составу их раковин, обнаруженных при бурении в осадочных породах, может предсказать, имеются в данном месте нефтеносные пласты или нет. Вот почему при крупных нефтяных учреждениях создаются группы или даже целые лаборатории протозоологии, занимающиеся изучением и анализом фораминифер (большей частью вымерших). Значение этих корненожек для нефтяной геологии огромно и увеличивается с каждым годом.

Человек в своей деятельности использует многих животных. В знак своей признательности он иногда ставит им памятники. В Ленинграде, Париже, Берлине, а также в некоторых городах Японии, Африки, Австра-

лии и на Аляске воздвигнуты памятники собаке. В городе Фоборге (Дания) подобным образом восславлена корова, в Швейцарии — мул, в Италии (в самом Риме) — осел. Отважные норвежцы воздвигли монумент киту. Благодарные ученые-физиологи поставили памятники своим экспериментальным объектам — лягушкам — в Париже и Токио. В селе Кулешовке на Сумшине еще в 1841 г. открыт памятник вымершему животному — мамонту. Именно здесь, на этом месте, несколькими годами ранее крестьяне нашли полный скелет этого исполина и передали его профессору Харьковского университета И. И. Колинченко, который принял участие в проектировании и сооружении трехметрового монумента.

В г. Бунарге (Австралия, штат Квинсленд) в 1936 г. был открыт существующий до сих пор мемориал в честь насекомого — скромной по цвету ночной бабочки *Cactoblastis cactovororum*. Эта бабочка помогла австралийским фермерам освободить поля и пастбища от кактуса опунции, который был завезен из Америки и на новом месте начал разрастаться столь молниеносно, что стал настоящим бедствием для сельского хозяйства всей страны. Личинки вывезенной из Америки бабочки в 2—3 года выели основные заросли опунции и прекратили победное шествие этого растения по полям и пастбищам Австралии. Вот почему благодарные фермеры воздвигли насекомому памятник.

Есть, кроме того, памятники оленям, лошади, овце, верблюду, слону, лосю, зайцу, дельфину, петуху, журавлю, голубю, а также пчеле и другим животным. В картотеке ленинградца В. З. Бульванкера упоминается 110 таких памятников.

Фораминиферы сыграли для человека особо большую службу. Писатель З. Каневский (1980) в своей книге «Льды и судьбы» обсуждает этот вопрос и пишет: «Немного лирики. Человечество, к сожалению, еще не вполне осознало и поэтому не до конца оценило вклад палеонтологических остатков в науку и жизнь. На тех же, допустим, брахиоподах строилась вся историческая геология. Вся нефтяная геология «выросла» из славных корненожек — фораминифер. . . Увы, фораминифере. . . вряд ли в ближайшие годы будет поставлен памятник, как собаке или лягушке. . .» (с. 62). Подождем и посмотрим, насколько окажется провидцем талантливый писатель.

По возможности в заманчивой форме мы постарались доказать, сколь неожиданно большую роль играют морские простейшие в жизни нашей планеты и в человеческой деятельности. Следующая глава непосредственно связана с первой. В ней на других примерах будет показано, что массовое размножение простейших может привести и приводит к необычным и даже грозным явлениям, которые существенны для человека и окружающей его природы.

## Глава 2

### **«КРОВАВЫЕ» ДОЖДИ, «КРОВАВЫЕ» ВОДЫ, «КРОВАВЫЕ» СНЕГА... И БУТЕРБРОД С ИНFUЗОРИЯМИ**

«Кровавые» дожди, т. е. дожди, водяные капли которых окрашены в ярко-красный цвет, в древние времена и в средневековые вызывали у людей чувство страха и даже ужаса. Они всегда воспринимались как дурное предзнаменование или как провозвестник божьего наказания. Поэтому сведения о таких необычных явлениях природы можно найти в самых древних источниках, например у Ливия (I в. до н. э.) и Плиния (I в. н. э.), а также в «Библии» и «Коране».

Средневековые летописи полны сообщений о «кровавых» дождях. Нередко после таких дождей среди католиков вспыхивали религиозные гонения на инакомыслящих. Инквизиция обычно проводила целые расследования, чтобы выяснить причину «божьего гнева», т. е. установить, почему именно в данном месте выпал «кровавый» дождь. Иногда с помощью пыток удавалось найти «виновных», которых и подвергали «суду праведному».

В 1870 г. «кровавый» дождь прошел над Римом. Итальянские ученые, естественно, воспользовались таким благоприятным случаем и исследовали необычную дождевую воду под микроскопом. Что же они обнаружили? Каждая капля такого дождя была буквально «нашпигована» мириадами шаровидных жгутиконосцев, имеющих ярко-



красную окраску. Эта окраска определяется присутствием в их цитоплазме пигмента, который называют гематоксиксом. «Гема» по-гречески означает «кровь», а «ксин» — «цвет»; следовательно, «гематоксин» в переводе на русский язык — буквально «цвета крови». Неудивительно поэтому, что сам виновник «кровавых» дождей получил справедливое название гематоксикс дождевой (*Haematoxycus pluvialis*).

Откуда же попадает такое несметное количество микроскопических существ в дождевые тучи? Ответить на этот вопрос не так уж и трудно. Наиболее обычны «кровавые» дожди в тех местах, где возникают смерчи, т. е. в южных местностях, хотя (правда, значительно реже) бывают и в средней полосе. Скорость движения смерча может достигать 90—100 м/с (а по некоторым сведениям и 250); при этом он вращается, развивая колоссальную центробежную силу. Поэтому смерч всасывает в себя и поднимает в воздух воду прудов, озер вместе со всем содержимым, людей, коров, лошадей и даже небольшие постройки. В 1904 г., например, в Москве прошел над Москвой-рекой смерч громадной силы и втянул в себя воду, едва не осушив реку до самого дна. Естественно, что вместе с водой он захватил и ее живых обитателей.

Известно, что через некоторое время сила смерча постепенно ослабевает и захваченная вода выпадает в конце концов в виде дождя. Вместе с нею на землю падают и ее обитатели. Благодаря этому и возникают такие «чудеса природы», как «кровавые» дожди, «рыбьи» дожди или дожди из раков, медуз, лягушек и других водных животных.

В наше время «кровавые» дожди уже не воспринимаются людьми как чудо и обычно не регистрируются учеными и прессой. Иное дело, когда с неба падают относительно крупные животные. Так, в 1974 г. все австралийские газеты обошла фотография, на которой была изображена крыша домика жителя города Лисмор (штат Новый Южный Уэльс), некоего мистера Портера, сплошь покрытая рыбами. Они «выпали» во время проливного дождя. Подсчитано, что в XX в. в Австралии официально зарегистрированы 43 «рыбных» дождя.

По сообщению газеты «Франс Суар», в 1976 г. во время сильной грозы на головы жителей, дома и улицы неболь-

шого местечка, расположенного близ города Реймс (северо-восток Франции), вместе с водой посыпались тысячи жаб. Поэтому нет ничего удивительного, когда вместе с дождевыми каплями «выпадают» многочисленные простейшие, сильно размножившиеся в водоеме, который был перед этим захвачен смерчем.

Следует отметить, что размножаться в массовых количествах могут очень многие простейшие, давая за относительно небольшой период большую биомассу. В связи с этим интересно рассмотреть теоретические расчеты, которые произвел Я. А. Цингер в своей книге «Занимательная зоология» (1963). Он определил, сколько инфузорий может дать одна особь парамеции (туфельки) за один год при условии, что она будет делиться два раза в сутки и все ее потомки, оставаясь живыми, будут размножаться с такой же скоростью. Расчеты показали, что за этот срок потомство туфельки составит  $75 \cdot 10^{108}$  особей. Чтобы понять, сколь большое количество биомассы представляют собой эти инфузории в совокупности, вообразим себе полый шар, который одной точкой своей поверхности касается Земли, а другой (противоположной первой) — Солнца. Оказывается, что такой громадный по объему шар не смог бы вместить внутри себя всех возникших за год парамеций. Напомним, что диаметр такого шара равен 170 млн. км.

Однако в природе неограниченного размножения простейших нет; ~~множество~~ их поедается другими организмами, а множество гибнет от неблагоприятных условий. Но как только «пресс» окружающей среды ослабевает, одноклеточные организмы начинают быстро размножаться, образуя поистине несчетное количество особей. Массовое размножение простейших в пресных водах — обычное явление. Летом в стоячих водоемах, особенно в некрупных, часто появляется столь много зеленых жгутиконосцев, что сама вода становится ярко-зеленой. Это явление давно уже было названо в народе «цветением» воды. Оно может наблюдаться не только в озерах, прудах и канавах, но даже во временных дождевых лужах. Большую роль в «цветении» воды играют зеленые жгутиконосцы, относящиеся к группе вольвоксовых (отряд Volvocida) и евгленам (отряд Euglenomonadida). Однако далеко не всегда, когда вода в водоеме зеленая, можно сказать, что в ней в большом количестве присутствуют жгутиконос-

цы, ибо «цветение» воды помимо этих организмов вызывают также различные водоросли. Но все же одноклеточным простейшим здесь, по-видимому, следует отдать пальму первенства.

«Цветение» воды — явление для человека отрицательное, поскольку вода становится непригодной для питья. В ней, кроме того, начинает гибнуть рыба, иногда в массовых количествах.

В низинах, по долинам рек после их разлива всегда остается много неглубоких заиленных стоячих водоемов и болотистых участков, где возникают весьма благоприятные условия для «цветения» воды. С древних времен в этом отношении славилась долина Нила. Благодаря египетским жрецам в течение тысячелетий круглогодично изучалось поведение этой некогда священной реки. Весной, когда в горах Африки, где начинается Нил, происходит таяние снегов и проходят обильные дожди, вода в реке сильно поднимается и начинается наводнение. Оно распространяется вдоль долины Нила, смывая и захватывая застоявшиеся зеленые воды; постепенно Нил превращается в зеленую реку. Его так и называли раньше в этот период — Зеленым Нилом. Вода содержит столь много одноклеточных водорослей и жгутиконосцев, что пить ее нельзя и не только из-за отвратительного вкуса, но и потому, что она вызывает у человека кишечные расстройства.

В течение тысячелетий, из года в год, практически в один и тот же день, а именно 17 июня, Зеленый Нил приходит в Каир. А поскольку река несет при этом животворный ил, необходимый людям для того, чтобы сделать плодородными их сельскохозяйственные угодья, египтяне в течение тысячелетий празднуют в Каире 17 июня разлив Нила. Зеленый Нил длится 3—4 дня. И на весь этот период жители города запасают питьевую воду. Асуанская плотина, построенная в Египте с помощью Советского Союза, позволила ликвидировать наводнения в нижней части Нила и наиболее рационально использовать в сельском хозяйстве ил, приносимый рекой.

Как хорошо известно, не все простейшие, обитающие в воде, обязательно обладают зеленой окраской; они могут быть вообще бесцветными или же содержать пигменты иного цвета: красные, желтые, черные и другие. При массовом размножении таких одноклеточных орга-

низмов вода принимает соответствующую окраску. Так, в тех случаях, когда в водоеме сильно размножаются инфузории офриоглена атра (*Ophryoglena atra*) или черный трубочник (*Stentor niger*), вода приобретает черную окраску. Такое явление названо чернильной водой. Жгутиконосцы астазии (род *Astasia*) окрашивают водоемы в желтый цвет.

Если в пруду или озере сильно размножаются жгутиконосцы, содержащие в цитоплазме красный пигмент гематокс, возникает красное «цветение» воды. Оно встречается хотя и реже, чем зеленое, но весьма обычно в природе. В море оно называется красным приливом (о котором мы подробнее расскажем несколько позже), а в пресных водоемах с давних времен получило название кровавой воды.

В научной литературе за два последних века накопилось довольно много сведений о красном «цветении» воды. Так, известно, что в городе Галле (Норвегия) в 1870 г. целые пруды летом, казалось, были наполнены кровью. Немецкий протозоолог Эренберг (*Ehrenberg*) описал подобное явление в водоемах близ Берлина, наблюдавшееся в 1833, 1834 и 1836 гг. Он заметил, что в некоторых прудах кровавая окраска воды может время от времени исчезать, а затем появляться вновь; иногда эти изменения носят закономерный, периодический характер. Экспериментами в стеклянном стакане Эренберг доказал, что такое ритмическое покраснение и осветление воды происходит по той причине, что жгутиконосцы, от которых зависит красный цвет воды, время от времени совершают миграции, то уходя на дно стакана, то скапливаясь в верхней части его.

В свое время большой популярностью у верующих пользовался святой колодец Иакова близ города Сихема в Палестине. Вода в нем раз в три месяца меняла свою окраску, становясь то кроваво-красной, то обычной, прозрачной. Вполне понятно, что такие изменения приписывались не жгутиконосцам, а божьей воле.

Мы уже упоминали, что в весенне-летний период происходит разлив Нила; на несколько дней река становится зеленой благодаря водорослям и жгутиконосцам. Затем наводнение спадает и вода осветляется. Однако вскоре, недели через две, наступает второе наводнение. Окраска воды вновь меняется, но она становится уже

не зеленой, а красной. Вот так описывает английский путешественник XIX в. Осборн второй разлив Нила: «С этого момента вода начинает сильно прибывать... Я попытаюсь описать испытанные мною впечатления. Это было после долгой бессонной ночи. Когда я встал с дивана... солнце как раз показало верхний край своего диска над Аравийской цепью. Я был ужасно поражен, увидев, что освещенная его лучами вода — красного цвета. Красный цвет становился все темнее и темнее по мере того, как восходящее солнце освещало реку; прежде чем солнце встало совсем, Нил имел вид кровавой реки. Думая, что я нахожусь под влиянием какого-нибудь оптического обмана, я нагнулся через борт. Увиденное мною рассеяло все мои сомнения. Вся масса воды была темно-красного цвета и скорее походила на кровь, чем на что-нибудь иное. В то же время я заметил, что за ночь река еще поднялась; арабы объяснили мне, что наступил так называемый Красный Нил» (цит. по: Андреевский, 1886, с. 247).

Некоторые полагают, что кровавая окраска воды в Ниле зависит от цвета земли, смываемой с гор. Однако этому противоречат наблюдения Осборна, подтверждаемые и другими авторами. «Отстоявшийся стакан воды, почерпнутой в это время, — пишет Осборн, — давал следующие результаты: верхняя часть оставалась совершенно красною, как кровь, внизу же приблизительно четверть стакана занимала черная грязь» (цит. по: Андреевский, 1886). Если бы красный цвет нильской воды зависел от неорганических частичек, взвешенных в ней, то он по мере оседания этих частичек исчез бы именно в верхней части стакана. В отстоявшейся воде могут удержаться вверху лишь живые подвижные существа. По-видимому, за двухнедельный период между двумя наводнениями в стоячих водоемах долины Нила успевает произойти массовое размножение красных жгутиконосцев, которые и захватываются второй волной паводка и дают начало Красному Нилу.

В Триентских Альпах есть озеро Лаго ди Товель, расположенное на высоте 1182 м. Длительные исследования показали, что ежегодно с июля по сентябрь его вода с поверхности до глубины 10 м временами приобретает интенсивно красный, кровавый цвет, который вызывают мелкие жгутиконосцы гленодиниумы (*Glenodinium pulvi-*

sculus). В массовых количествах они появляются лишь в солнечные дни; при пасмурной погоде вода имеет обычный цвет. В связи с этим следует вспомнить давний метеорологический предрассудок, что вслед за быстрым «цветением» воды в больших водоемах наступает пасмурная погода. Венгерский исследователь Кишш (1952) в течение 15 лет изучал связь «цветения» воды с погодой. Он даже ввел в научный обиход новый термин — метеоропатия, т. е. погодочувствительность.

Кишш установил, что существуют два типа «цветения» воды. Первый тип — «цветение» развивается медленно и продолжается очень долго; второй тип — внезапно исчезающий. В последнем случае после кратковременного «цветения» воды красный цвет водоема быстро и внезапно исчезает, но затем появляется вновь. Именно второй тип, обычно связанный с прудами и озерами, которые имеют достаточно большую глубину, коррелирует с погодными условиями. Продолжительные наблюдения Кишша показали, что быстрое «цветение» воды предшествует циклону и связано с нисходящими потоками воздуха. В этот период массы жгутиконосцев из всей толщи воды поднимаются к поверхности водоема и окрашивают его в кровавый цвет. При изменении погоды они рассеиваются по всему водному объему и окраска исчезает. Так что нет ничего таинственного в том, что в тех или иных естественных водоемах и искусственно вырытых колодцах вода периодически изменяет окраску.

В настоящее время известно большое количество видов жгутиконосцев, при массовом размножении вызывающих явление «кровавой» воды (*Haematococcus pluvialis*, *Staphanosphaera pluvialis* и др.). Подобного рода красное «цветение» наблюдается и в соленых водах, в том числе в морях и океанах. В больших акваториях наиболее известно явление, получившее название красного прилива. В последние годы о нем часто пишут не только в научных и научно-популярных книгах и журналах, но даже в обычных газетах.

Чаще всего «красный прилив» наблюдается в теплых морях, например у берегов Флориды, в Мексиканском заливе, у западного побережья Южной Америки, в Японском море (в том числе и в наших территориальных водах) и т. п. Проявляется он следующим образом. Цвет моря неожиданно и быстро меняется, становясь красным.

Красные волны (нередко кроваво-красные) на огромном пространстве (иногда протяженностью в сотни километров) начинают накатываться на берег, пугая людей не только зловещей окраской, но и тем, что мельчайшие капельки морской воды, отрывающиеся от прибойных волн, быстро вызывают воспаление глаз и дыхательных путей (известны даже смертельные случаи).

Специальные исследования показали, что красное «цветение» морской воды происходит благодаря жгутиконосцам, содержащим в цитоплазме красные пигменты; наиболее часто это виды динофлагеллат, относящиеся к двум родам — гониаулакс (*Gonyaulax*) и гимнодиниум (*Gymnodinium*). Если в прибрежной зоне моря вода содержит повышенное количество растворенных органических веществ, происходит вспышка массового размножения этих простейших; число их начинает достигать 1—2 млн. особей на стакан воды. Установлено, что гониаулаксы и гимнодиниумы содержат в своих клетках невероятно сильный для теплокровных животных яд паралитического действия — сакситоксин. По силе и характеру действия он весьма близок (но не идентичен) к знаменитому тетродотоксину, который добывают из ядовитых иглоок ряда коралловых рыб, один миллиграмм которого может убить 7000 мышей.

Когда динофлагеллаты гимнодиниум и гониаулаксы размножаются в массовых количествах, они охотно поедаются моллюсками мидиями (*Mytilus edulis*), которые в свою очередь являются пищей для жителей многих стран. Для мидий яд сакситоксин совершенно безвреден, и он длительное время сохраняется в тканях животного. Однако человек, съевший такого моллюска, получает тяжелое отравление, которое нередко приводит к смерти. Случаи массового отравления жителей, употреблявших в пищу мидий во время «красного прилива» или вскоре после его окончания, не раз имели место в Японии и некоторых африканских странах.

Однако особое бедствие представляет «красный прилив» для морских рыб. Установлено, что места скопления динофлагеллат служат барьерами для косяков мигрирующих сельдей. Если быстрое массовое размножение этих жгутиконосцев произойдет в бухте или заливе, практически вся рыба, находящаяся здесь, погибает. В научной литературе отмечено, что у западного побе-

режья Южной Америки в бухте КитоЙ практически ежегодно из-за «красного прилива» происходит гибель миллионов и даже сотен миллионов приходящих сюда рыб. Подобное наблюдается и в других морских акваториях. По-видимому, не только яд, содержащийся в простейших, тому виной, но и практически полное исчезновение кислорода из морской воды, связанное с массовым разложением отмирающих жгутиконосцев. Такое предположение весьма вероятно, так как гибель рыб происходит и в том случае, когда «красный прилив» возникает благодаря размножению тех видов динофлагеллат, которые не содержат в цитоплазме ядовитых токсинов.

Как уже отмечалось, массовое размножение простейших, приводящее к возникновению «красного прилива», связано с повышенным содержанием органических веществ в морской воде. В результате загрязнения Мирового океана количество таких веществ в околобереговой зоне увеличивается с каждым годом, поэтому и «красные приливы» теперь возникают все чаще и чаще. Они охватывают большие площади, чем прежде. А в будущем «красные приливы» могут стать настоящим бичом для жителей многих стран, а также для рыбных стад, обитающих в этих водах. Сейчас разработано несколько проектов плотин, ограничивающих подходы жгутиконосцев к берегу во время «красного прилива», но до реализации этих проектов еще очень и очень далеко.

Как мы видели, массовое размножение некоторых морских динофлагеллат приводит к неприятным и печальным последствиям. Однако существуют другие виды этих простейших, которые, появившись в больших количествах, придают морям и океанам особую, поэтическую прелесть. Речь идет о ночесветках, вызывающих ночное свечение морской воды.

Ночесветка удивительная (*Noctiluca mirabilis*) — такое название получил жгутиконосец, который способен производить в темноте фосфоресцирующие вспышки света. Когда эти простейшие размножаются в поистине несметном количестве, ночное море превращается в картину, поражающую красотой и фантастичностью воображение любого человека. Вот как описывает свечение моря немецкий естествоиспытатель Тезинг (1896), наблюдавший его в Неаполитанском заливе: «Тени спускались все ниже и ниже. Море становилось каким-то необычно-



венным. То вблизи, то вдали вспыхивали светлые, синеватые искры, вспыхивали и тотчас же исчезали. Все сильнее и больше становился блеск моря, каждая волна при падении рассыпалась огненным дождем. У носа нашей лодки вода искрилась и блестела серебром. Я видел в первый раз свечение моря. . . Чем ближе мы подвигались к гавани, тем прекраснее становилось вокруг. Казалось, что мы плывем по лучезарному потоку; все вещи, опущенные в воду, казались залитыми жидким серебром. Когда мы поздно ночью стояли на молу, вся гавань и все море, насколько хватал глаз, казались залитыми мягким огнем. Это было неописуемое зрелище, и лишь тот, который видел его во всей красе, может понять то неизгладимое впечатление, которое оно производит на каждого человека» (с. 47).

Немецкий гидробиолог Келлер (1897) одной фразой дал образную картину свечения моря: «Дом, в котором я жил, стоял на самом берегу, с каждым ударом волн моя комната озарялась столь ярким светом, что я ясно мог различить отдельные предметы» (с. 139).

В тропических морях свечение моря — обычное явление, хотя в летние месяцы его можно наблюдать и в северных морях. Представьте себе, читатель, какое неисчислимое множество мельчайших существ должно присутствовать в воде, чтобы на огромных акваториях земного шара возникало свечение моря!

В настоящее время известно несколько десятков видов жгутиконосцев, вызывающих это явление: практически все они относятся к той же группе динофлагеллат, что и ноктилюка.

Массовое размножение окрашенных жгутиконосцев может происходить и на таких, казалось бы, неподходящих для живых существ субстратах, как снег и лед. Причем явление это нередкое. В результате снег (или лед) приобретает окраску, которая зависит от цвета цитоплазмы снежных простейших. Известно зеленое, желтое, голубое, бурое и даже черное «цветение» снегов, однако преобладает красное, ведущее к явлению «кровавого» снега. В пределах СССР оно часто встречается на Кавказе, Северном Урале, Камчатке, Земле Франца-Иосифа, а также в Сибири (Алданский хребет) и в Арктике (особенно на Новой Земле). В горах Карагая на перевале Басса (на высоте около 3000 м) описан «кровавый» снег,

занимавший площадь в несколько квадратных километров. Еще большие площади занимает он весной в Гренландии. В марте 1959 г. красный снег появился в горах совсем рядом с Тбилиси, что, естественно, вызвало разговоры разного толка среди населения. Местным газетам пришлось давать разъяснения по поводу необычного явления.

И. Акимушкин (1951) вслед за рядом других исследователей считает, что «кровавый» снег был впервые отмечен французским ученым Соссюром. Однако это не так: он был известен уже древним грекам. Во всяком случае бессмертный Аристотель (385—322 г. до н. э.) упоминает о нем в своей «Истории животных». Видный полярный исследователь Росс (Ross, 1818, — цит. по: Куторга, 1839) наблюдал красный снег во время своего плавания к Баффинову заливу; это явление исследовали также Тиннеман (Tinneman, 1821) в Исландии, Лессинг (Lessing, 1831) в Лапландии, а Вебстер (Webster, 1830) на мысе Горн. Чарльз Дарвин (1898) столкнулся с «кровавым» снегом в период путешествия на корабле «Бигль», когда он со своими спутниками высадился в Америке на берег и совершил переход через Анды. Он писал в своей книге по этому поводу: «Следы ног мулов были слегка красноватыми и казалось, что копыта животных немного кровоточили, так как снег был окрашен только в тех местах, где он был утоптан или где внезапно таял» (с. 168). Обычно, однако, благодаря «цветению» снег приобретает ярко-красную или даже темно-малиновую окраску на самой своей поверхности.

Явление «кровавого» снега (и льда) вызывают многие виды жгутиконосцев: их ныне известно около сотни. Однако наиболее часто встречаются четыре вида: евглена кровавая (*Euglena sanguinea*), хламидомонада кровавая (*Chlamydomonas sanguinea*), евглена снежная (*Euglena nivalis*) и хламидомонада снежная (*Chlamydomonas nivalis*). Вообще все виды простейших, живущие в столь удивительных условиях, называют снежными. А условия действительно уникальные. В верхних слоях снежного покрова температура низкая и даже на солнце редко превышает 4 °С. Вода, находящаяся в порах снега, почти полностью лишена солей и по минеральному составу приближается к дистиллированной. И все же жгутиконосцы здесь существуют и развиваются в массовых

количествах, иногда проникая в толщу снега на глубину до 30 см. Некоторые виды этих простейших настолько приспособились к таким условиям, что в иных просто не могут жить. По данным Эржабеты Кол, хламидомонада снежная при температуре выше 4 °С сбрасывает жгутики, округляется и инцистируется, т. е. переходит в стадию покоя, характерную для неблагоприятных условий среды. Организмы, которые могут существовать только при относительно низких температурах, теперь выделяют в особую экологическую группу и называют криобионтами. Снежные простейшие — почти все криобионты.

Своеобразная фауна криобионтов была обнаружена совсем недавно, в середине семидесятых годов, в Антарктиде американскими исследователями, работающими по международной программе «Шельфовый ледник Росса». Используя новые ледоплавильные и ледорезные установки, они проделали в шельфовом льду, толщина которого равняется здесь 400—420 м, «дыру», или прорубь, через которую были спущены телевизионные установки для наблюдения за подледными обитателями, а также приборы, позволяющие брать пробы и отбирать живые организмы. Температура воды под шельфовым льдом местами равняется 2 °С, а в других не превышает 4 °С. Живые организмы здесь были скрыты от солнечного света и непосредственного контакта с атмосферой не менее 120 тыс. лет. Тем не менее фауна беспозвоночных животных оказалась достаточно разнообразной. Из простейших было обнаружено несколько видов фораминифер, являющихся криобионтами.

До сих пор в этой главе мы рассматривали простейших, которые имеют скелетные структуры или тело которых благодаря пигментам окрашено в тот или иной цвет. Массовое размножение таких форм невозможно не заметить, так как следствием его является изменение окраски водоемов или возникновение больших количеств осадков на их дне. Между тем огромное количество простейших имеет практически бесцветное тело; кроме того, они лишены скелетов и панцирей. Результаты деятельности таких видов чисто внешне не столь наглядны, не столь эффектны и демонстративны. Однако специальные исследования показывают, что и эти простейшие играют существенную роль в биосфере.

По данным Т. В. Хлебович (1975), биомасса свободно-живущих инфузорий — преимущественно бесцветных видов — достигает в водоемах 40% общей биомассы зоопланктона (принимая во внимание и многоклеточных животных типа коловраток и ракообразных). Н. В. Мамаева (1979) изучала фауну инфузорий волжских водохранилищ. Она подтвердила, что эти простейшие являются важнейшим компонентом и биопродуцентом пресных вод. Так, в Ивановском водохранилище, например, численность инфузорий местами достигает нескольких миллионов особей на кубический метр воды. В мелководных участках подобных водоемов количество этих простейших еще больше и равняется 100 млн. экз./м<sup>3</sup>. Эта исследовательница пришла к выводу, что инфузорий наряду с бактериями следует считать наиболее продуктивными среди водных организмов. К подобным же результатам пришел Ф. П. Чорик (1968), исследовавший естественные и искусственные водоемы Молдавии.

Среди бесцветных простейших, обитающих в пресных и морских водах, очень многие виды (особенно среди инфузорий) являются фильтраторами (точнее, седиментаторами); они питаются преимущественно бактериями и детритом, благодаря чему становятся весьма эффективными очистителями и осветлителями этих вод. Только одна особь инфузории тетрахимены (*Tetrahymena pyriformis*) за час может заглотать около  $10^4$  взвешенных в окружающей жидкости частиц, а один зооид колониальной инфузории *Carchesium lachmani* — даже  $3 \cdot 10^4$  бактерий. А в каждом водоеме этих и других простейших-седиментаторов может обитать огромное количество.

Однако, как показывают специальные исследования, роль простейших в очистке вод не ограничивается только этим. Они регулируют численный и качественный состав популяций у бактерий, осуществляющих минерализацию органических веществ в водоемах. Выделяя обильную слизь, простейшие создают хлопья активного ила — одну из основных предпосылок полноценной очистки вод; кроме того, они уничтожают патогенные бактерии. Некоторые жгутиконосцы (например, бодониды) наряду с бактериями участвуют в минерализации органических веществ, находящихся в воде. Чем дальше и точнее проводятся исследования, тем больше и больше вскрывается огромная роль одноклеточных животных в очистке как

естественных вод, так и в очистительных сооружениях промышленного и бытового характера.

В настоящее время простейшие используются для санитарно-гигиенического контроля вод в качестве организмов-индикаторов. Существуют стандартные списки одноклеточных организмов, которые позволяют точно определять и классифицировать водоемы по степени их загрязненности. Особенно важны эти списки для оценки степени очистки вод в очистных сооружениях.

Простейшие обитают не только в текучих и стоячих водах, но и всюду, где есть следы влаги. Их можно обнаружить, например, на мокрой коре деревьев и на поверхности почвы. Большое количество самых разнообразных простейших живет в почвах, довольствуясь пленочной водой, имеющейся вокруг частичек земли. Еще А. Л. Бродский (1935) отмечал, что почвенные одноклеточные животные имеют всеветное распространение и встречаются от Арктики до Антарктики, обильно населяя умеренный, субтропический и тропический пояса. При этом они представлены всеми основными группами свободноживущих форм (инфузориями, амебами и жгутиконосцами). Исследования Пуссара (Pussard, 1957, — цит. по: Николюк, 1979) показали, что в почвах Франции число простейших достигает 150 000—1 000 000 особей в 1 г почвы, т. е. их биомасса равняется 150—400 кг/га, а в богатых органическими веществами почвах и до 1 т/га. Подобного рода исследования, проводившиеся в Советском Союзе В. Ф. Николюком и его сотрудниками, позволили установить, что на окультуренных человеком почвах количество одноклеточных животных может достигать 1.2 млн. особей и более на 1 см<sup>3</sup>, что дает биомассу 8.5 т/га. Такого рода работы доказывают, что простейшие наряду с бактериями, грибами, водорослями и высшими растениями поставляют (после отмирания) в почвы большое количество органических веществ. В одной из работ В. Ф. Николюк и М. И. Мавлянова (1979) специально подчеркивают, что «протистофауна является одним из главных источников накопления почвенной органики» (с. 279).

Итак, мы установили, что простейшие распространены повсеместно, массово размножаясь в различных акваториях (как пресных, так и соленых), а также в почвах. Но эти существа имеют также и геологическое значение,

влияя на внешний облик и строение земной коры. Кроме того, в литературе по морской геологии и химии моря мы найдем интересные данные о том, что простейшие существенно изменяют химический состав окружающей среды. Поглощая одни газы и выделяя другие, они регулируют газовый режим морских вод. Нанопланктон (биомасса которого в целом огромна) способен аккумулировать некоторые минеральные ионы. В результате содержание этих ионов в их цитоплазме оказывается в 1000 и более раз выше, чем в окружающей среде. Кокколитофорида и фораминиферы, как уже известно, накапливают кальций, радиолярии — кремний, акантарии — стронций, ксенофиофоры — барий. Напомним, что вообще все живые клетки осуществляют активный транспорт ионов калия, накапливая его в цитоплазме и в то же самое время активно выталкивая ионы натрия во внешнюю среду. Короче говоря, нанопланктон (в том числе и простейшие — и их вклад существен) регулирует ионный состав и даже в некоторой мере соленость Мирового океана. Однако, помимо этого, одноклеточные животные влияют на химический состав окружающей среды, выделяя в нее различные органические вещества, в том числе биологически активные, которые создают благоприятные условия для развития одних организмов и подавляют рост других. В последние два десятилетия сформировалась специальная наука, изучающая аллелопатию, т. е. химическое (и биохимическое) взаимодействие различных организмов любой сложности через внешнюю среду.

Сейчас, например, установлено, что при «цветении» воды доминирующий вид жгутиконосцев может подавлять выделяемыми в воду веществами — аллелопатинами — размножение других организмов в водоеме. Так, при совместном культивировании *Chlamydomonas maupasii* угнетает рост и развитие *Haematococcus pluvialis* и некоторых видов одноклеточных водорослей. Было выяснено, что в данном случае аллелопатин представляет собой какую-то жирную кислоту с длинной цепочкой. Проктор (Proctor, 1957, — цит. по: Райс, 1978) в экспериментальных условиях испытал действие 8 подсобных кислот — пеларгоновой, каприновой, лауриновой, миристиновой, пальметиновой, стеариновой, олеиновой, а также липелевой — и нашел, что все они сильно подавляют рост *Ha-*

*matococcus pluvialis*. Аллелопатинами являются фитонциды (действие высших растений на микроорганизмы), антибиотики (действие грибов на бактерии), фунгициды (действие бактерий на грибы), маразмины (действие высших растений на высшие организмы) и другие биологически активные вещества, выделяемые различными живыми существами — как бактериями (прокариотными), так и более высокоорганизованными формами (эукариотами, имеющими настоящее ядро).

В последнее время стали активно изучать химическое взаимодействие почвенных простейших с высшими (особенно культурными) растениями и другими организмами. Экспериментально и в полевых условиях доказано (Николюк, 1979; Николюк, Мавлянова, 1979), что почвенные амёбы (например, *Amoeba limax*) и инфузории (например, *Colpoda maupasii*) выделяют в почву аллелопатины, способствующие прорастанию семян овса и хлопчатника, а также ускоряющие рост этих растений. Биохимический анализ показал, что химические стимуляторы, продуцируемые простейшими, представляют собой не что иное, как ростовые вещества растений — гетероауксин (выделяемый амёбами) и гиббереллиноподобные соединения (выделяемые инфузориями).

Почвенные протисты могут синтезировать и поставлять вонне аллелопатины, обладающие ингибирующим действием. Так, амёбы продуцируют вещества, которые угнетают рост фитопатогенных грибов, вызывающих болезни хлопчатника (вилт и корневую гниль). Тем самым простейшие влияют на урожайность этой важной сельскохозяйственной культуры. В. Ф. Николюк предложил вводить в состав гранулированных почвенных удобрений для хлопчатника и других сельскохозяйственных растений цисты почвенных амёб. Испытания таких удобрений дали положительные результаты, выразившиеся в повышении урожайности хлопчатника.

Большинство простейших, обитающих в почве, являются бактериядами, поэтому они контролируют в ней количественный и качественный состав микроорганизмов. Выяснено, что хотя одноклеточные животные и поедают азотфиксирующие бактерии, однако в то же самое время они выделяют аллелопатины, усиливающие размножение этих микроорганизмов и стимулирующие у них процесс азотфиксации.

Простейшие, обитающие в почве, обильно продуцируют в окружающую их среду слизи (муко- и полисахариды), чем способствуют агрегации частиц почвы и ее гумификации.

Благодаря многочисленным экспериментальным и полевым исследованиям, проведенным как отечественными, так и зарубежными протозоологами и почвоведомы, установлено следующее: чтобы понять состав и генезис почв, чтобы научиться управлять почвенными процессами, необходимо учитывать и знать жизнедеятельность простейших, являющихся важнейшим и непременным компонентом верхних почвенных горизонтов.

Одноклеточные животные, составляя существенную часть нанопланктона, являются одним из звеньев в пищевых цепях биосферы. Как известно, все живые существа на Земле по характеру их питания принято делить на продуцентов и консументов. Автотрофные организмы, использующие солнечную или химическую энергию и создающие органическое вещество за счет неорганических, являются продуцентами. Консументы — это гетеротрофные организмы, пользующиеся готовыми органическими веществами, которые созданы продуцентами.

К продуцентам относятся автотрофные бактерии, окрашенные жгутиконосцы и настоящие растения; к консументам — все остальные организмы, в том числе подавляющее большинство бесцветных простейших. Сразу же следует отметить, что наибольшее количество первичной продукции (т. е. органических веществ, получаемых путем фото- и хемосинтеза) дают не высшие растения, образующие леса, степи и луга, а фитопланктон Мирового океана. Окрашенные жгутиконосцы являются существенным компонентом фитопланктона и в энергетических расчетах рассматриваются как часть его. Они играют важную роль не только в продуцировании органических веществ, но через фотосинтез и дыхание влияют на содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере Земли.

Бесцветные протисты (жгутиконосцы, инфузории и амебонидные организмы), питающиеся бактериями и фитопланктоном, составляют определенный трофический уровень в обмене веществ водоемов, которым нельзя пренебречь, ибо они (как и фотосинтезирующие жгутиконосцы) служат пищей для многоклеточных беспозвоночных и личинок рыб. Многие взрослые рыбы питаются



этими беспозвоночными и сами служат добычей для хищных животных.

То, что простейшие — излюбленная пища мальков, известно давно. Еще Н. Ф. Золотицкий (1916) в своей знаменитой книге (недавно переизданной) «Аквариум любителя» писал: «Кормление мальков надо разделить на два периода: на кормление до исчезновения желточного пузыря и на кормление после его исчезновения. В первый период живую пищу, состоящую из бесчисленных мельчайших инфузорий, образующихся среди гниющих растительных веществ, следует предпочесть всем другим кормам и прибегать к последним только в случае крайности» (с. 695). Он советует переходить к кормлению рыб коловратками или рачками во второй период, «когда инфузории уже не представляют для них корма, достаточно питательного...» (там же, с. 697). Современные аквариумисты хорошо знают это. В газете «Комсомольская правда» от 21 января 1973 г. опубликована статья «Птичий рынок», в которой рассказывается про московский рынок, где торгуют разными животными и кормом для них. Приведем выдержку из раздела «Чистопородный червь», в которой рассказывается о продаже различных пищевых объектов для аквариумных рыб. Он начинается с рекламных выкриков торговцев живым кормом.

- Удивительно живой корм. Чистопородный микрочервь!
- Трубочник мелкий, крупный!
- Гляди, какой мотыль! Веселенький мотыль: и пляшет, и поет, и не курит, и не пьет!
- Самоподвижный циклоп. Прямо весь кипит!
- Инфузория на банане! Покупайте инфузорию на банане!
- Да она вялая...
- А ты шустрый?
- Я-то шустрый.
- Вот и беги отсюда!... Инфузория на банане...

Это торгуют кормом для рыбок. В огромных противнях кишат вышеупомянутая инфузория, циклоп, трубочник, мотыль... Экзотики здесь мало, но покупателей более чем достаточно, ни один зоомагазин не располагает таким выбором корма.

К сожалению, действительно в нашей стране до сих пор нет ни одной организации, которая занималась бы в промышленном масштабе разведением простейших. А они нужны не только для аквариумистов. Хорошо известно, что мальки промысловых и разводимых в наших хозяйствах рыб (осетровых, лососевых, карповых и т. д.) в са-

мый первый период после вылупления из икры питаются одноклеточными животными (инфузориями, жгутиконосцами или раковинными корненожками).

Г. С. Корниенко (1973) искусственно в садах выращивала инфузорий (*Paramecium caudatum* и *Stylonychia pustulata*), получая культуры с плотностью сырой биомассы этих простейших 20—104 г/м<sup>3</sup> и ежесуточной продуктивностью 2.7—18 г/м<sup>3</sup>. Даже одноразовое внесение в пруды для рыб этих инфузорий из расчета 5—10 г сырой массы на 0.1 га резко увеличивает их число в этих водоемах. Выпущенные туда мальки питаются простейшими в течение 5 дней. При этом в опытных водоемах выживаемость мальков повышается с 49 до 60—67%.

Не вызывает сомнения, что в скором будущем простейшие будут культивироваться для рыбных хозяйств в промышленных масштабах. Тем более что очень доступные, но совершенные методы культивирования инфузорий уже разработаны. Наиболее эффективным и экономичным, пожалуй, является оригинальный метод непропорционально-проточной культуры простейших, предложенный В. Е. Коковой и Г. М. Лисовским (1976). Благодаря ему исследователи обеспечили непрерывный рост массовой культуры *Paramecium caudatum* с плотностью до 50 тыс. особей/см<sup>3</sup> (т. е. 50 млн. особей/м<sup>3</sup>) и с получением ежесуточно 2 г сухого вещества инфузорий на 1 л рабочего объема культуры. Произведенный биохимический анализ доказывает, что суммарный белок сырой массы парамеций содержит все необходимые аминокислоты, т. е. является высококачественным; по своему составу он близок к казеину. Проведенная дегустация сухой биомассы парамеций показала, что вкус этих простейших напоминает вкус куриного мяса или подсушенного творога.

Среди советских протозоологов бытует рассказ, что когда президент Всесоюзного общества протозоологов чл.-кор. АН СССР Юрий Иванович Полянский, находясь в Красноярске, посетил лабораторию, где занимаются массовым культивированием простейших в непропорционально-проточных культурах, ему в знак уважения был преподнесен бутерброд, намазанный вместо масла пастой из парамеций.

Бутерброд с парамециями! Пока это только шутка. Однако вовсе не исключено, что в будущем, когда будет налажено промышленное культивирование простейших,

высококачественные белки, полученные из этих организмов, найдут применение в пищевом рационе человека и тем более животных.

Поскольку наша книга является научно-популярной, мы попытались показать значение простейших в природе и жизни человека, опираясь порой на наиболее интересные, наиболее выпуклые и даже курьезные факты, чтобы быстро и четко вызвать у читателя нужные впечатления. Однако если отрешиться от такого подхода — отказаться от рассказов о египетских пирамидах, «кровавых» дождях и бутербродах с парамециями, — мы все же, опираясь на простые цифровые материалы, взятые из обычных научных работ, будем вынуждены признать, что десятки тысяч видов простейших по их многообразию, всеветности распространения, биомассе и т. д. занимают еще до конца не оцененное, выдающееся место в экономике биосферы. Сейчас уже мы не можем, не имеем права не учитывать эти организмы, рассматривая ресурсы Земли, ее биоэнергетику. Мы не можем не учитывать роль простейших в нашей повседневной деятельности, связанной с промышленностью, сельским и рыбным хозяйствами, в связи с проблемой охраны и восстановления окружающей среды, а также, как будет показано далее, и с проблемами медицины и ветеринарии.

### **Глава 3**

## **ДВОРЯНСКИЙ ТИТУЛ И НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ЗА ИЗУЧЕНИЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОСТЕЙШИХ**

В настоящее время известно около 70 000 видов одноклеточных; считается, что 10 150 из них являются паразитами. Они могут поселяться в самых разных органах и тканях позвоночных и беспозвоночных животных, а также в растениях.

Паразитические простейшие в естественных условиях, вызывая специфические заболевания, регулируют численность особей поражаемых видов. Это осуществляется прямо (увеличение смертности) или косвенно (через

хищников, которые ловят и поедают в первую очередь ослабевших животных). Особенно сильно распространены протозойные заболевания животных (да и человека) в теплых и тропических странах, некоторые из них (например, малярию) даже принято называть тропическими болезнями, последствия которых иногда могут быть катастрофическими. Так, крупнейший палеонтолог Арно Мюллер (цит. по: Акимушкин, 1965) опубликовал свое предположение, что древние американские лошади-полигиппусы вымерли полностью в результате заболевания, вызываемого жгутиконосцами трипаносомами. Переносчиками этих патогенных простейших, заражение которыми может привести к массовой гибели и у современных лошадей, являются некоторые виды мух. Ископаемые остатки таких мух часто находят в Америке, например в миоценовых слоях Колорадо, вместе с окаменевшими костями третичных предков лошадей. Так что, возможно, предположение Мюллера является верным.

Естественно, что для нас особый интерес представляют протозойные заболевания человека. Среди них особое место занимает малярия. Термин *malaria* происходит от двух итальянских слов: *mala* — плохой и *aira* — воздух. В прежние времена считали, что эта болезнь вызывается плохим воздухом в зоне гнилых болот. Поэтому другое название заболевания — болотная лихорадка. Вовсе не случайно, что ставшее международным слово малярия имеет итальянское происхождение. Дело в том, что в старые времена в Европе именно жители заболоченных участков в долинах итальянских рек наиболее часто и сильно страдали от этой болезни.

Когда Англия, Франция, Испания и Португалия начали свои колониальные завоевания, выяснилось, что в тропических и субтропических странах Африки и Азии малярия весьма распространенная и жестокая болезнь, ежегодно уносящая многие миллионы жизней.

История сохранила много сведений о малярии. Нет только данных о способах ее лечения, поскольку тогда они действительно не были известны или носили весьма необычный характер. Так, Марк Поповский в своей книге «На карте человеческих страданий» (1971) сообщает об одном, можно сказать, более чем оригинальном методе борьбы с малярией, примененном шестьсот лет назад жестоким Тамерланом: «Столь же талантливый, сколь

и кровожадный, завоеватель Тимур, захватив Марев, получил сведения, что город полон больных, страдающих малярией и лихорадкой. Желая оградить свое войско от болезней, Тимур принял жестокое решение: полностью уничтожить источник заразы — местных жителей. Тысячи обитателей древнего города были изрублены».

О другом, тоже весьма оригинальном способе избежать малярии рассказывает в своей книге немецкий протозоолог Эренберг (1838). Когда Левенгук с помощью микроскопа открыл мир мельчайших существ — простейших, довольно быстро возникла идея, что именно они, распространяясь по воздуху, вызывают некоторые болезни, в том числе малярию. Поэтому в 1676 г. один англичанин, имя которого Эренберг не называет, предложил использовать против болезнетворных простейших целый арсенал средств, а именно пустить в ход громкую музыку, трубные звуки, барабанный бой и пушечные выстрелы. По мнению англичанина, устроенный таким образом громкий шум развеет и отпугнет невидимых врагов, вызывающих малярию, как рой саранчи. Осталось неизвестным, воспользовался ли кто-нибудь предложенным способом на практике.

Живущие в условиях тропического климата американские индейцы очень давно открыли довольно эффективное средство борьбы с малярией — настой из коры дерева, которому позднее ученые дали название хинного дерева, или цинхона (*Chinchona succirubra*). Европейцы познакомились с этим лекарством в XVII в. и вскоре выделили из настоя действующее начало — химическое соединение хинин («кинин» на языке индейского племени кечуа — кора хинного дерева). Довольно скоро выяснилось, что для выздоровления больного от малярии требуется принимать хинин очень длительное время, а если болезнь оказывалась запущенной, смертельный исход все равно был неизбежен. Чтобы действительно победить малярию, требовалось найти ее возбудителя (паразита), выявить уязвимые места в его жизненном цикле, что позволило бы разработать наиболее действенные методы борьбы с заболеванием.

Последовательные и тщательные биолого-паразитологические исследования в этом направлении стали разворачиваться в конце XIX в., когда малярия стала бедствием в колониальных войсках, находившихся в тропиках, и первыми успехами мы обязаны здесь военным медикам.

В 1880 г. французский полковой врач Лаверан (цит. по: Бродский, 1937) обнаружил в эритроцитах больного солдата малярийного паразита в виде одноклеточного амeboидного организма, который позже называли малярийным плазмодием (род *Plasmodium*), а в плазме крови нашел некоторые стадии развития этого паразита. Сам Лаверан не сумел определить природу этого существа и отнес его под названием *Oscillaria malariae* к растительным организмам. Впервые доказал, что малярийный плазмодий — это простейшее, И. И. Мечников в 1887 г. (цит. по: Бродский, 1937).

Для успешной борьбы с малярией было чрезвычайно важно выяснить, каким образом, какими путями инфекция передается от больного человека к здоровому. Огромную роль в решении этого, в то время весьма сложного вопроса сыграл англичанин Рональд Росс — опять-таки офицер медицинской службы. А служил он в Индии, где малярия была весьма распространена.

Росс был очень разносторонним человеком; помимо выполнения своих прямых служебных обязанностей он занимался множеством иных вещей: писал стихи, драмы и романы, а также рисовал и сочинял музыку. Его произведения публиковались в Англии, но мало кто их читал. Хорошо известно, что ни в одной из выбранных областей искусств Росс так и не достиг хотя бы сколько-нибудь заметного успеха. Позднее он сам откровенно признавался, что к 35 годам жизни он не успел сделать ничего существенного. Видимо, Росс вовремя понял это, потому что он, правда, как потом оказалось временно, бросил занятия искусством и всю свою энергию, всю свою настойчивость, все свое трудолюбие, все свое самообладание и весь свой ум (а этих качеств ему было не занимать) направил на изучение малярии. Росс решил победить эту болезнь. Конечно, такое решение было весьма самонадеянным, но оно диктовалось не только стремлением к славе: в это время в Индии малярией болели десятки миллионов людей (в том числе и много его соотечественников); несмотря на применение хинина, в этой стране ежегодно умирало до миллиона человек в год. А если взять всю Азию, а кроме того, Африку, то число погибающих от малярии достигало 10 млн. в год.

В Индии бытовала легенда, что малярия передается от человека к человеку москитами (комарами), об этом же

пути распространения инфекции рассказал Россу его старший коллега, врач и ученый Мансон, с которым во время отпуска Рональд встретился в Лондоне. Но так ли все обстоит на самом деле? Вернувшись после отпуска в Индию, Росс начал ловить всех комаров, какие ему попадались под руку, разводить их и кормить кровью больных малярией. В Индии обитает очень много видов комаров, а Рональд никогда в жизни не знал энтомологии. Он был попросту неучем в этой науке. Вот почему Росс начал давать отловленным москитам произвольно придуманные им самим, совершенно ненаучные названия: «светлокрылый комар», «пестрокрылый комар», «короткокрылый комар» и т. п. Он кормил на больных малярией сотни и тысячи различных москитов, похожих по внешнему виду и непохожих, и у всех них потом вскрывал брюшко, тщательно отпрепаровывал пищеварительную систему, делал необходимые препараты, которые затем внимательно, шаг за шагом просматривал под микроскопом. Один за другим десятки, сотни, тысячи препаратов на протяжении нескольких лет. При этом, что следует особо отметить, в своих опытах он использовал только стерильных (в отношении малярийных паразитов) комаров, вылупившихся в лабораторных условиях из куколок.

И вот наконец в 1887 г. Росс открыл (цит. по: Крайф, 1957) у накормленного кровью больного малярией «пестрого комара» в желудке цисты, из которых позднее вышли подвижные стадии паразита. Полностью изучить цикл развития человеческого малярийного плазмодия ему не удалось. Тогда Росс стал изучать птичью малярию, которую, как он установил, также передают комары, но другие, с бесцветными крыльями (позднее исследователями, знавшими энтомологию, эти насекомые были определены как представители рода *Culex*). Благодаря непрерывным энергичным настойчивым и тщательным экспериментам Росс менее чем за год расшифровал все основные стадии птичьего паразита. Сумел он также опытным путем с помощью комаров передать заражение от больной птицы здоровой. В опубликованной статье о птичьей малярии Росс, опираясь на данные своих более ранних исследований, вполне обоснованно указал, что цикл развития малярийного плазмодия человека протекает и осуществляется подобным образом. Понимая всю важ-

ность своего открытия, он вновь дал волю своим поэтическим страстям и сочинил стихи, которые начинались такими словами: «Я узнал твои деянья // О, убийца вековой!» (цит. по: Крайф, 1957, с. 229).

Действительно, ознакомившись с работой Рональда Росса, итальянские ученые во главе с зоологом Грасси очень быстро раскрыли цикл развития малярийного плазмодия и в человеке, и в переносчике — комаре. «Пестрокрылый комар» оказался анофелесом (*Anopheles maculipennis*). Эти научные открытия (как Росса, так и группы Грасси) получили признание не только в среде ученых и врачей, но благодаря газетам и среди широкой публики. Раз тайна губительной болезни раскрыта, всем грезилась близкая победа над ней.

Какая же судьба ожидала первооткрывателей? В виде небольшого отступления я позволю себе сказать несколько слов об историках науки, иногда настолько своевольно распоряжающихся историческими судьбами ученых, что это наводит на грустные размышления. Так, Бродский (1937) писал следующее о жизни Росса в период после его открытия: «Немало крупных исследователей, обогативших науку ценнейшими открытиями, кончили свою жизнь в нищете и забвении, давая пример отношения к завоевателям жизни со стороны буржуазного общества. Примером может служить известный исследователь малярии Росс, погибший почти буквально от голода» (с. 49).

Действительно ли это так? Д. Н. Засухин (1951) пишет о судьбе Рональда Росса совсем иное: «После того как стало ясно, что Росс может оказать существенную помощь в колониальной политике Англии, отношение к нему со стороны правительства резко изменилось. Так, в 1912 г. он был принят королем Англии Георгом V, который даровал ему дворянство „с обрядом посвящения в рыцари“ и награждением его высшим орденом Англии — „орденом подвязки“. Позднее в Лондоне был создан исследовательский институт, которому было присвоено имя Росса. Директором института был назначен сам Росс, где он и работал до конца жизни» (с. 33).

Поль де Крайф (1957) к этому дает кое-какие дополнительные сведения: «Вот Рональд Росс, устраивающий, как он мечтал и надеялся, пышные и шумные банкеты... Вот Рональд Росс, получивший Нобелевскую премию в семь тысяч восемьсот восемьдесят фунтов стерлингов



за свое открытие, что серые комары переносят птичью малярию...» (с. 242).

Да, в действительности Росс не умер в нищете: он получил дворянское звание, высший орден Англии, Нобелевскую премию и занял пожизненный пост директора научно-исследовательского института, носящего его имя.

Что же получил Баттиста Грасси за свои исследования малярии человека? В Италии он стал знаменитым человеком, его сделали сенатором, он получил орден. Однако всю жизнь Грасси считал себя незаслуженно обойденным, так как Нобелевскую премию получил не он, а Росс, которого Грасси вполне справедливо считал полным невеждой в энтомологии, поскольку тот не был способен даже определить видовую принадлежность «пестрого комара».

Работы Росса, Грасси и других исследователей помогли создать хорошую базу для развернутой борьбы с малярией, и многие из ее участников получили признание и награды. В качестве примера мы приведем один лишь эпизод борьбы с малярией в Средней Азии на самой заре Советской власти.

В царской России на восточных окраинах империи положение с инфекционными заболеваниями было крайне тяжелым. Малярией болело свыше 3,5 млн. человек; какой-либо систематической борьбы с ней не проводилось. После победы Октября, еще в период гражданской войны, в 1920 г. под руководством профессора Е. И. Марциновского в Москве был создан Научно-практический институт протозойных заболеваний и химиотерапии (ныне Институт малярии, медицинской паразитологии и гельминтологии им. Е. И. Марциновского). Это учреждение на первых этапах возглавило борьбу с малярией и другими протозойными заболеваниями в стране, где еще царили голод и разруха.

В Средней Азии в это время политическое положение было очень сложным, однако Советская власть постепенно укреплялась. В частности, возникла Бухарская республика, которая поддерживала с Советской Россией тесную дружескую связь. В Бухаре находилось представительство Москвы и войска, присланные туда для поддержки Советской власти в Бухарской республике. Летом 1922 г. возникла чрезвычайно сложная обстановка: вспыхнула

необычайно сильная эпидемия малярии, которая «скосила» почти всех членов правительства, большинство работников ЦК партии, руководителей хозяйственных органов и армии. Многие из присланных красноармейцев оказались в больнице. Жизнь в самой Бухаре была парализована. В Москву полетели тревожные телеграммы с просьбой прислать новых работников аппарата, новые войска. Однако помочь было очень трудно, потому что такая же обстановка сложилась во всей Средней Азии. Положение ухудшалось тем, что в стране, отрезанной от всего мира военной блокадой, практически не было хинина. Состоявшийся в 1922 г. съезд врачей Туркестанской республики принял резолюцию, в которой, в частности, указывалось: «Малярию следует признать народным бедствием такого же грозного значения и масштаба, как голод и тиф, опустошившие Россию в последние годы».

Институт Марциновского направил в наиболее опасные очаги малярии своих эмиссаров для борьбы с эпидемией. В Бухарскую республику в 1922 г. прибыл Леонид Михайлович Исаев, кстати, тоже военный медик, неоднократно награжденный еще в период службы в царской армии. Прибыв в Бухару, он прежде всего выяснил масштабы бедствия и установил, что 85—100% населения Бухарского округа заражены малярийным плазмодием; из них умирает около 20% больных, а 30—40% и после выздоровления остаются носителями инфекции. Поскольку хинин в республике отсутствовал, чтобы ликвидировать болезнь, необходимо было уничтожить ее переносчиков, т. е. комаров. Исаев с помощью нескольких добровольных помощников обследовал в округе все возможные места выплода личинок комара анофелеса. Он установил, что разрушенная в годы гражданской войны ирригационная система привела к образованию застойных вод в больших арыках, в крупных и малых прудах и озерах, в многочисленных болотцах. Мириады личинок кишели в этих местах. Исаеву удалось убедить правительство поднять на борьбу с ними население всей Бухарской республики. Были приняты ответственные решения и выделены необходимые ассигнования. Каждый житель должен был отрабатывать определенное количество часов на засыпке ненужных водоемов и болот, а также на восстановлении протоков в ирригационной системе. Сам Исаев выступал на

предприятиях и в учреждениях, писал газетные статьи, организовывал курсы по борьбе с малярией.

Всюду были вывешены плакаты, разъясняющие роль комаров в распространении инфекции и доступным языком рассказывающие о способах борьбы с личинками этих насекомых. Кроме того, Исаев разъезжал по округу, проверял и контролировал правильность проводимых мероприятий. Он, словно настоящий полководец, днем и ночью руководил борьбой с опасным врагом. Вокруг него образовался и рос активный авангард бойцов против малярийного комара.

К 1923 г. эпидемия была полностью ликвидирована. Правительство республики наградило в связи с этим Исаева бухарским орденом Красной Звезды II степени. По утвержденному Указом положению этим орденом награждаются только за героизм и боевые заслуги, проявленные в борьбе с врагами республики. Вот что было написано в постановлении правительства по поводу награждения Исаева: «Всебухарский Центральный Исполнительный Комитет съезда народных представителей в ознаменование исполнения гражданином доктором Л. М. Исаевым своего долга перед республикой (в бою против врагов), принесшим своими научными знаниями, опытом и энергией великую помощь бухарскому народу в деле сохранения народного здоровья на поприще борьбы с малярией, вручает ему орден Красной Звезды II степени — символ освобождения угнетенных народов Востока».

Когда была образована Узбекская ССР, Исаев возглавил борьбу с малярией, да и с другими паразитарными заболеваниями, по всей республике. Здесь, как и ранее, он добился быстрых и блестящих успехов по ликвидации очагов заболевания. Уже в 1927 г. за заслуги в борьбе с малярией (что было отмечено в специальном письме Наркома здравоохранения) 2-й съезд правительства Узбекистана избирает Исаева в члены ЦИК Узбекистана, иными словами, он становится членом правительства этой республики.

За пределами Узбекистана, в соседних среднеазиатских республиках, опираясь на новый государственный аппарат и энтузиазм местного населения, столь же энергично вели борьбу с малярией Н. Е. Кушев, Н. И. Латышев, Н. И. Ходукин и многие другие. Почти во всех южных

республиках страны были организованы специальные научно-исследовательские институты по изучению и борьбе с малярией и другими протозойными заболеваниями: в Харькове, Ереване, Баку, Тбилиси, Сухуми, Махачкале, Бухаре и Душанбе. Там же возникла густая сеть противомаларийных станций. При Зоологическом институте АН СССР (в Ленинграде) под руководством академика Е. Н. Павловского была создана комиссия по изучению малярийных комаров, которая позднее выросла в большой отдел паразитологии. Полностью спланированные и скоординированные на государственной основе наступления на малярию привели к окончательной ликвидации ее в СССР. Этому безусловно способствовало и то, что к 50-м гг. в большом количестве стали производиться синтезированные фармакологами, весьма эффективные антималярийные препараты, такие как акрихин, бигумаль, плазмид, которые в совокупности убивают основные стадии развития малярийного плазмодия в человеческом организме. В этот же период для массового уничтожения личинок комаров стали применяться инсектициды.

В 1960 г. в Советском Союзе при помощи специальных массовых обследований с трудом было выявлено всего около 150 больных малярией. В том же году на остальной части планеты переболело малярией около 140 млн. человек, из которых умерло свыше 1 млн.

140 млн. — это очень и очень много. Правда, в начале XX в. число болевших этой болезнью, как уже говорилось, достигало гораздо более грозных цифр (нескольких сот миллионов). Достаточно внушительное снижение этой страшной по сути цифры объясняется тем, что, помимо СССР, в ряде экономически развитых стран (Италия, Франция, США и другие) благодаря применению новых синтетических антималярийных препаратов и использованию инсектицидов также удалось добиться резкого снижения или даже ликвидации малярии. Возникшая при ООН Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), в работе которой наша страна принимает самое активное участие, сконцентрировала много средств и усилия большого числа государств для борьбы с этой болезнью в развивающихся странах Азии и Африки. К 70-м гг. в основных частях земного шара удалось добиться резкого снижения заболевания людей малярией. Эти успешные

шаги многих настроили на оптимистический лад; публиковались мнения некоторых западных специалистов, что к 80-м гг., возможно, малярия будет полностью уничтожена во всех странах мира. Однако если мы полистаем периодические издания за последние 10 лет, то убедимся, что положение с этой болезнью сейчас не только не улучшилось, а весьма ухудшилось в первую очередь в Африке и Юго-Восточной Азии.

«Ленинградская правда» от 9 января 1973 г. сообщает: «Сильная эпидемия малярии вспыхнула в пяти районах Бирмы, где от этой болезни скончалось более 500 детей. В районы бедствия выехала группа эпидемиологов. Как показало предварительное обследование, 52,7% жителей этих районов больны малярией. . .»

Газета «Смена» от 13 августа 1975 г. в заметке под названием «Будет ли побеждена малярия?» пишет: «Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) признала, что ее дорогостоящая кампания по борьбе с малярией была малоуспешной. Эксперименты 145 стран-членов ВОЗ установили, что эта болезнь вновь распространяется в областях, в которых считалось, что она уничтожена. Во многих районах Азии и Африки здоровье миллионов людей оказалось в опасности в связи с появлением там малярии. Смертность от нее очень высока. В Африке, например, в районе южнее Сахары от малярии умирает около миллиона детей в возрасте от двух лет...»

В «Советской России» от 3 июля 1976 г. публикуется заметка о том, что ВОЗ начинает новую программу, рассчитанную на 10 лет, по борьбе с шестью тропическими болезнями, самой главной из которых является малярия. В этой заметке сообщается, что «малярией болеет 300 миллионов человек, ежегодно от нее погибает не менее миллиона детей в Черной Африке». Только в Африке умирает от этой болезни около миллиона детей! А всего за год на Земле от малярии гибнет несколько миллионов человек.

В разделе «Новости отовсюду» в журнале «Химия и жизнь» (№ 1, 1980) опубликовано сообщение под симптоматическим заголовком «Малярия возвращается». В ней говорится, что из 107 стран мира, где существует опасность малярии, в 62 обнаружены виды комара анофелеса, устойчивые к различным инсектицидам; число их увеличивается. В результате этого в некоторых странах заболе-

ваемость малярией за последние 10 лет снова выросла в 30—40 раз.

Считается, что в связи с научно-технической революцией, приведшей к увеличению стрессовых нагрузок на человека, а также в результате сильного загрязнения окружающей среды химическими веществами самыми распространенными заболеваниями стали рак и сердечно-сосудистые заболевания. Однако сейчас, как и 100 лет назад, на первое место в этом отношении вновь начинает выходить малярия, вызываемая кровяным простейшим — малярийным плазмодием. И если рак и сердечно-сосудистые заболевания (что хорошо известно) более характерны для людей среднего и пожилого возраста, то малярия оказалась наиболее губительной для детей.

Благодаря бурному развитию экономических связей Европы со странами Африки и Азии число контактов европейцев с жителями этих континентов ежегодно увеличивается, поэтому и для тех государств, где малярия была ликвидирована, возникла новая опасность ее появления. В Западной Европе уже были зарегистрированы отдельные вспышки этой болезни.

Поскольку в нашей стране ликвидированы не только малярия, но и другие так называемые тропические болезни, приносившие большое количество человеческих жертв, интерес к медицинской протозоологии у нас резко снизился. В медицинских вузах по этой проблеме перестали читать специальный курс, существовавший в прежние годы. На Втором всесоюзном съезде протозоологов, который проходил в 1976 г. в Киеве, президент Всесоюзного общества протозоологов (ВОПР) чл.-кор. АН СССР Ю. И. Полянский в одном из своих выступлений сообщил, что опрос, проведенный в медицинских институтах некоторыми членами ВОПР, показал, что студенты-медики буквально невежественны в отношении знания болезнетворных простейших. Так, на вопрос о том, кто является возбудителем малярии, большинство ответили, что это какая-то бактерия.

Конечно, замечательно, что малярия и другие тропические протозойные заболевания ликвидированы в нашей стране. Однако природные очаги многих болезнетворных простейших сохраняются. Кроме того, источники их существуют в целом ряде стран, в том числе и соседних с нами (Турция, Иран, Афганистан и Китай). Поэтому

нельзя быть беспечными. Тропические болезни могут очень быстро возродиться. Они не смогут возродиться лишь в том случае, если наготове у нас будет стоять вооруженная самыми современными средствами борьбы с ними армия ученых и медиков.

Мы рассказали о малярии значительно подробнее, чем это будет сделано в отношении других протозойных заболеваний, хотя при этом совершенно не касались многих биологических и медицинских аспектов как возбудителя, так и процесса самой болезни. Это позволило нам показать некоторые важные стороны становления медицинской протозоологии, а также некоторые ее проблемы, успехи и поражения.

Из других тропических болезней человека упомянем следующие. В Африке довольно широко распространена «сонная болезнь», вызываемая жгутиконосцем трипаносомой (*Trypanosoma gambiense*). Сначала она протекает в виде лихорадки; постепенно, по мере истощения организма у человека появляется все более возрастающая сонливость. Хорошим лечебным средством является германин (Бауер 205). При отсутствии лечения наступает смерть. За первые три десятилетия нашего века от «сонной болезни» погибло свыше миллиона человек.

Внутриклеточные паразиты, родственные трипаносомам, — мелкие жгутиконосцы рода лейшмания (*Leishmania*) — вызывают несколько заболеваний. *L. donovani* является возбудителем «черной болезни» (кала-азар). У больного человека резко увеличиваются в размерах печень и селезенка, нарушается обмен веществ; в конце концов наступает истощение организма и смерть. Переносчиком паразита являются москиты. Другая лейшмания — *L. tropica* — вызывает на коже больных людей большие болезненные язвы, поэтому заболевание названо «восточной язвой» (или «пендинкой»). Переносчики — москиты. Эта болезнь некогда была весьма распространена у нас в Средней Азии и в Закавказье; она до сих пор часто встречается в Южной Азии и Северной Африке.

Обе последние болезни полностью ликвидированы у нас в стране после установления Советской власти. Ученые довольно быстро выяснили, что естественным, природным резервуаром возбудителей «восточной язвы» являются грызуны. Н. И. Латышев, руководивший борьбой с этой болезнью в Туркменистане, организовал полное уничто-

жение (затравливание нор) грызунов вблизи человеческих поселений и благодаря этому добился ликвидации заболевания. За эту работу он был награжден орденом «Знак Почета», удостоен премии им. И. И. Мечникова и избран членом-корреспондентом АМН СССР. (Примеры Исаева, Латышева и целого ряда менее известных исследователей показывают, как много может сделать для своей страны, для людей вообще, ученый, хорошо знающий свои биологические объекты и преданный науке).

К довольно опасным заболеваниям человека относится амёбная дизентерия, возбудителем которой являются патогенные штаммы *Entamoeba histolytica*. Однако в настоящее время найдены довольно эффективные лекарственные препараты, которые позволяют достаточно быстро вылечить больного, если только болезнь не была запущена.

Неприятное заболевание вызывает у людей жгутиконосец *Trichomonas vaginalis*, паразитирующий в мочеполовой системе. Обследования показали, что носителями этого паразита являются 20—40% всех женщин и 15% мужчин. У женщин жгутиконосец иногда приводит к тяжелым вагинитам. Мужчины — носители паразита — обычно не болевают, хотя в редких случаях может возникнуть острый или хронический трихомонадозный уретрит.

Другой жгутиконосец — лямблия — встречается часто, причем у совершенно здоровых людей. Так, 32% детей, посещающие детские сады, — носители этих простейших. Однако в ряде случаев по неизвестным причинам лямблии индуцируют кишечное заболевание (лямблиоз), которое протекает вяло, с не очень четкими симптомами, проявляясь в нерегулярных кишечных расстройствах и в легкой утомляемости организма. Лямблиоз может тянуться годами и действовать на организм изнуряюще. Специфических средств лечения не найдено. Помогает диетическое питание и антибиотик нистатин.

В человеке может паразитировать инфузория балантидий (*Balantidium coli*), приводящая к серьезным кишечным расстройствам. Заражение происходит при контакте со свиньями, у которых простейшее живет в кишечнике как эндокомменсал,<sup>1</sup> не принося никакого вреда.

---

<sup>1</sup> Эндокомменсал (эндобийонт) — организм, обитающий в другом организме (хозяине) иного вида. Если эндобийонт полезен организму-хозяину, то его называют симбиотом, если вреден — паразитом, если безразличен — эндокомменсалом.



Есть сведения, что неприятное для человека заболевание, известное как «рассеянный склероз», вызывается мельчайшими микроспоридиями (*Nosema caniculi*), паразитирующими в головном мозге. Если это верно, то есть надежда, что в ближайшее время будут найдены лекарственные препараты, излечивающие болезнь. Впрочем, вопрос о природе «рассеянного склероза» еще до конца не решен и дискутируется среди специалистов.

В последние годы стало совершенно очевидным, что скрытые и хронические протозойные инфекции, на которые еще недавно не обращали особого внимания, могут наносить весьма ощутимый вред организму человека и животных. Это происходит при некоторых условиях, приводящих к снижению устойчивости паразитоносителя; болезнь принимает серьезный характер и может привести к тяжелым и даже летальным последствиям. Одним из таких заболеваний является токсоплазмоз, вызываемый споровиком *Toxoplasma gondi*, который может паразитировать внутриклеточно практически во всех тканях человека и млекопитающих. Размножение паразита в клетке ведет к ее гибели.

Сейчас выяснено, что существуют две формы токсоплазмоза — врожденная и приобретенная. Врожденный токсоплазмоз человека возникает еще во время внутриутробного развития ребенка. У женщин — носителей токсоплазмоза нередко наблюдаются самопроизвольные аборт или мертворождение детей. Родившиеся больные дети (а их сейчас встречается 5—7 на 1000 младенцев) обычно умственно недоразвиты; у них часто наблюдается водянка мозга и поражение сетчатки глаз, приводящее к слепоте. Приобретенный токсоплазмоз возникает в результате заражения ооцистами, которые выделяются вместе с калом больными кошками, собаками и другими животными, и при употреблении в пищу плохо проваренного или сырого мяса. Приобретенный токсоплазмоз, как показали исследования, встречается у 30—40% людей, протекая бессимптомно в большинстве случаев. Однако совсем неожиданно он может перейти в острую форму в виде энцефалита или тифоподобного заболевания.

Токсоплазмоз является болезнью, общей для человека и животных. Известно уже около 200 видов млекопитающих (сюда входят все домашние и сельскохозяйственные животные, а также и дикие животные — зайцы, гры-

зуны и другие) и ряд птиц (домашних и диких), которые легко заражаются *T. gondi*. Зараженность крупного рогатого скота в 1972 г., например, в разных районах СССР колебалась от 4 до 52%, овец — от 7 до 27, свиней — от 4.5 до 39%. Зараженность собак в Москве достигала 29%. Описаны эпизоотии<sup>2</sup> среди диких животных. Они нередки и среди домашних птиц и скота. Во время таких эпизоотий наблюдается падеж животных, достигающий 20% и более.

Вообще, следует подчеркнуть, что разные протозойные заболевания до сих пор приносят существенный ущерб животноводству, звероводству, рыбоводству и другим отраслям хозяйства во всем мире. Весьма патогенными для животных являются кокцидии. При сильном заражении ими у организма-хозяина возникают кровавые поносы; животные худеют, слабеют и нередко погибают. Известно, например, что в результате кокцидиозов телят Канада теряет ежегодно сотни миллионов долларов. Если на кроличьих и птицеводческих фермах не проводятся соответствующие профилактические мероприятия, животные легко заражаются кокцидиями, возникает массовое заболевание, приводящее к гибели кроликов или птиц. Особенно быстро умирают молодые особи.

Опасным паразитом птиц, в том числе и домашних, является споровик, паразитирующий в крови и относящийся к роду *Leucocytozoan*, который передается с помощью мошки. Это простейшее поражает лейкоциты и эритроциты организма-хозяина, индуцируя у него лейкоцитоз и анемию. Болезнь протекает очень быстро, смерть зараженной птицы наступает в течение суток после появления первых симптомов. Нередок массовый падеж животных.

Споровики, относящиеся к группе пироплазмид, тоже кровепаразиты. Они вызывают болезни, которые принято называть по родовым названиям этих простейших: babesиозы (*Babesia*), нуталлиозы (*Nuttalia*) и тейлериозы (*Teileria*); наносят существенный ущерб животноводству в теплых районах нашей страны. Экономический вред от этих заболеваний определяется не только

---

<sup>2</sup> Эпизоотия — массовое заболевание животных (встречается как среди домашних, так и диких животных).

гибелью скота, но и резким снижением продуктивности животных даже в период их выздоровления.

Микроспоридии — паразиты «широкого профиля», их можно найти у представителей любой группы животных начиная от простейших и червей и кончая членистоногими и позвоночными. Особо большое практическое значение среди них имеют возбудители заболеваний шелкопрядов и пчел.

Во второй половине прошлого века во всех шелководческих хозяйствах Франции вспыхнула эпизоотия шелковичных червей. Гусеницы шелкопряда, заболев, становились вялыми, как правило, теряли способность плести кокон и в конце концов погибали. Бедствие достигло таких размеров, что речь шла о полном крахе шелководства во Франции. Отчаявшиеся шелководы обратились к великому Пастеру за помощью. Взявшись за дело, он установил, что гусеницы заражены простейшим (микроспоридией), которое было названо ноземой (*Nosema apis*). Расшифровав жизненный цикл этого паразита, Пастер предложил очень простой, но чрезвычайно эффективный способ борьбы с распространением эпизоотии, к тому же приводящий к ликвидации и самих паразитов. Он посоветовал отбирать и уничтожать все пораженные спорами ноземы грены шелкопрядов. Этот способ был применен на практике, и в результате шелководство Франции (да и не только этой страны) было спасено и навсегда избавлено от подобного рода эпизоотий.

Другой вид ноземы — *Nosema bombycis* — паразитирует в клетках кишечника домашней пчелы, вызывая у нее атрофию железы, выделяющей маточное молочко, так что расплод не получает нужного питания и погибает. Может произойти вымирание всей пчелиной семьи. Распространение инфекции осуществляется с помощью цист паразита, находящихся в фекалиях этих насекомых. При правильном, грамотном уходе за пчелами болезнь редко приносит значительный ущерб пчелиным хозяйствам.

Имеется много протозойных паразитов рыб, среди них — почти 800 видов микоспоридий. Они могут поражать мышцы, печень, почки, соединительную ткань и другие части организма этих животных. Микоспоридии разрушают клетки и ткани, а кроме того, вызывают общую интоксикацию рыбы. В тяжелых случаях наступает гибель

организма-хозяина. Патогенное значение этих простейших особенно сильно проявляется в водоемах рыбных хозяйств, где из-за высокой плотности животных возможность заражения значительно возрастает. Известны случаи массовой гибели некоторых рыб в реках и озерах.

Особенно существенный экономический вред наносят некоторые микоспоридии морским промысловым рыбам, например представители рода *Kudoua*, открытые и изученные сотрудниками Зоологического института АН СССР С. С. Шульманом и его учениками (Ковалева, Шульман, 1978). Эти простейшие паразитируют в мышечной ткани рыб, приводя к ее разрушению. Длительное хранение выловленных рыб не снижает ферментативную деятельность паразитов, лизирующих мышцы. После размораживания активность этих ферментов резко возрастает, возникает очень быстрое растворение тканей и рыба становится несъедобной; весь улов приходится выбрасывать за борт. В некоторых участках морских акваторий с определенным гидрологическим режимом зараженность рыб приближается к 100%. Промысловый лов их в этих районах, как установил С. С. Шульман, вести бесполезно, так как выловленная рыба в процессе доставки в порт становится непригодной для еды. Поэтому в новых местах предполагаемого морского лова рыбы нужно предварительно проводить тщательные протозоолого-паразитологические исследования, благодаря которым можно определить, заражены ли рыбы микоспоридиями, и подтвердить возможность использования этих животных для промысла.

Инфузории вызывают у рыб (особенно карпов, лещей, форелей и т. п.) три очень серьезных заболевания: холониаз, ихтиофтириазис и триходаниазиас, особенно опасные в рыбных хозяйствах. Так, гибель личинок карпа в выростных прудах при ихтиофтириазисе иногда достигает 90—100%. Для лечения всех трех болезней имеются определенные химиотерапевтические препараты. Однако наиболее важны профилактические мероприятия, иными словами — культурное ведение хозяйства (своевременное удаление из водоемов рыб-производителей, предотвращение их контактов с дикой рыбой, обеспечение нормальной проточности водоемов и обеспечение молоди нужными кормами).

В нашей стране имеется большая сеть учебных и на-

учно-исследовательских институтов, призванных выращивать кадры, которые могут и умеют вести правильную борьбу с паразитарными заболеваниями, вызываемыми простейшими, а также разрабатывать новые, все более эффективные средства борьбы с протозойными болезнями и их возбудителями. Однако можно и нужно сделать еще многое из того, что позволит нам приблизить время, когда подобного рода заболевания окончательно исчезнут с лица Земли, оставив о себе воспоминания лишь в трудах по истории протозоологии и медицины.

## Глава 4

### НЕМНОГО ОБ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТЕЙШИХ

О существовании живых организмов, невидимых простым глазом, люди догадывались уже очень давно. Так, величайший мыслитель древности греческий философ Демокрит (ок. 460—377 гг. до н. э.) приписывал таким мельчайшим существам способность проникать внутрь тела человека и вызывать различные болезни. Сохранился такой фрагмент из его работ: «...некие мелкие животные, которые не воспринимаются (нашим) зрением и которые через посредство (воздуха) могут входить внутрь в (наше) тело через рот и нос, производя тяжелые болезни» (Материалисты Древней Греции, 1955, с. 178).

Римлянин Марк Теренций Варрон (116—26 гг. до н. э.), которого соотечественники за исключительную эрудицию называли «отцом римской учености», в одном из своих многочисленных сочинений интуитивно предполагал, что в сыром воздухе болотистых местностей носятся мириады невидимых мельчайших животных, которые служат причиной болезней, характерных для таких мест. Подобного же взгляда придерживался позднее Колумелла (I в. до н. э.), очень образованный римлянин; историки науки считают его произведения вершиной агрономической науки в античном мире (цит. по: Лункевич, 1936).

Значительно позднее, но все же за 150 лет до открытия Левенгуком простейших, веронский врач Джироламо Фракастеро (итальянский ученый-энциклопедист, занимавшийся геологией, астрономией и физикой) в своем некогда знаменитом медицинском трактате «О контагии, контагиозных болезнях и лечении» тоже высказал мысль о важной роли невидимых животных в возникновении болезней у человека (цит. по: Лункевич, 1940). Однако только исследования Антона ван Левенгука (Leeuwenhoek, 1632—1723) создали настоящую основу для научного исследования невидимых простым глазом организмов, в том числе и простейших.

Родился Левенгук в голландском городе Дельфте в бюргерской семье. После смерти отца он учился в школе, поскольку его мать мечтала о чиновничьей карьере для сына. Однако когда Левенгуку исполнилось 16 лет, он уехал в Амстердам, где поступил в мануфактурную лавку. Позднее вернулся в родной город; здесь он устроился работать в качестве привратника и хранителя судебной палаты, при городской ратуше: открывал палату по утрам, закрывал по окончании рабочего дня, а также топил и чистил помещение, когда в этом была необходимость. Должность эту он занимал вплоть до пенсии, т. е. в течение 39 лет (1660—1699 гг.). Имея довольно много свободного времени, Левенгук пристрастился шлифовать оптические стекла и достиг в этом деле небывалого по тем временам совершенства. Это позволило ему создать микроскопы<sup>1</sup> своей оригинальной конструкции, дававшие увеличение до 280 раз.

Естественно, что когда человек имеет микроскоп, он начинает им пользоваться. Левенгук стал рассматривать с помощью своих оптических приборов все мелкие объекты, живые и неживые, которые попадались ему под руку. Но так продолжалось только сначала, пока он не сделал открытие, сущность которого понял с самого начала и поэтому перешел к систематическим целеустремленным

---

<sup>1</sup> По современным физическим представлениям, Левенгук делал так называемые простые микроскопы, всего лишь с одной линзой (т. е. фактически лупы). Сложный микроскоп имеет две оптические системы: окуляр и объектив. Однако левенгуковские «лупы» по своим возможностям (разрешающая способность и увеличение) значительно превосходили самые лучшие сложные микроскопы его времени.

микроскопическим исследованиям. Дело в том, что однажды Левенгук поместил под микроскоп каплю воды, взятую из бочки с застоявшейся водой, и обнаружил совершенно новый, ранее неведомый мир живых существ — простейших. Мириады микроскопических, невидимых простым глазом животных бегали, плавали, копошились в капле. Они были такие живые... и такие маленькие! Это случилось в 1675 г. Левенгук назвал открытых им микроскопических животных анималькула; *animalculum* по латыни означает «зверушка», «зверек» или «маленькое животное». В одной из своих первых работ он писал так: «Эти маленькие животные — самые несчастные существа, которых я когда-либо видел».

Нужно сказать, что Левенгук имел природный дар исследователя высокого ранга. Он обладал необыкновенным трудолюбием, предельной тщательностью и неподкупной добросовестностью в своих наблюдениях. Обнаружив ранее никому не известных животных, поразительный мир невидимых глазом существ, он не сразу сообщил об этом научной общественности. Более года Левенгук изучал капельки воды из разных водоемов, научился получать культуры простейших на настоях трав, листьев, корицы и перца. Только после этого, в 1676 г., он послал сообщение о своих микроскопических работах в Лондонское королевское общество. В этом первом своем научном письме, которое было опубликовано в трудах общества лишь в 1677 г., Левенгук дал описание (пока еще без рисунка) одного из представителей инфузорий — сувойки (по современной терминологии род *Vorticella*).

И вот, начиная с 1675 г. и до конца своей жизни, т. е. в течение 48 лет (почти полвека!) великий голландский ученый неустанно изучает анималькулей. Он впервые описал стилонихию, опалину, лямблию, вольвокса и еще множество других простейших. Он открыл бактерии, впервые обнаружил сперматозоиды животных и сделал еще много других крупных открытий. Обо всем увиденном и исследованном он посылал обстоятельнейшие письма (теперь уже с детальными рисунками изученных объектов) в Лондонское королевское общество, в ученых трудах которого было опубликовано в общей сложности свыше 130 его сообщений. Последняя публикация появилась в год смерти Левенгука (1723), ему было тогда 90 лет.

Исследования Левенгука сначала вызвали недоверие членов Лондонского королевского общества. Была назначена специальная комиссия (во главе с Робертом Гуком — первооткрывателем клетки) по их проверке. Эта высокая комиссия приехала из Англии в Дельфт, но она лишь полностью подтвердила открытие великого голландца. Оно было признано, — и молва о нем прокатилась по всей просвещенной Европе.

Есть историки науки, которые считают, что Левенгук всю жизнь был не ученым, а лишь дилетантом-любителем. Они прямо говорят о его научном невежестве. Даже великодушный Поль де Крайф в своей изумительной книге «Охотники за микробами» (1957) — настоящей поэме о первооткрывателях и исследователях простейших и бактерий — в своеобразной форме присоединяется к подобной точке зрения. Он пишет: «Малоизвестно, как протекала жизнь Левенгука в возрасте от 26 до 46 лет. Он не успел многому научиться за это время и в глазах людей своего времени считался невежественным человеком». Правда, по мнению Крайфа, «его (Левенгука, — Л. С.) невежество оказалось для него очень полезным, так как, избавляя его от всякого псевдонаучного вздора того времени, заставляло верить только собственным глазам, собственным мыслям и собственным суждениям» (с. 11).

Однако все это неверно. Именно в период от 26 до 46 лет Левенгук достигает невероятного совершенства в изготовлении оптических стекол и изобретает свои микроскопы, равных которым не было тогда в Европе и которые, кстати, полностью, до последнего винтика, он делает собственными руками. Чтобы достичь всего этого, мало одного наития, недостаточно и одного природного таланта, следовало еще в совершенстве знать современную ему физику, и в первую очередь оптику и механику. Именно в этот, рассматриваемый нами период, когда Левенгуку было 43 года, он открыл простейших. Именно в этот период, когда Левенгуку исполнилось 45 лет (1677 г.), его открытие было проверено и признано Лондонским королевским обществом, в трудах которого в том же году было опубликовано первое письмо голландского исследователя. Всего лишь чуть позднее, в 1680 г., когда Левенгуку было 48 лет, его избирают действительным членом Лондонского королевского общества (т. е., по нашим понятиям, академиком). Для того чтобы



оценить этот факт, следует мысленно перенестись в рассматриваемый нами период — вторую половину XVII в.

В Лондоне, на знаменитой Пикадилли-стрит, и в наше время стоит особняк, в котором находится одна из старейших и известнейших Академий наук мира, основанная самим Ньютоном как общество естествоиспытателей; названо оно было Лондонским королевским обществом. Это название сохраняется и до сих пор. В зале заседаний у стола председателя стоит старинное кресло с надписью, которая является девизом общества: «Ничего в словах», т. е. надо верить не словам, а экспериментам и наблюдениям. Вот одна из причин, почему для проверки неожиданного (и невероятного по тем временам) открытия Левенгука была направлена в Голландию специальная комиссия. Лондонское королевское общество в то время было наивысшей научной инстанцией по естественным наукам в Европе, а следовательно, и во всем цивилизованном мире. Опубликование данных, полученных Левенгуком, в трудах этого общества, а тем более избрание членом этого общества, означало полное признание его научной компетенции в выбранной им области исследования. А Левенгук работал в области биологии, которую открыл сам; он изучал тот мир, который до него не был известен никому. Поэтому любые научные трактаты на латинском (язык науки в те времена) либо на любом другом языке ничем не могли помочь ему. Более того, с самого начала и до самой смерти в 1723 г. Левенгук оставался признанным лидером в изучении анималькулей. Крупнейшие ученые и философы обращались к нему за советами (Гук, Лейбниц и другие) или черпали необходимые знания из его работ. Можно смело утверждать, что в отношении микроскопических существ все ученые того времени были значительно «невежественнее» Левенгука и признавали это. Естественно, что в своих исследованиях великий голландец действительно вынужден был опираться практически всецело на свой ум, свою наблюдательность, свою проницательность и свое нескончаемое трудолюбие.

Нет, никак нельзя назвать Левенгука невежественным человеком (и никому из его современников в голову не приходило называть его так). Он четко и ясно сознавал значение своего открытия и конечную его цель. «Я стараюсь вырвать мир из власти суеверий и

направить его на путь знания и истины» — писал он в своем монографическом труде «Тайны природы, открытые при помощи микроскопа» (Leeuwenhoek, 1696, с. 194).

Посетить дом Левенгука и посмотреть в его микроскопы поразительных анималькула почитали за честь самые высокопоставленные особы, в том числе короли и императоры. Как известно, в 1697 г. Петр I отправил в Западную Европу Великое посольство. Он сам вошел в его состав, правда, инкогнито, под именем Петра Михайлова. Будучи в Голландии, Петр I в 1698 г. специально съездил в Дельфт, чтобы побывать у Левенгука, о работах которого он знал и которым искренне восхищался. Есть сведения, что после встречи с великим ученым царь закупил у него несколько микроскопов. Производство этих оптических приборов было, по распоряжению Петра I, налажено в России (в Москве) несколько позднее, в 1719 г. Все это еще раз показывает, что рассказы о современниках, считавших Левенгука невежественным самоучкой, — неумная и ни на чем не основанная легенда.

Существует и другая, столь же неверная легенда, будто открытие Левенгука вскоре после его смерти было забыто и до 70-х гг. XVIII в., когда появились работы Отто Мюллера, о простейших никто из микроскопистов не вспоминал (см.: Соболев, 1949). На самом же деле, как при жизни Левенгука, так и после его смерти продолжается непрерывное исследование анималькула. В 1703 г. анонимный автор, личность которого так и не смогли установить историки науки, опубликовал в трудах Лондонского королевского общества описание инфузории туфельки (*Paramecium*), которая позднее стала излюбленным лабораторным объектом многих биологов. Затем были открыты *Colpoda*, *Euglena* и целый ряд других простейших. Выходит в свет специальная монография Жобло (Joblot, 1718), посвященная анималькула. В 1744 и 1747 гг. Трамбле публикует свои исследования по сувойкам. Жобло в 1754 г. описывает солнечника (*Actinophrys*), Рёзель — амебу (*Amoeba proteus*) (цит. по: Лункевич, 1940).

Мы можем сослаться на авторитетное мнение крупного специалиста по истории изучения клетки Е. М. Вермеля (1970), который вполне обоснованно утверждает, что

открытия Левенгука обратили на себя внимание не только ученых, но и всего образованного общества того времени. Новые достижения микроскопистов обсуждались в светском обществе, где простейших иногда демонстрировали под микроскопом. Любительское исследование анималькула уже тогда получило столь широкий размах, что среди микроскопистов-дилетантов выдвинулось несколько человек, вошедших в историю биологии как выдающиеся протозоологи. Один из них — Ледермюллер (Ledermüller, 1719—1769) — скромный нотариус, безмерно любящий науку. Приобретя микроскоп, он усердно исследует с его помощью различные объекты, особенно простейших. Своей любовью к мельчайшим существам он заражает всех окружающих. В течение 1762—1773 гг. Ледермюллер издает двухтомный труд «Микроскопические развлеченья для души и глаз», где описывает и многих простейших, причем некоторых впервые для науки (цит. по: Лункевич, 1940).

Отто Мюллер (Müller, 1730—1774) начинал свой путь в биологии тоже как дилетант-любитель. Будучи сначала юристом, геологом, а потом учителем, он одновременно «баловался» микроскопом и в конце концов настолько увлекся изучением анималькула, что стал крупнейшим ученым своего времени в этой области. Соотечественники называли его «датским князем микроскопических исследований». Особенно прославилось его имя после выхода объемистого труда «Наливочные животные», над которым он работал длительное время; к сожалению, этот труд увидел свет только через 12 лет после смерти автора. В этой книге Мюллер описывает под именем инфузорий более 150 видов микроскопических (или очень мелких) водных животных. По тем временам, естественно, это были не только инфузории в нашем современном понимании, но и различные другие микроскопические существа, живущие в воде: амёбы, жгутиконосцы, коловратки, круглые черви (угрицы), диатомовые, зеленые водоросли и некоторые бактерии. Так, к роду *Vibrio* Мюллер относит спирилл, спирохет, большинство инфузорий, часть зеленых водорослей и угриц.

Естественно, мы привели здесь лишь малую толику протистологических исследований, которые тем не менее показывают, что Левенгук дал толчок к изучению простейших и, начиная с его работ, изучение этих организ-

мов протекало непрерывно и со все нарастающей интенсивностью. Более того, уже в 10-м издании «Системы природы» (1757—1760,— цит. по: Лункевич, 1940), до выхода книги Мюллера, т. е. в 60-е гг., Карл Линней признал анималькула и отнес их к самому низшему подразделению своей системы животного царства, а именно к «животно-растениям» (Zoophyta). Там они были включены в группу червей, в род *Volvox*, который состоял из двух видов, один из которых получил видовое название *chaos*. Этим названием великий натуралист хотел подчеркнуть, что микроскопический мир еще слишком мало изучен, чтобы его классифицировать. Более подробно Линней расшифровал свое отношение к простейшим в 12-м (последнем прижизненном) издании своей знаменитой книги (1767), выделив *Chaos* в специальный род, куда он отнес не только микроскопических животных, но и спермии многоклеточных организмов. Анималькула он свел в единый вид *Chaos infusorium* — инфузорный хаос, который он определил как «таинственные живые молекулы... разобраться в которых надлежит потомкам» (цит. по: Соболев, 1949, с. 468—469). И именно книга Мюллера является первой попыткой разобраться в «инфузорном хаосе», опираясь на работы своих предшественников и свои собственные исследования.

Считается (см.: Бродский, 1937), что термин «инфузории» впервые ввел в научный обиход Ледермюллер в 1763 г., однако в форме выражения *animalcula infusoria* — наливочные зверюшки. На латинском языке *infusium* означает «настой», «наливка». Дело в том, что все микроскописты вслед за Левенгуком, как известно, стали разводить культуры простейших, используя водные настои трав, листьев, почвы и т. п., отсюда и возникло слово инфузория. Полагают, что окончательно этот термин утвердил в науке Врисберг (Wriesberg, 1765), который начал использовать его, отбросив слово *animalcula*.

Чтобы узнать, как готовились такого рода настои в XVIII в., познакомимся с отрывком из первой русской протистологической работы, выполненной в 1775 г. в Страсбурге (Германия) в качестве диссертации,— «*De Chaos infusorio Linnaei*» («О наливочном хаосе Линнея») М. М. Тереховским (1707—1788) (цит. по: Соболев, 1949). Отрывок, помимо того, позволит воссоздать тот

стиль научных сочинений, который господствовал в XVIII в.

«В июне месяце я кладу венок из цветов садовой гвоздики (*Dianthus caryophyllus*), очистив его от пыли, в чистый стеклянный сосуд и наливаю чистую свежую воду, зачерпнутую металлическим сосудом из колодца, обнесенного каменной оградой. Я ставлю этот стеклянный сосуд в комнате у окна. Проходят дни, и вянут цветы, пока время неслышно уходит. Прозрачная и лишенная запаха жидкость по прошествии семи дней становится мутной и зловонной. Я набираю волосной стеклянной трубочкой одну-две капли этого настоя; набрав, помещаю их на стеклянную пластинку и устанавливаю в фокусе сложного микроскопа; установив, рассматриваю. И вот, изумленный, я вижу мириады телец, не знаю — каких, различных по внешнему виду и величине, плавающих взад и вперед наподобие маленьких водяных животных. Вижу и едва верю своим глазам... Я сам сказал бы, что этого не может быть, если бы этого нельзя было видеть своими глазами и ощупывать руками».

Это восхищение микроскопическими животными сохранялось у исследователей длительное время. Даже в сугубо научных трудах, посвященных простейшим, можно найти весьма эмоциональные лирические высказывания. Так, в 1866 г. Густав Егер пишет в своей книге «Микроскопический мир»: «Я прошу тебя, любезный читатель, если ты только можешь достать микроскоп, полюбуйся сам. Право стоит хоть раз взглянуть на этот удивительный мир, не ради удовольствия, которое ты будешь испытывать в продолжение двух минут, пока глаз твой не будет в состоянии оторваться от микроскопа, а ради того, что если какое-нибудь представление природы и в состоянии разбудить твои мысли и задать тебе вопросы о причинах бытия, то это именно мир инфузорий под микроскопом. Нужно самому его видеть: всякое описание будет безветно в сравнении с впечатлением, производимым этим миром на наблюдателя» (с. 43).

Высказывание Егера о том, что простейшие могут заставить задуматься о причинах бытия, совсем не случайно. Ныне известно (и об этом сообщается в нашей «Философской энциклопедии»), что Лейбниц, лично знакомый с Левенгуком, создал новое философское (идеа-

листическое) учение — «монадологию» — под влиянием открытия микроскопических организмов.

Готфрид Вильгельм Лейбниц (1649—1716) — выдающийся математик, физик и философ — считал, что все вещи обладают внутренней способностью к непрерывной деятельности (говоря современным языком, они способны к самодвижению). Именно внутренние силы являются истинной субстанцией вещей. Все они — первоэлементы или предельные единицы бытия — монады. *Monas* по-гречески означает «единство» или «то, что есть одно». В знаменитой работе «Монадология» (1717) он изложил свои взгляды. По Лейбницу, монада — это духовная единица бытия, представляющая собой сущность, принцип, деятельность всех вещей. Иными словами, монады — маленькие, идеализированные анималькула.

В свое время учение Лейбница оказало огромное влияние на просвещенные умы Европы и сыграло существенную роль в становлении диалектического метода, который нашел в идеалистической философии завершение в работах Гегеля. Что касается собственно биологии, то монадология практически никак не повлияла на ее развитие. Единственный след, который монадология оставила в науке о простейших — это слово «монас» (т. е. «монада»). Среди микроскопических существ уже в XVIII в. был выделен специальный род жгутиконосцев *Monas*. Родовые названия ряда современных флагеллат также содержат этот корень: *Chlamidomonas*, *Trachelomonas*, *Chilomonas* и др. В ранней протозоологической литературе весьма часто, а в современной совсем редко мелких простейших называют монадами.

Принято считать, что теория «живых органических молекул», объясняющая, в частности, происхождение и природу микроскопических существ, которую предложил выдающийся французский ученый Бюффон, является прямой реакцией на монадологию Лейбница.

Жорж Луи Леклер де Бюффон (1707—1788), начавший свой путь ученого как математик, физик и химик, прославился в особенности как биолог и автор много томного издания «Естественная история», где он не только изложил свое учение о происхождении и строении Земли, но и описал почти все известные в его время живые организмы. При жизни этого замечательного исследователя вышло 36 томов его трудов. Бюффон, бесспорно, обла-

дал блестящими литературными данными и все, что вышло из-под его пера, читается легко и с удовольствием. Он считал, и не без основания, что правильно может мыслить только тот человек, который умеет писать, т. е. владеет настоящим литературным стилем. Его афоризм: «Стиль — это человек» жив до сих пор.

Будучи материалистом, Бюффон не мог признать то положение, что духовное есть первооснова всего, поэтому он отвергал и монадологию Лейбница. Бюффон считал, что «живое и одушевленное, вместо того, чтобы быть метафизической степенью существ, есть физическое свойство материи» (цит. по: Канаев, 1960, с. 92). На основании этого он и пришел к своему учению о живых органических молекулах, которые имеются везде. Собираясь вместе, эти молекулы, по его мнению, складываются в комплексы. Таким комплексом являются и анималькула. Из анималькула или из живых молекул непосредственно могут образовываться организмы любой сложности, которые после смерти, при гниении, вновь распадаются на живые органические молекулы, способные потом вновь давать начало новым организмам. Поэтому для Бюффона вопрос о самозарождении животных и растений был простым и очевидным; он был крайним и энергичным сторонником самозарождения живых существ. Идеи Бюффона хорошо были известны его современникам и некоторыми из них полностью поддерживались. Более того, эти идеи в той или иной форме возрождались и позднее, почти вплоть до наших дней.

В работах некоторых историков биологии можно найти утверждение, что Бюффона при жизни считали несерьезным ученым, писавшим много, красиво, но поверхностно. Это совершенно неверно. Такая точка зрения возникла относительно недавно, когда ошибки и огрехи в работах Бюффона стали видны и понятны благодаря развитию биологии. На самом же деле при жизни этот ученый нашел полное и справедливое признание у своих современников. Когда Бюффону было менее 30 лет, он был избран во Французскую академию (стал академиком); в 32 года ему поручили высокий пост директора Ботанического сада в Париже. Его труды переводились (как при жизни, так и после смерти) на все основные европейские языки. Бюффона высоко ценили и чтители еще в XIX в. Так, Томас Гексли, друг Чарльза Дарвина

и ярый защитник его учения, писал в 1882 г. в письме Роменсу: «Едва ли можно подумать, что я могу низко оценивать роль Дарвина в истории науки, но, однако, я склонен считать, что Бюффон и Ламарк не отстают от него ни по гениальности, ни по плодовитости. По широте кругозора и по объему знаний эти два человека — гиганты, хотя мы и склонны забывать их заслуги» (цит. по: Канаев, 1960, с. 5).

Как мы все же бываем подчас несправедливы в своих суждениях о тех наших предшественниках в науке, на чьих «плечах» мы красуемся сегодня!

Очень близких к Бюффону взглядов придерживался Карл Линней, который, как уже было отмечено, в 12-м издании «Системы природы», выделив простейших в род *Chaos*, определил их как живые органические молекулы. Первый русский протозоолог М. М. Тереховский в своей работе (1775), о которой мы уже упоминали, горячо возражал против такого отождествления анималькула с молекулами и стремился доказать, что они являются настоящими, полноценными животными, которые имеют те же органы, что и крупные, видимые глазом существа. Следует подчеркнуть, что весь XVIII в. и по крайней мере первую половину XIX в. среди микроскопистов господствовал взгляд, что инфузории (в старом понимании этого слова) являются именно такого рода животными. Поэтому некоторые исследователи называли их уменьшительно «мушками» или «рыбками» (из-за миниатюрных размеров).

В ранний период (начало XVIII в.), еще при жизни Левенгука, такую точку зрения развивал Жобло (Joblot, 1645—1723), профессор математики в Сорбонне. В своем труде, посвященном анималькула (Joblot, 1718, — цит. по: Соболев, 1949), он привел рисунки, на которых инфузории изображались нередко с настоящими (почти человеческими) носами, глазами и зубастыми ртами. Некоторые исследователи полагали, что простейшие являются микроскопическими личинками, зародышами или яйцами сложных, хорошо видимых животных (например, насекомых или рыб).

Идея о том, что простейшие по своему строению и функциям подобны сложно устроенным животным, нашла наибольшее развитие в книге немецкого ученого Христиана Готфрида Эренберга (1795—1876) «Инфузории



как совершенные организмы», которую он опубликовал в 1838 г. Это был выдающийся исследователь (натуралист и экспериментатор). Эренберг объездил полмира и всюду брал многочисленные пробы воды и почвы, разыскивая микроскопические существа. Поэтому он описал множество новых видов инфузорий (все еще в старом смысле этого слова). В промежутках между путешествиями ставил эксперименты, изучая биологию простейших (образ жизни, питание, размножение и т. п.). Благодаря своим конкретным исследованиям этот ученый оказал существенное влияние на формирование и развитие протозоологии. Однако по своей научной идеологии Эренберг был и оставался традиционалистом. Он придерживался той точки зрения на природу простейших, которая шла от Жобло. Правда, он не видел и не описывал у этих животных носы, уши, зубы и т. п., однако находил у них мышцы, нервы, яичники (ядра), семенники (сократительные вакуоли), желудки (пищеварительные вакуоли) и т. д., которые он легко идентифицировал с соответствующими органами высокоорганизованных животных.

В книге Эренберга рядом с инфузориями соседствовали коловратки и некоторые другие мелкие многоклеточные организмы, которые ныне исключены из простейших. В. В. Лункевич (1940) полагает, что ошибочное мнение Эренберга о сходстве инфузорий с некоторыми многоклеточными животными связано с тем, что этот исследователь много изучал коловраток, а затем перенес их особенности строения на простейших. Однако это не так. Во-первых, основная идея, которой придерживался ученый, возникла еще в начале XVIII в. и непрерывно существовала и господствовала вплоть до выхода книги Эренберга. Во-вторых, уже в 1812 г. Кювье выделил коловраток из инфузорий в особую, независимую группу животных, а к началу 30-х гг. прошлого века их сблизил с червями. Эренберг был очень образованным зоологом и не мог не знать этого (тем более работ Кювье — признанного лидера в биологии того времени). По-видимому, коловратки тут ни при чем. Эренберг просто сознательно отстаивал и развивал традиционную, уже устоявшуюся среди микроскопистов идею, идущую от Жобло. Недостатки микроскопической техники того времени позволяли ему оставаться на такой позиции.

По иронии судьбы, монография Эренберга вышла в том самом 1838 г., с которого началось триумфальное шествие клеточной теории. Авторами этой теории считаются Шлейден и Шванн. Она очень быстро была применена к простейшим. Уже в 1841 г. вышло общее руководство Дюжардена (Dujardin) по инфузориям, где был сделан решительный шаг на пути доказательства их одноклеточности. Бэри (Bary, 1843) прямо применил клеточную теорию к простейшим. В его монографии имеется специальная глава «Сравнение инфузорий с клеткой». Обобщил подобного рода работы Зибольд (Siebold, 1845), который окончательно доказал одноклеточную природу всех простейших. Именно он выделил их в особую группу, исключив из нее все многоклеточные организмы, и дал этой группе название Protozoa. Зибольд воспользовался уже готовым термином, который еще в 1817 г. был создан для других целей Гольдфусом (Goldfus).

Идея, что все Protozoa имеют одинаковый план строения, общий с планом строения клетки Metazoa, иными словами, что они являются одноклеточными животными, имела прогрессивное значение и послужила фундаментом для создания научной протозоологии. Вскоре Перти (Perty, 1852) в пределах простейших выделяет особый таксон Ciliata — ресничные, или собственно инфузории, в современном понимании этого слова, а Кон (Kohn, 1853) — жгутиконосцев (Flagellata). Геккель (Haeckel, 1866) предлагает объединить безъядерные микроскопические организмы и простейших в особое царство протистов. Он же в 1873 г. разделил всех животных на два подцарства: Protozoa и Metazoa.

Казалось бы, взгляды Эренберга были полностью и окончательно опровергнуты. Однако на самом деле оказалось, что это не так. Сторонники традиционной точки зрения продолжали придерживаться его идей, активно их защищая. В качестве примера рассмотрим один эпизод, представляющий интерес для нашей отечественной биологии, особенно для протозоологии.

Профессор и заведующий кафедрой зоологии Санкт-Петербургского университета С. С. Куторга был ярким приверженцем и последователем Эренберга. После выхода капитальной монографии по инфузориям этого немецкого исследователя Куторга уже в 1839 г. опубликовал свою книгу «Естественная история наливочных животных, со-

ставленная преимущественно из наблюдений Эренберга», которая представляет собой не только подробное и тщательное изложение взглядов немецкого ученого, но и восторженный панегирик в его адрес. В ней Куторга настойчиво проводит мысль, что инфузории имеют настоящие глаза, нервы, мышцы, яичники и семенники. Свою приверженность идеям Эренберга он сохранил до конца жизни, и вот к какому конфликтному случаю это привело.

Замечательный биолог Л. С. Ценковский (1822—1877) в 1846 г. защитил магистерскую диссертацию на ботаническую тему «Несколько фактов из истории развития хвойных растений» и был оставлен при Санкт-Петербургском университете для подготовки к профессорскому званию. Он начал заниматься изучением простейших. В 1847 г., желая читать лекции в качестве приват-доцента, Ценковский, как полагалось по правилам того времени, представил на факультет научное сочинение на тему «О строении простейших животных организмов», которое было дано на отзыв профессорам И. И. Шиховскому (заведующий кафедрой ботаники) и С. С. Куторге. Оба они дали отрицательные рецензии. Мотивировка без всякой аргументации была такой: «Работа является недостаточной для звания приват-доцента по причине поспешности, с которой она написана». В результате Ценковскому было отказано в должности, и он вскоре ушел из университета.

Историк русской биологии Б. Е. Райков (1959) разыскал рукопись цензовой работы Ценковского и опубликовал ее. Он показал, что молодой ученый, опираясь на собственные исследования и литературные данные, четко доказал неправильность взглядов Эренберга на природу простейших. Обобщая известные ему факты, Ценковский писал: «Семейства евглен, амев, энхелид представляют животных, состоящих из одной только клеточки. Мускулов, желудочков, нервов, глаз, семенных железок — нет» (цит. по: Райков, 1959, с. 650).

Между тем прекрасно известно, что не только Куторга, но и Шиховский был поклонником взглядов Эренберга. Это и решило судьбу молодого талантливого исследователя. Однако Ценковский все равно, даже уйдя из столичного университета, достиг в науке больших высот. В конечном счете он получил приглашение вернуться в Санкт-Петербургский университет, где со време-

нем возглавил кафедру ботаники. (Нужно отметить, что Куторга и в дальнейшем, когда Ценковский уже достиг известности, неоднократно выступал против его работ по простейшим).

Историческая справедливость в конце концов восторжествовала. Инфузории, простейшие вообще, во всем мире, в том числе и в России, были признаны одноклеточными организмами, а научные работы Куторги, да и сам он, были забыты. Напротив, работы Ценковского нашли мировое признание, а его портрет и сейчас висит в 300-метровом коридоре главного здания Ленинградского государственного университета среди портретов самых выдающихся ученых, выросших или работавших в славных стенах одного из главнейших вузов страны.

Увлечение изучением простейших продолжалось в биологии до конца XIX в. и даже немного дольше. Считалось своего рода хорошим тоном начать монографию или сводку, обзор по любому вопросу с Protozoa, которые еще совсем недавно были такими таинственными, а в конце концов благодаря исследованиям биологов оказались всего-навсего типичными клетками, правда, самостоятельно живущими клетками-организмами. В этот период возникла уверенность, что стоит лишь тщательно исследовать строение, поведение, движение и другие функции одноклеточных существ, а также их реакции на действие различных химических и физических агентов, как нам не нужно будет изучать все это у Metazoa. Благодаря этому облегчится и познание самих многоклеточных животных, поскольку они представляют лишь совокупность большого количества клеток, точно таких же, как клетки Protozoa. Вот почему простейших стали исследовать со всех сторон. Апогей такого подхода мы видим в «Общей физиологии» Макса Ферворна (1897). В двух объемистых томах все основные вопросы общей физиологии животных и даже растений автор пытается рассматривать главным образом на данных, которые добыты в опытах на одноклеточных животных.

Однако уровень лабораторной техники в то время еще был довольно низок. Изучать сократимость, возбудимость, подвижность и другие функции простейших оказалось довольно трудно. Поэтому перейти от изучения феноменологии клеточной физиологии Protozoa к ее механизмам не удалось. Постепенно становилось ясно, что пер-

спективнее, нагляднее и практически выгоднее вести подобные исследования на специализированных клетках и тканях многоклеточных животных, т. е. изучать сократимость на мышечных клетках, возбудимость и проводимость — на нервных, выделение секрета — на железистых и т. д. В результате произошел идеологический перевертыш: исследователям стало казаться очевидным, что, изучив функции специализированных клеток Metazoa, они легче смогут понять и отправления простейших, в клетках которых все эти функции выражены в одинаковой степени и в какой-то мере маскируют друг друга. Во всяком случае интерес к изучению простейших в общебиологическом плане в начале XX в. стал довольно быстро угасать. Простейшие оказались всего лишь одним из типов животного царства, таким же как губки, моллюски, членистоногие, изучением которых занимаются соответствующие специальные науки: спонгиология, малакология, арахно-энтомология и т. д. Исследования простейших стали проводиться почти исключительно в пределах науки протистологии. Поскольку среди одноклеточных существ есть формы, обладающие хлорофиллом и поэтому способные к автотрофному питанию путем фотосинтеза, подобно растениям, а тип Protozoa входит в царство животных, возникла тенденция исключать виды фотосинтезирующих одноклеточных из рассмотрения зоологов, т. е. считать их ботаническими объектами.

Таким образом, протистология — наука, изучающая все одноклеточные организмы как особый уровень организации живой материи независимо от их способа питания и функционирования. Протозоология — лишь часть протистологии; она занимается исследованием протистов, обладающих гетеротрофным (анимальным) способом питания. Тип Protozoa ко второй половине нашего столетия был разделен протозоологами на 5 классов: Ciliophora — инфузории, Mastigophora — жгутиконосцы, Sarcodina — саркодовые (амебоидные простейшие), Sporozoa — споровики и Cnidosporidia — кнidosпоридии (простейшие, имеющие споры со стрекательными капсулами).

### СПОРЫ О ПРИРОДЕ ПРОСТЕЙШИХ (ОТ ИСТОРИИ — К СОВРЕМЕННОСТИ)

К концу XIX—началу XX в. клеточная теория заняла прочное, господствующее положение в биологии. Как это сказалось на протозоологии, мы уже обсуждали в конце 4-й главы. Казалось бы, все споры о природе простейших должны были быть раз и навсегда закончены. Оказалось, что это не так. Накапливались новые данные, отыскивались новые аргументы и появлялись гипотезы и теории, оспаривавшие одноклеточность простейших или, напротив, многоклеточность высших животных. Правда, в эпоху полной победы клеточной теории дискуссии, возникавшие при этом, большей частью не были столь бурными и столь длительными (на века), как в прежние времена. «Бунты» одиночек довольно быстро ликвидировались ее сторонниками. Однако знаменательно, что они все-таки происходили. По-видимому, в самом здании клеточной теории имелись какие-то достаточно серьезные недостатки, которые следовало не сохранять и оборонять, а ликвидировать.

Говоря антропоморфически, природа всегда хитрее нас. И тогда, когда мы вполне искренне приходим к мысли, что проблема, ранее поставленная ею перед нами, наконец-то решена, природа неожиданно открывает новые сверкающие грани изучаемого явления, которые заставляют нас совершенно иначе взглянуть на него и вновь приняться за долгие и мучительные исследования, чтобы подлатать, надстроить или даже перестроить здание нашего знания.

В развитии научных знаний, как истинных, так и ложных, есть своя логика, нам не всегда ясная, и питается она фактами, правильно или неправильно интерпретированными. Поэтому существует преемственность в одних случаях или периодическая воспроизводимость — в других, наиболее существенных идей, своего рода исторические линии идей (хотя иногда они могут соприкасаться или даже пересекаться, обогащая или обедняя друг друга). Идеи в пределах этих линий большей частью не просто повторяются или воспроизводятся, но и раз-

виваются, подымаясь на новые ступени (конечно, в том случае, когда речь идет об истинном знании).

Если говорить о взглядах на природу простейших, то следует вычленить три основные исторические линии идей, сложившихся в XVII—XIX вв.

1. Линия Бюффона—Линнея. Простейшие рассматриваются как живые молекулы или простые комплексы таких молекул, которые легко возникают (самозарождаются) сами по себе. Поэтому идея о самозарождении живых существ наиболее тесно связана именно с этой линией.

2. Линия Жобло—Эренберга. Простейшие — совершенные организмы, сравнивать которых следует с целыми крупными (многоклеточными) животными.

3. Линия Шлейдена—Шванна. Простейшие — это самостоятельно живущие клетки, т. е. одноклеточные организмы; их план строения полностью соответствует плану строения отдельной клетки.

Рассмотрим исторические пути развития этих трех линий.

Л и н и я Б ю ф ф о н а — Л и н н е я. В XIX в. ее придерживались немногие исследователи, но среди них — знаменитый натуралист Лоренц Окен (Oken, 1779—1851). В своей книге «Учебник натурфилософии», оказавшей большое влияние на умы биологов той эпохи, он касается вопроса о природе простейших и их происхождения. Вот некоторые параграфы из его монографии (цит. по: Лункевич, 1960).

«§ 885. Основным веществом органического мира является углерод.

§ 886. Углерод, слившийся с водой, есть слизь...

§ 887. Все органическое произошло из слизи, оно есть не что иное, как принявшая разные формы слизь.

§ 950. Первичное органическое тело — это слизистая точка.

§ 954. Первичные органические точки — это пузырьки.

§ 955. Слизистый первичный пузырек называется инфузорией.

§ 961. Организмы — это синтез инфузорий... различно комбинируясь, принимают различные формы и вырастают в высшие организмы...» (т. 2, с. 183).

Здесь необходимо обратить внимание на пересечение двух исторических линий идей. Если Окен принимает, что инфузории возникают как совокупность органи-

ческих молекул (слизь), то крупные животные и растения, по его мнению, образуются из комбинации инфузорий. Этим он предвосхитил клеточную теорию.

И Бюффон, и Линней, и Окен были, естественно, сторонниками самопроизвольного зарождения живых организмов. Это вытекает непосредственно из их теоретических воззрений. Как хорошо известно, серией блестящих экспериментов итальянский исследователь Лаццаро Спаланцани (Spalanzani, 1729—1799) опроверг учение Бюффона о самозарождении анималькула из органических молекул. Между учеными возник длительный спор, участие в котором на стороне Бюффона принял англичанин Нидхем (Needhaem). Победа досталась Спаланцани, который дополнительными опытами разрушил теоретические построения своих оппонентов. Однако вера в самопроизвольное самозарождение простейших и других организмов была столь велика, что сохранилась еще очень долго.

Линия Бюффона—Линнея, которая не имела широкого распространения в XIX в., тем не менее сохранилась до наших дней; некоторый исторический интерес имеют взгляды двух ее поздних представителей — Пфлюгера в Германии и О. Б. Лепешинской в СССР.

Пфлюгер (Pflüger, 1845—1910), учитывая наличие в многоклеточных животных синцитиев и симпластов, а также существование протоплазматических мостиков между отдельными клетками в ряде тканей, пришел к выводу, что любой организм (тем более организм простейшего) представляет собой единую гигантскую полимеризованную живую молекулу.

О. Б. Лепешинская (1950) сделала попытку возродить старую идею о возможности самозарождения клеток (в том числе и одноклеточных организмов-инфузорий) из бесструктурного живого вещества (органической слизи, по Окену). Она пишет в своей книге: «Под живым веществом мы понимаем не только массу вещества, не имеющего форму клеток, но даже вещество на разных стадиях его развития, начиная от живой молекулы...» (с. 17). Через 250 лет после великолепных опытов Спаланцани и более чем через 100 лет после филигранных экспериментов Пастера, опровергающих самозарождение у микроскопических организмов, вновь была возрождена бесплодная идея на той же самой теоре-



тической базе, на которую она опиралась еще несколько веков назад. Естественно, что взгляды Лепешинской не были поддержаны широкой научной общественностью, хотя и нашлись единичные их адепты.

История биологии показывает, что линия Бюффона—Линнея оказалась бесперспективной, поскольку она основывалась либо на чисто натурфилософских построениях, либо на методически плохо выполненных экспериментах. Поэтому в процессе развития науки сама она не развивалась, а только возрождалась или повторялась в первичной форме, которая как-то была еще приемлема в XVII в., стала наивной к концу XVIII, антинаучной в XIX в. (о XX в. мы даже не говорим).

Линия Жобло—Эренберга. Кажется, что после возникновения и победы клеточной теории, эта линия должна была прекратить свое существование. На самом деле все обстояло иначе. Некоторые наиболее консервативные ученые «старой закалки» еще в течение двух-трех десятилетий не принимали клеточную теорию, вопреки всякой логике и многочисленным фактам (мы уже приводили пример с профессорами С. С. Куторгой и И. И. Шиховским). Со временем линия Жобло—Эренберга модифицировалась, приняв две новые формы.

Одну из таких форм обосновывали ученые, несогласные с клеточной теорией. Они акцентировали особое внимание на фактах, показывающих, что в организме Metazoa всегда есть структуры, не имеющие деления на клетки (синцитии, симпласты, межклеточное вещество и т. п.). Привлекались также данные по эмбриональному развитию организмов. Суть такого рода концепций сводится к одному: высокоорганизованные животные хотя бы на каких-то стадиях развития являются неклеточными организмами; они поэтому могут быть структурно сравнимы с простейшими.

Наверное, Седжвик (Sedgwick, 1887,— цит. по: Вермель, 1970) был самым первым исследователем, который, опираясь на эмбриологические данные, полученные им при изучении дробления яиц членистоногих, пришел к выводу, что первоначально в развивающемся организме нет клеток, так как между отдельными участками, содержащими ядра, отсутствуют клеточные границы. Клетки возникают позднее, вторично. Он считал, что, возможно, так все обстояло и в процессе эволюции. Более подробно

эту концепцию пытался разработать Делаж (Delage, 1896,— цит. по: Вермель, 1970), который прямо утверждает, что первичными сложными организмами являются многоядерные простейшие. Metazoa возникают из них следующим образом: тело простейшего разделяется мембранами на отдельные клетки, однако этот процесс идет до конца далеко не всегда, и такого рода животные остаются структурно подобными простейшим.

Уитмен (Whitman, 1893,— цит. по: Вермель, 1970) развивал сходную концепцию. Он установил, что у ряда беспозвоночных животных органы нередко не имеют клеточного строения. Так, в нефридиях ряда червей клеточные границы могут отсутствовать какое-то время, затем они появляются, а позднее вновь исчезают. Иными словами, клетка не является постоянной структурой сложного организма. Уитмен предложил заменить клеточную теорию «организменной», по которой все структурные элементы тела животного являются морфологически непрерывными. Вермель (1970) называет такого рода теории плазматическими. Они нашли свое развитие и в первой половине нашего века. Так, Роде (Rhode, 1916,— цит. по: Вермель, 1970) считал, что тело всех животных состоит из единой протоплазматической массы, которая совокупно соответствует телу одноклеточного организма. Не ткани и органы в процессе эмбрионального развития образуются из клеток, а как раз наоборот, клетки, если они появляются в организме, возникают путем гистологической дифференцировки в цитоплазматической массе уже сформировавшихся органов и тканей. Роде, как и некоторые его предшественники, в своих рассуждениях опирается главным образом на модифицированные формы эмбрионального развития зародышей членистоногих.

Студничка (Studnička, 1929,— цит. по: Вермель, 1970) также предложил свою плазматическую теорию. Он полагал, что общая, связанная в единый организм протоплазма может вторично дифференцироваться, причем по-разному в разных частях тела животного, образуя в одних местах его клетки, в других — синцитии или межклеточное вещество. Из наших известных гистологов подобных же взглядов придерживался З. С. Кацнельсон (1939).

Рассматриваемая форма линии Жобло—Эренберга послужила базой для возникновения одной из современ-

ных теорий происхождения Metazoa от инфузорий, которая была выдвинута югославским ученым Хаджи (Hadzi, 1944, 1958, 1963,— цит. по: Иванов, 1968). Вообще-то предположение, что многоклеточные животные произошли не от колонии жгутиконосцев, а от одиночного простейшего путем одновременного обособления в последнем многих клеток (т. е. путем целлюляризации) впервые выдвинул Иеринг (Iering, 1877), и оно поддерживалось А. А. Тихомировым (1887) и Френцелем (Frenzel, 1892) (цит. по: Иванов, 1968). Однако такого рода взгляды получили наибольшее развитие именно в работах Хаджи. Этот исследователь произвел тщательное сравнение многоядерных инфузорий и бескишечных турбеллярий (Acoela) и обнаружил очень много сходств в их строении; он принял, что сходные структуры одновременно являлись также гомологичными. По мнению Хаджи, сократительным вакуолям инфузории соответствуют нефридии червя, трихоцистам — рабдиты. И у того и у другого организма при питании образуются пищеварительные вакуоли. Как инфузории, так и бескишечные черви имеют небольшие размеры; они плавают с помощью ресничек, всегда гермафродиты. Хаджи считал, что в процессе эволюции часть многочисленных ядер у предковой формы Metazoa стала располагаться над поверхностью тела, затем здесь произошло обособление цитоплазмы вокруг каждого ядра и образовались клетки. У Acoela процесс целлюляризации еще не зашел далеко, поэтому внутренний фагоцитобласт имеет неклеточное строение. В теле более высокоорганизованных плоских червей внутренняя цитоплазматическая масса также распалась на отдельные клетки, так что процесс целлюляризации завершился полностью. Следовательно, по мнению Хаджи, по своей природе инфузория вполне может быть сравнима с целым организмом низших Metazoa. Теорию целлюляризации поддерживают многие зарубежные ученые. Ныне в некоторых странах она является господствующей и излагается даже в школьных учебниках.

Наши отечественные исследователи относятся к этой теории отрицательно. Наиболее развернутую и обоснованную критику дает ей академик А. В. Иванов. Мы не будем повторять аргументацию этого ученого, а прямо отсылаем читателя к его чрезвычайно интересной книге о происхождении Metazoa (Иванов, 1968). Здесь же про-

сто отметим, что современные электронно-микроскопические исследования четко показывают, что тонкое строение покровов, фибриллярных систем, связывающих кинетосомы ресничек, а также строение трихоцистов и рабдит, сократительной вакуоли и нефридиев у инфузорий и бескишечных червей имеют совершенно различное строение. Теория целлюляризации опирается в основном лишь на внешние аналогии и конвергентные сходства, действительно имеющие место в морфологии некоторых Protozoa и Metazoa.

Из всего сказанного вполне ясно видно, что рассматриваемая форма развития линии Жобло—Эренберга не полностью отрицает клеточную теорию. Однако, хотя и несколько завуалированно, она признает, что по крайней мере инфузории (от которых, считается, произошли Metazoa) являются неклеточными организмами, а следовательно, принцип «каждая клетка от клетки», который постулируется настоящей современной клеточной теорией, на каком-то уровне организации эукариотных организмов отрицается.

Исследователи, развивающие другую форму линии Жобло—Эренберга, обращают главное внимание на необычайную сложность строения многих простейших, которые в этом отношении, по их мнению, не отличаются от Metazoa.

Добелл (Dobell, 1911) произвел сравнение морфологии сложно устроенной инфузории из группы Entodiniomorpha с коловраткой — многоклеточным организмом — и пришел к выводу, что у них имеется очень много общего. И у той и у другой есть мембранеллы (сложные ресничные структуры), рот, глотка, задняя кишка, анус, сократительные элементы и т. п. Он считал, что простейшие по своей структуре и организации вполне сравнимы с целым многоклеточным организмом, а не с его отдельной клеткой; следовательно, они являются неклеточными существами. Добелл писал: «Ясно, что протист не более гомологичен одной клетке метазоа, чем одному его органу, например мозгу или печени».

Известная английская исследовательница Хаймен (Hymen, 1959) придерживается сходных взглядов. Признание одноклеточной природы простейших, с ее точки зрения, является грубейшей ошибкой, которая объясняется неправильным переносом клеточного учения с Metazoa на Pro-

tozoa. Подобные идеи можно найти в работах А. А. Заварзина (1946), Львова (Lwoff, 1951) и других. Это объясняется тем, что в процессе эволюции строение различных простейших (амеб, жгутиконосцев, инфузорий) необычайно усложняется; путем полимеризации может увеличиваться число ядер, жгутиков, ресничек и других органелл. Более того, появляются специфические, характерные только для протистов органеллы типа глазков, аксостилей, калимм и т. д. Для таких усложненных простейших Кофойд и Швеци (Kofoed, Swezy, 1922) предложили употреблять вместо термина «клетка» иные термины: для амебоидных форм — «плазмодий», а для жгутиконосцев и инфузорий — «сомателла».

А. В. Немилов (1934), обсуждая вопрос о природе простейших, писал: «В них (инфузориях) есть нечто от клетки, но они, если можно так выразиться, „переросли“ клетку. „Ведущим“ для них является не то, что их можно приравнять к клетке, а высокая степень дифференцировки при отсутствии расчлененности. Недаром именно со стороны протистологов, которым специфика этих организмов известна лучше, чем кому-либо другому, было предложено назвать их „бесклеточными“. Но в самом слове „бесклеточные“, „неклеточные“ есть некоторый элемент пройденной стадии одноклеточности. Поэтому более удобно, мне представляется, название „надклеточные“ организмы» (цит. по: Вермель, 1970, с. 182—183).

Рассмотрев строение особо сложных по морфологии простейших, Дюбоск (Dyboscq, 1939, — цит. по: Вермель, 1970) пришел к выводу, что понятие одной клетки к ним никак не приложимо, а разложить эти организмы (например, инфузорий) на отдельные клетки (хотя бы условно, мысленно) также невозможно. Он поэтому считал, что среди простейших наряду с несомненно одноклеточными формами (вроде примитивных и наиболее просто устроенных амеб и жгутиконосцев) имеются и неклеточные формы, возникшие из первых в процессе эволюции. У этого исследователя, как мы видим, наблюдается пересечение двух исторических линий развития идей в отношении природы Protozoa: линии Жобло—Эренберга и линии Шлейдена—Шванна. По этому пути, на наш взгляд, еще дальше пошел А. А. Захваткин (1949). Он дал очень интересный и весьма глубокий для своего

времени (т. е. в период, когда электронная микроскопия еще почти не применялась) анализ природы простейших. Захваткин писал: «Давний спор о том, следует ли считать простейших одноклеточными организмами или же организмами надклеточными (или неклеточными, как их иногда называют), разрешается наилучшим и самым объективным образом простым признанием факта, что среди них есть и подлинно одноклеточные, и действительно неклеточные формы». Истинными одноклеточными он считает те виды, которые имеют одно ядро и один набор постоянных клеточных органелл. Переход к надклеточной организации происходит у очень многих простейших, но всегда благодаря умножению, полимеризации тех или иных клеточных структур. В основе полимеризации лежит частичное, т. е. до конца не доведенное деление особи, и к тому же большей частью многократное. Возникшее при этом «полимерное» простейшее, по Захваткину, это уже не клетка, а организм более сложный или даже более высокого порядка — сомателла, или плазмодий, который уже нельзя, собственно, назвать одноклеточным. В то же самое время он не многоклеточный. Широко распространенное мнение, что простейшие — это элементарные одноклеточные организмы, приложимо лишь к очень небольшой их части: все инфузории, большинство саркодовых и споровиков, а также многие паразитические жгутиконосцы — надклеточные организмы, которые хотя бы частично утратили одноклеточный план строения.

Бродский (1937) в своей «Истории протозоологии», оценивая в целом исторические результаты развития линии Жобло—Эренберга, делает такое заключение: «От эренберговского взгляда на простейшее как „совершенный организм“ наука под влиянием клеточной теории решительно отказывается, не допуская взгляда на простейшее как на точную копию многоклеточного организма. Но отказавшись от такого взгляда, научная мысль второй половины XIX столетия видит в простейшем лишь „одну клетку“. Такое положение становится тормозом для дальнейшего понимания физиологии простейшего и отсюда новое положение — простейшее есть своеобразный неклеточный организм».

Таким образом, в ходе исторического развития одно из направлений линии Жобло—Эренберга неизбежно приводит к признанию клеточного строения Metazoa. Оно

не отрицает и того факта, что примитивные простейшие являются одноклеточными организмами. Однако при этом утверждается, что в процессе эволюции возникают столь сложно устроенные Protozoa, что они не только выходят за пределы одноклеточности, но и становятся неклеточными или даже надклеточными животными. Это особый путь организменной организации, свойственный лишь простейшим. Поэтому сравнение с целым организмом Metazoa становится здесь уже невозможным, как и сравнение с отдельной клеткой многоклеточных животных. Таким образом, происходит «отрицание» первоначальной, исходной идеи о полной сравнимости целых организмов Protozoa и Metazoa.

**Л и н и я Ш л е й д е н а—Ш в а н н а.** Клеточная теория наряду с теорией Дарвина является одним из краеугольных камней современной биологии. Поэтому ее сторонники с явным неодобрением встречают любые работы сторонников линии Жобло—Эренберга, а тем более линии Бюффона—Линнея. Основанная на многочисленных фактах, клеточная теория постулирует, что все эукариотные живые существа, их органы и ткани состоят из устроенных сходно (т. е. имеющих один основной план строения), гомологичных, преимущественно микроскопических живых единиц — клеток. Простейшие, с позиций этой теории, являются одноклеточными организмами.

Как мы уже знаем, за 30 лет до возникновения учения о клетке оно было высказано в виде гениальной догадки натурфилософом Огюстом Океном в 1809 г. Напомним, что, по его представлениям, инфузории, объединяясь друг с другом, дают начало высокоорганизованным растениям и животным, которые после смерти вновь распадаются на свободноживущих инфузорий. Таким образом, говоря языком современной науки, Окен отождествил клетки Metazoa с организмом простейшего, т. е. он полагал, что клетки Protozoa есть организмы низшего порядка. После возникновения настоящей клеточной теории сходную концепцию (но не в столь наивной форме) развивал Брюкке (Brücke, 1861, — цит. по: Вермель, 1970), который полагал, что любая клетка сложного животного или растения является не только элементарной живой единицей, но и элементарным организмом. Он указывал на прямую филогенетическую связь свободноживущих простейших с этими элементарными организмами. Подобной же точки зрения

придерживался и Гейденгайн (Heidenhain, 1907,— цит. по: Вермель, 1970). В неявной форме она принимается и сейчас большинством исследователей в виде тенденции полностью уравнивать или даже отождествлять планы строения простейших и клеток Metazoa. Она проявляется и в том, что всех Protozoa принято считать одноклеточными животными, независимо от их действительного строения. Это невольно признают современные протозоологи, когда они считают, что простейшие — это клетки, которые только физиологически, только функционально, но не структурно являются организмами (словно функции могут существовать независимо от определенных структур или не реализоваться в определенных структурах) (см., напр.: Кацнельсон, 1939, и др.).

Современное представление о строении клетки, как известно, возникло не сразу. Начиная с работ Роберта Гука (Hooke, 1665,— цит. по: Вермель, 1970), длительное время важнейшим компонентом ее считали оболочку, что и было отражено Мейеном (Meusen, 1830) в такой формулировке: «Клетка растительного организма представляет собой пространство, вполне замкнутое вегетативной мембраной» (цит. по: Вермель, 1970, с. 471). Обратите внимание — пространство! О содержимом, находящемся в этом пространстве, не сказано ни одного слова. В работах того времени упоминается, что клетка заполнена жидкостью или слизью. Интенсивное изучение этого содержимого началось значительно позднее. Дюжарден в 1841 г. предложил называть его у амёб специальным термином «саркода»; Гюго фон Моль (Mole) несколько позже (1846 г.) ввел понятие «протоплазма» для обозначения содержимого растительных клеток. Вскоре Кон (Kon, 1850) доказал идентичность основных свойств саркоды и протоплазмы, а Ремак (Remack, 1850) распространил понятие «протоплазма» и на содержимое животных клеток.

Изучение структуры и состава протоплазмы (цитоплазмы) и ядра, открытого в 1830 г. Пуркинье (Purkinje), позволило выяснить, что эти компоненты клетки являются живыми и определяют основные ее функции. Поэтому Шультце уже в 1861 г. дает принципиально новое определение самой клетки, которое было принято биологами и вошло не только в специальные руководства, но и в учебники. «Клетка является комочком



протоплазмы, внутри которого лежит ядро», — провозгласил он (Schultze, 1861, — цит. по: Вермель, 1970, с. 94). При этом Шульце активно доказывал, что оболочка клетки, которой ранее приписывалась главная роль, не является обязательной структурой и не должна учитываться в определении клетки. Поэтому многоядерное поперечно-полосатое мышечное волокно, с которым Шульце много работал, он считал многоклеточным образованием, хотя, как известно, в этом волокне ядра совершенно свободно разбросаны по всей протоплазме, которая не разделена на отдельные участки клеточными мембранами.

Взгляды Шульце оказали сильное влияние на современников: они окончательно узаконили центральную роль ядра и цитоплазмы в клетке. Однако в результате возникли и явные недоразумения. Действительно, если такие взгляды верны, то следует считать многоядерных амев и инфузорий многоклеточными организмами.

Юлиус Сакс (Sachs, 1874), являясь последователем Шульце, попытался конкретизировать его представления. Клетку, считал он, можно выделить мысленно из общей многоядерной протоплазматической массы, даже если она не обособлена специальной оболочкой, потому что клетка — это не просто участок протоплазмы с ядром, но единая, неделимая в физиологическом и энергетическом отношениях единица, которая существует объективно. Сакс назвал ее энергидой. Таким образом, многоядерных простейших можно считать полиэнергидными организмами, т. е. организмами, которые по сути дела состоят из многих клеток, правда, клетки эти не отделены друг от друга специальными оболочками или мембранами.

Однако неумолимый прогресс цитологии и протозоологии привел к тому, что было окончательно установлено: клетка — это цитоплазма и ядро, окруженные поверхностной мембраной. Мембранный барьер оказался непременным компонентом любой клетки. В таких условиях Шаттон (Chatton, 1931) модифицировал и развил учение Шульце—Сакса; при этом он опирался на богатый протозоологический материал. Шаттон предложил считать энергиды морфологическими единицами многоядерных простейших, структурно соответствующими клетке, но не являющимися ею, поскольку они не отделены друг от друга мембранами. Более того, он включил в поня-

тие энергиды не только ядро с окружающей его цитоплазмой, но и принадлежащий ему опорно-кинетический аппарат (в случае жгутиконосцев и инфузорий это жгутики или реснички с их кинетосомами и фибриллярными дериватами кинетосом). Новые представления об энергиде нашли признание среди биологов, они и по сей день нередко используются в биологической литературе, правда, большей частью протозоологической.

Следовательно, жгутиконосцы, имеющие одно ядро и единственный опорно-двигательный аппарат (1—2 жгутика с принадлежащими им внутриклеточными фибриллярными структурами), являются моноэнергидными простейшими. Их тело структурно действительно легко сравнивать с отдельной клеткой Metazoa. Амебоидный плазмодий, многоядерная амеба или многоядерные инфузории — полиэнергидные организмы; они, и то лишь в определенной мере, могут быть сравнены с комплексом тканевых клеток, а еще лучше с участком симпласта (синцития) ткани Metazoa.

Таким образом, линия Шлейдена—Шванна фактически пересеклась с линией Жобло—Эренберга. Более того, эти линии частично слились; их последователи пользуются общими фактами и общими первичными понятиями. Однако сохраняется одна грань, разделяющая их. Эта грань определяется научной идеологией. Последователи линии Жобло—Эренберга доказывают, что наряду с клеточными существуют неклеточные простейшие или ткани. Пусть они эволюционно или в онтогенезе возникают из клеток, но на каком-то этапе преодолевают клеточный план строения, теряют его. Именно поэтому предлагается высокоорганизованных простейших называть сомателлами или надклеточными организмами. Сторонников клеточной теории это не устраивает: значит клетка все-таки исчезает, следовательно, принцип, утверждающий, что все эукариотные организмы состоят из клеток, все равно отвергается. Так, Ш. Д. Мошковский (1957), опираясь на современное определение клетки как совокупности цитоплазмы и ядра, окруженных поверхностной мембраной, предлагает считать сомателлы и плазмодии клетками. Однако плазмодии, например, могут происходить путем слияния многих клеток. При этом ядра их не образуют единого ядра, значит далеко не все компоненты клеток сливаются. Какой же это одноклеточный орга-

низм, если он возник из множества клеток?! Прав, по нашему мнению, А. В. Иванов (1968), который критикует точку зрения Ш. Д. Мошковского: будучи агрегатом нескольких (или многих) энергид, простейшие сравнимы лишь с симпластическими образованиями Metazoa, т. е. приближаются к многоклеточному состоянию.

Однако большинство современных протозоологов считают Protozoa одноклеточными организмами. Международный комитет по систематике простейших в своей обобщающей работе пишет, что Protozoa — существенно одноклеточные животные (Levine et al., 1980).

Если мы рассмотрим основные современные руководства, сводки и учебники, то найдем, что простейшим дается такое наиболее полное определение: Protozoa — микроскопические одноклеточные животные, представляющие собой физиологически самостоятельные организмы. Между тем благодаря бурному развитию протозоологии накоплено много данных, которые показывают, что это определение ныне уже нельзя признать удовлетворительным. Нужно новое определение, которое учитывало бы все добытые факты.

Чтобы дать такое определение, а следовательно, понять природу Protozoa, постараемся в следующих главах ответить на такие вопросы: являются ли простейшие а) только микроскопическими организмами; б) только животными; в) только одноклеточными организмами; г) организмами только в физиологическом отношении.

Иными словами, мы пытаемся проанализировать все основные понятия, которые входят в определение термина Protozoa.

## Глава 6

### КАК МАЛЫ И КАК ВЕЛИКИ ПРОСТЕЙШИЕ?

В основополагающем документе Международного комитета по систематике простейших (Levine et al., 1980) говорится, что размеры Protozoa колеблются от 1 мкм до 5 см и более, но в среднем от 5 до 250 мкм. По-видимому,

самым маленьким из этих организмов следует считать внутриклеточного паразита крупного рогатого скота *Babesia bovi*, размеры которого не превышают 1—2,5 мкм. Немногим крупнее другой внутриклеточный паразит — *Leishmania donovani*: 1—4 мкм. Бабезия — представитель споровиков, а лейшмания — жгутиконосец. Среди инфузорий столь маленьких форм нет; самые мелкие из них, пожалуй, *Quasillagilis constanciensis* (12—16 мкм), однако они все же на порядок крупнее. Очень небольшие размеры имеют паразитические микроспоридии. Так, у *Nosema bombicis*, вызывающей болезнь шелковичного червя, диаметр тела не превышает 3—4 мкм. Следует подчеркнуть, что бабезия, лейшмания и нозема — внутриклеточные паразиты. Поэтому не исключено, что мелкие размеры их тела есть приспособление к особым условиям существования.

Хорошо известные со школьной скамьи инфузория-туфелька и амeba протей — великаны по сравнению с бабезией, лейшманией и ноземой. Длина тела *Paramecium caudatum* достигает 150—250 мкм, а *Amoeba proteus* — 600 мкм. Однако и эти простейшие не являются гигантами среди Protozoa. Инфузория *Spirostomum ambiguum* имеет длину 3 мм и хорошо видна простым глазом. Как уже говорилось ранее, в известняках сохранились раковины некоторых вымерших фораминифер, диаметр которых достигал 18 см. Однако и это не предельная величина для простейших. Так, некоторые колониальные радиолярии, относящиеся к роду *Collosium*, достигают в длину от 10 до 20 см. Ныне существующие виды глубоководных *Xenophyophorea* бывают разной величины: у наиболее мелких представителей этой группы диаметр тела не превышает 1 мм, тогда как у самого крупного, а им является вид *Stannophylleum venosum*, равняется 25 см (при толщине всего 1—2 мм).

В современную систему простейших включены миксомицеты (Levine et al., 1980). Взрослый плазмодий миксомицета величиной с мужскую ладонь — не такая уж редкость. А встречаются среди них и настоящие гиганты. Например, обитающий в средней полосе нашей страны миксомицет *Fuligo septica* имеет плазмодий, площадь которого может достигать 1,5 м<sup>2</sup> (т. е. его длина равняется по крайней мере 1,2 м).

Таким образом, говорить о простейших в наше время

только как о микроскопических существах (или даже только как о мелких существах) в свете имеющихся фактов вроде бы и неловко. Однако старая традиция преобладает, и во всех практически без исключения работах и учебниках создается неточное представление о размерах Protozoa. О них нужно писать иначе. Любой читатель должен знать, что простейшие являются эволюционно мощной и перспективной группой, разные виды которой в зависимости от условий существования могут иметь размеры от микроскопических (1 мкм) до микроскопических (достигают в длину до метра и более). Короче, различия в размерах равняются  $10^6$ .

Однако, как принято говорить, все познается в сравнении. Чтобы выяснить, является ли такой широкий диапазон разнообразия величины тела, присущий Protozoa, уникальным, сравним его с диапазоном размеров тела у Metazoa.

К самым маленьким многоклеточным животным следует отнести насекомое *Alpatus magnanum*, имеющее 210 мкм в длину, самца четырехногого клеща *Aceria truncata* — 90 мкм и коловратку *Ascomorpha minima* — 45 мкм. В теле *Aceria truncata* имеется около 80 пучков мышц, в каждом из которых содержится ряд клеток. Общее же число клеток достигает нескольких сотен. Следовательно, каждая клеточка имеет размеры меньше микрона. Чтобы понять, насколько они малы, следует вспомнить, что в обычных клетках Metazoa средняя длина митохондрии равняется 1—2 мкм.

Самым крупным представителем как среди живых, так и среди вымерших многоклеточных животных является синий кит (*Balaenoptera musculus*): его длина 35 м. Значит, он в  $10^6$  раз крупнее (по линейным размерам), чем коловратка *Ascomorpha minima*. Иными словами, разнообразие размеров тела у простейших столь же велико, что и у многоклеточных животных. Самый мелкий представитель Metazoa (*Ascomorpha*) всего в 40 раз крупнее самого мелкого представителя Protozoa (*Babesia*), а самое большое многоклеточное животное (*Balaenoptera*) только в 30 раз длиннее самого большого из известных простейших (плазмодий миксоциста *Fuligo*). Следовательно, многоклеточная организация не дает особых преимуществ в достижении максимальных размеров тела животных, а в отношении разнообразия величин

тела такого преимущества у них попросту нет. Как мы видели, самые мелкие из Protozoa по своим размерным параметрам не отличаются от крупных бактерий (которые относятся к совсем иному структурному уровню организации живых систем — прокариотам), а самые крупные не уступают подавляющему большинству высших беспозвоночных и довольно многим позвоночным.

Так что вполне можно согласиться с поэтом Михаилом Светловым (1969), который в одном из своих стихотворений написал:<sup>1</sup>

В каждой щелочке,  
В каждом узоре,  
Жизнь богата и многогранна,  
Всюду, даже среди инфузорий,—  
Лилипуты  
И великаны.

---

<sup>1</sup> Полностью текст этого стихотворения приведен в гл. 11.

## Глава 7

### ВСЕ ЛИ PROTOZOA ЯВЛЯЮТСЯ ЖИВОТНЫМИ?

«А как же может быть иначе?» — вполне справедливо удивится каждый, прочитав название этой главы. Действительно, термин Protozoa, вроде бы, вполне определенно говорит сам за себя: proto — простейшие, zoa — животные. Следовательно, в состав этого подцарства могут входить лишь наиболее просто организованные животные, но никак не растения или грибы,<sup>1</sup> являющиеся представителями других царств живой природы.

Однако если мы посмотрим общую систему Protozoa, предложенную Международным комитетом по систематике простейших (Levine et al., 1980), то обнаружим, что в нее включен тип Labirynthomorpha — лабиринтулы, которых ботаники считают бесцветными водорослями. Среди

---

<sup>1</sup> Мы присоединяемся к точке зрения, что грибы представляют особое царство живой природы.

саркодовых мы найдем три класса: Acrasea — акразиевые, Eumycetozoa — миксомицеты и Plasmodiophorea — плазмодиофориды, которых с давних пор до настоящего времени многие относят к грибам. В этом легко убедиться, открыв 2-й том красочного издания «Жизнь растений» (1976). Более того, сами авторы рассматриваемой системы придерживаются точки зрения Калкинса (Calkins, 1909), что жгутиконосцы объединяют два класса — Zoomastigophorea — животные жгутиконосцы и Phytomastigophorea — растительные жгутиконосцы. Последних ботаники безоговорочно считают водорослями.

Так что же собой на самом деле представляют простейшие? Являются ли они в действительности «чистыми» животными, такими как Metazoa, но только очень просто организованными (одноклеточными формами)? Или же Protozoa — исходная для современных эукариот группа, давшая начало и грибам, и растениям, и животным, а поэтому у разных представителей простейших можно найти сочетание казалось бы трудно-сочетаемых признаков: растительных и животных, животных и грибных? А может быть, правы те, кто считает, что Protozoa — искусственный таксон, в котором объединены произволом исследователей неродственные группы разных одноклеточных организмов? В этом случае мы действительно имели бы дело с синтетическим собранием примитивных животных, растений и грибов. Подобного рода точка зрения прозвучала недавно (1981 г.) на VI Международном конгрессе протозоологов, состоявшемся в Варшаве.

Чтобы окончательно ответить на эти вопросы, требуется решить ряд кардинальных общебиологических проблем. Самые важные из них следующие: а) принципиальные различия между растениями, животными и грибами; б) происхождение эукариот; в) происхождение высших растений (Plantae) и г) происхождение многоклеточных животных (Metazoa). С другой стороны, выяснение истинной природы Protozoa будет существенно способствовать решению этих важнейших проблем. Этим, в частности, объясняется большой интерес современных исследователей разных специальностей к изучению простейших.

«Неужели так уж трудно отличить животное от растения?» — спросит читатель. И он будет прав в том случае,

когда речь идет о высших растениях и высших животных. Уже первобытные люди умели четко различать их.

Однако трудности возникли, когда человек стал включать в круг своего познания все более и более низко организованные организмы. С ними столкнулись уже древние греки. Аристотель (IV в. до н. э.) — признанный отец зоологии — был, по-видимому, первым, кто сформулировал эту проблему и попытался найти критерии, позволяющие отличать животное от растения. Однако он вынужден был прийти к выводу, что между животными и растительными организмами нет четкой, определенной границы, как отсутствует она, по его мнению, и между органической и неорганической природой. Так, он писал в своем основополагающем труде по зоологии «О частях животных»: «Природа постепенно переходит от тел неодушевленных к животным, и поэтому трудно вскрыть, где собственно грани и где середина этого последовательного ряда (форм). Ибо вслед за телами одушевленными идут сперва растения, которые отличаются друг от друга тем, что одни из них проявляют больше, другие меньше жизни» (цит. по: Лункевич, 1960, т. 1, с. 75).

Степень одушевленности живых объектов определяется, по Аристотелю, двумя свойствами: выраженными (спонтанными) движениями организма и его чувствительностью (движениями в ответ на раздражение). Он считал, что только животным в полной мере присущи эти свойства, растения неподвижны и почти нечувствительны, хотя и являются живыми. Однако в море существуют животные, которые, по мнению Аристотеля, обладают слабой чувствительностью и, подобно растениям, постоянно прикреплены к одному и тому же месту (он имел в виду кишечнополостных и оболочников). Аристотель писал: «В море встречаются организмы, относительно которых нельзя сказать, что они — животные или растения» (цит. по: Лункевич, 1960, т. 1, с. 74). Более чем 300 лет спустя знаменитый Плиний Старший (I в. н. э.), автор «Естественной истории», назвал такие организмы животнорастениями.

На протяжении многих веков два критерия, предложенные великим Аристотелем для различения животных и растений, ни у кого не вызывали сомнения. Поэтому, когда Левенгук открыл микроскопические существа, которые спонтанно и оживленно плавали в окружающей



их воде, он, не задумываясь, отнес их к животным, назвав зверюшками. Правда, мудрый Линней (в 10-м издании своей «Системы природы»), поместив известных в то время простейших в свою систему, все же отнес их к группе Зоофита (животнорастения), куда включил также многих сидячих животных (губки, кишечнополостные и т. п.), которых еще древние греки считали формами, промежуточными между растениями и животными.

Со временем стало ясно, что критерии, предложенные Аристотелем для разделения животных и растений, являются неудовлетворительными для исследователей, занимающихся изучением низших животных. Требовался какой-то новый подход. Его предложил великий французский ученый Жан Батист Ламарк (1732—1829), который в возрасте 50 лет перешел от изучения растений (а он был выдающимся ботаником, за что был избран в академики) к изучению животных (он стал выдающимся зоологом и ввел в науку термин «зоология беспозвоночных»).

В тот период зоология позвоночных была епархией великого Кювье, тогда как низшие животные были изучены очень слабо. Неясно было, как относиться к разным животнорастениям. Ламарк обратил внимание на различия, имеющиеся в способе питания растений и животных. В самом деле, растительные организмы являются, как мы говорим сейчас, автотрофами. Они поглощают из окружающей среды минеральные вещества, а в качестве энергии используют солнечную радиацию. Животные, напротив, питаются готовыми органическими веществами, т. е., пользуясь современной терминологией, являются гетеротрофами. Опираясь на эти критерии, Ламарк очень быстро разобрался в очень трудной группе «животнорастений», показав, что подавляющее большинство из них питается точно так же, как и истинные животные, т. е. действительно являются ими.

Однако когда во второй половине XIX в. исследователи попытались применить критерии Аристотеля и Ламарка, чтобы доказать животную или растительную природу простейших, они буквально оказались в тупике. Об этом рассказывает Эрнст Геккель (Haeckel, 1866) в очень известной некогда книге «Царство протистов. Очерк низших организмов». Он жалуется, что это неразре-

шимая задача, и поэтому истинную природу многих простейших определить невозможно. В результате зоологи причисляют к животным ту часть Protozoa, которую ботаники твердо считают растениями. Есть одноклеточные организмы, которых единодушно отвергают и зоологи и ботаники. А имеются и такие простейшие, которых они попеременно относят то к животным, то к растениям. «Вытекающий отсюда спор, — считает Геккель, — мог бы проще быть разрешен точным понятием о животных и растениях и приложением такого определения к этим сомнительным простейшим существам. Но подобное определение понятия само по себе неразрешимая проблема: чем более над ним работают, тем более убеждаются, что она покоится на ложной постановке вопроса и что понятия о животном и растении в природе резко не установлены» (с. 114).

Что же в этом случае предложил сам немецкий исследователь? Он счел нужным помимо признанных в то время двух царств живой природы — животного и растительного — выделить еще третье — царство протистов, или одноклеточных организмов (независимо от их способа питания). К этому царству он отнес помимо простейших неподвижные одноклеточные водоросли и формы, не имеющие настоящего ядра (например, бактерии).

Точка зрения Геккеля мало кем была принята из биологов. Лишь отдельные исследователи время от времени считают существующим царство протистов (Серавин, 1980). Таким образом, острая проблема о природе простейших остается неразрешенной. Ее не забыли, а просто обошли. Зоологи рассматривают окрашенных автотрофных жгутиконосцев (хотя практически мало занимаются их изучением) как свои объекты, не обращая внимания на ботаников. А ботаники считают эти организмы растительными, относят их к водорослям и в свою очередь не обращают никакого внимания на точку зрения зоологов. Каждый строит свою собственную систему этих организмов (Серавин, 1980).

Сложилась прямо-таки курьезная ситуация: вполне определенная группа, которую протозоологи обычно называют растительными жгутиконосцами, рассматривается не просто с двух разных точек зрения — ботанической и зоологической, но и в различных логических системах, не согласованных друг с другом. Поэтому ботаники

разделяют окрашенных жгутиконосцев на 6—8 типов (отделов), а зоологи объединяют их с животными жгутиконосцами в один единственный класс. К чему это приводит, можно видеть хотя бы из следующего примера. Зоологи считают эвгленовых (*Euglenida*) просто отрядом, тогда как ботаники относят их к особому типу *Euglenophyta*, хотя Лидэл (*Leedale*, 1978) выделяет этих простейших даже в отдельное царство. Итак, отряд или тип, отряд или царство живой природы — вот сколь значителен разрыв, существующий между рангами, придаваемыми одной и той же группе организмов в двух типах систем — зоологической и ботанической. Но это же совершенно неправильно! В науке не должно существовать такое положение. И тем не менее оно существует уже много десятилетий.

Имеется между зоологической и ботанической системами *Protozoa* и несоответствие в количестве таксонов. Одна из причин заключается в том, что альгологи не признают большинство групп зоофлагеллат, считая их чисто зоологическими объектами. Зоологи же, длительное время практически не занимавшиеся окрашенными жгутиконосцами, тем не менее принимают далеко не все таксоны, выделенные ботаниками. Правда, в последние годы благодаря усилиям Международного комитета по систематике простейших (*Levine et al.*, 1980) сложившееся положение было несколько исправлено.

Для того чтобы установить достаточно полное соответствие между зоологической и ботанической системами жгутиконосцев, требовалось в пределах фитофлагеллат поднять ранги зоологических таксонов с отрядов хотя бы до классов, а также согласовать число таксонов и их наименований в двух группах систем. Эта работа была недавно проделана (см.: Серавин, 1980).

Однако против включения фитофлагеллат в систему *Protozoa* возражают ряд протозоологов. Например, Ш. Д. Мошковский (1957, 1961) считает, что между истинными растительными и животными жгутиконосцами, вообще между растениями и животными, все-таки существует весьма четкая разграничительная линия, которая определяется, как полагал еще Ламарк, основным типом питания (автотрофный или гетеротрофный). Опираясь на этот критерий, Мошковский утверждает, что разделение живых существ на растительные и животные произошло

еще на уровне бактериальных организмов (Prokaryota). По его мнению, среди низших истинных Eukaryota наряду с одноклеточными растениями (т. е. окрашенными, фотосинтезирующими жгутиконосцами) существуют хорошо обособленные бесцветные Protozoa, образующие единую систематическую группу, которая произошла от каких-то архаичных гетеротрофов. Он предполагает также, что амебодные простейшие эволюционно предшествовали жгутиковым. Таким образом, если следовать за Мошковым, мы должны признать, что окрашенные и неокрашенные жгутиконосцы произошли совершенно независимо от разных групп прокариотных организмов.

Все это, к сожалению, совершенно не согласуется с современными данными. Так, благодаря электронно-микроскопическим исследованиям было установлено поразительное сходство (не только в основных структурах, но и во многих второстепенных деталях) жгутиков у различных представителей Mastigophora, а также у всех эукариот, обладающих этой органеллой (Pitelka, 1968; Sleigh, 1973; Hanson, 1977; Taylor, 1978; Серавин, 1980), что разные группы высших Protozoa произошли не от спермиев морских ежей и ресничек инфузорий, т. е. у самых различных клеток и организмов. Трудно поэтому поверить, что жгутиконосцы возникали в процессе эволюции неоднократно и к тому же от далеко отстоящих (филогенетически) предковых групп прокариот. Это становится совсем маловероятным, если учесть, что только в аксонеме (фибриллярной части) жгутика или реснички содержится свыше 100 неодинаковых полипептидов (Cavalier-Smith, 1979). Кроме того, теперь хорошо доказано (Sleigh, 1973; Hanson, 1977; Taylor, 1978; Серавин, 1980), что разные группы высших Protozoa произошли не от какой-то одной группы жгутиконосцев (зоомастигин, как полагает Мошковский), а от нескольких, друг с другом прямо не связанных форм. Самое любопытное, что большинство из них (хотя и не все) филогенетически ведут свое происхождение не от бесцветных, а от растительных жгутиконосцев (от автотрофных, но не гетеротрофных предковых форм).

Точка зрения Мошковского несомненно могла возникнуть лишь 20 лет назад, когда многие данные, которыми мы оперируем сейчас, еще просто не были известны науке.

Для выяснения истинной природы Protozoa очень важен и вопрос, являются ли жгутиконосцы первичными эукариотными организмами по отношению к амебоидным формам или, наоборот, вторичными. Причем подразумевается, что амебоидные простейшие в этом случае — обязательно гетеротрофы. Острота рассматриваемого вопроса увеличилась в последнее время благодаря дискуссии, возникшей вокруг теории происхождения эукариотной клетки (теория симбиогенеза), которую настойчиво развивает Маргелис (Margulis, 1970, 1983). Эта исследовательница утверждает, что первичные эукариотные клетки возникли путем последовательного симбиоза каких-то амебообразных прокариот сначала с аэробными бактериями (которые в процессе эволюции превратились в митохондрии), затем со спирохетами (которые в процессе эволюции постепенно превратились в жгутики). Так, по-видимому, сформировались прототипы бесцветных жгутиконосцев. Дальнейший их симбиоз с синезелеными водорослями (которые затем трансформировались в хлоропласты) привел к возникновению фитомастигин. Такова суть теории, которую обосновывает, опираясь на очень интересные факты, Маргелис.

Однако принять эту весьма любопытную концепцию, ведущую современных простейших от гетеротрофных амебоидных форм, все-таки невозможно. Имеются факты, которые полностью противоречат ей. Пожалуй, самый главный из них таков: не известно ни одного (!) случая симбиоза прокариотных организмов в прокариотных же видах. Все многочисленные примеры, которыми Маргелис и ее сторонники пытаются обосновать теорию симбиогенеза, иллюстрируют, что как прокариотные, так и эукариотные формы могут быть симбионтами лишь эукариотных клеток и организмов. Трудно поверить, что все способные к симбиозу в прокариотах бактерии и синезеленые водоросли<sup>2</sup> когда-то вымерли, тем более что сейчас они прекрасно существуют в самых разнообразных эукариотных клетках. Приходится сделать другой вывод: все прокариотные организмы в силу их особенностей, как морфологических, так и функциональных, не способны поддерживать внутри себя существование других орга-

---

<sup>2</sup> = цианобактерии

низмов (симбионтов). Кавалье-Смит (Cavalier-Smith, 1979), да и другие исследователи, отмечают, что сократительные белки жгутиков мастигофор имеют совершенно иное строение и состав, чем белки и структуры, осуществляющие работу жгутиков бактерий и движение спирохет, что безусловно свидетельствует против родства этих двигательных систем с аксонемой жгутика, а следовательно, и против теории симбиогенетического происхождения этой органеллы.

Удивительно, что Маргелис считает жгутик органеллой, эволюционно произошедшей из симбиотического прокариотного организма (спирохеты). Когда исследователи не что подобное утверждает в отношении митохондрий и хлоропластов, она выдвигает все-таки определенные аргументы: эти органеллы а) отделены от цитоплазмы двойной цитоплазматической мембраной (как любые настоящие симбионты): одна принадлежит самой органелле, а другая образована клеткой; б) содержат собственную ДНК прокариотного типа и в) имеют рибосомы опять-таки прокариотного типа.

Жгутик в этом отношении принципиально отличается и от митохондрий, и от хлоропластов. Наружная, подвижная часть его (ундулиподия) покрыта обычной поверхностной мембраной, являющейся прямым и непосредственным продолжением клеточной. Что же касается его внутренней части — кинетосомы, то она свободно лежит в окружающей цитоплазме, не отделенная от нее даже единственной мембраной. В жгутике нет ни своей ДНК (никакой вообще), ни своих рибосом. Он — неотъемлемая часть клетки или организма простейшего. Поднимать вопрос о симбиотическом происхождении этой органеллы абсолютно нет никаких оснований: ни морфологических, ни физиологических, ни биохимических.

Маргелис вовсе не случайно в качестве первичного исходного объекта для последующего симбиогенеза выбрала какое-то гипотетическое прокариотное амeboидное существо. Ведь для того чтобы приобрести эндобионта, нужно, чтобы он проник внутрь клетки. А это возможно только двумя путями: либо симбионт сам активно внедряется в своего хозяина через покровы, либо фагоцитируется (поглощается) им. Маргелис полагает, что проэукариотные предки могли захватывать пищу (а с нею и симбионтов) амeboидным способом.

Современные бактерии и синезеленые водоросли не обладают способностью к амебоидному движению, поэтому они не способны к фагоцитозу (фаготрофии).<sup>3</sup> Опять-таки очень трудно поверить, что все прокариоты, могущие фагоцитировать, когда-то существовали, а потом вымерли. При тщательном анализе имеющихся данных выявляется, что теория симбиотического происхождения эукариот не имеет под собой фактической основы. Правильней считать, что первичные эукариоты возникли путем последовательной эволюции от фотосинтезирующих прокариотных организмов и не обладали сначала ни способностью к амебоидному движению, ни к фаготрофии. Такое предположение подтверждается хорошо известным фактом, что способность к амебоидному движению возникает неоднократно и независимо практически во всех классах растительных жгутиконосцев. Не случайно, что наиболее широко она распространена среди таких подвижных фитомастигин, как отряды *Xanthomonadida* и *Chrysomonadida*.

У нас просто нет выбора: либо мы признаем, что способность к амебоидному движению возникала действительно независимо в разных группах (классах) растительных жгутиконосцев, либо, напротив, должны признать, что разные группы (классы) фитомастигин произошли от различных групп первичных гетеротрофных амёб (в литературе есть и такая точка зрения). В последнем случае мы неизбежно войдем в противоречие с фактами, изложенными на предыдущих страницах, и придем к утверждению, что жгутики и хлоропласты возникали у *Mastigophora* в процессе эволюции (или симбиогенеза) неоднократно.

Почти во всех классах фитофлагеллат в процессе эволюции совершенно независимо появляются бесцветные формы, т. е. виды, потерявшие хлорофилл (таблица). При этом они естественно лишаются способности к фотосинтезу и могут существовать лишь за счет хемотрофии. Что такого рода бесцветные жгутиконосцы — вторичного происхождения и берут начало от фотосинтезирующих автотрофных предков, большей частью установить нетрудно: они имеют запасные питательные вещества,

---

<sup>3</sup> Фагоцитоз (фаготрофия) — поглощение клетками твердых оформленных частиц; пиноцитоз — поглощение жидких веществ из окружающей среды с помощью вакуолей, образованных поверхностной мембраной.

Наличие бесцветных и фаготрофных видов среди отрядов окрашенных жгутиконосцев (Зеров, 1972; Dodge, 1973; Голлербах, 1977)

Отряд жгутиконосцев	Бесцветные формы	Фаготрофные формы
Cryptomonadida	+	+
Euglenomonadida	+	+
Prasinomonadida	+	+
Euchloromonadida	+	+
Dinomonadida	+	+
Chloromonadida	+	+
Eustigmatomonadida	+	+
Chrysomonadida	+	+
Xanthomonadida	+	+
Naptomadida	+	+

характерные для анцестральных (предковых) форм (крахмал у *Chilomonas* и парамил у *Peranema*).

Переход к высшей форме гетеротрофного питания твердыми оформленными частичками (фаготрофия и фагоцитоз) наблюдается уже у некоторых автотрофных (окрашенных) жгутиконосцев. Следует отметить, что фаготрофия достаточно широко распространена среди фитомастигин; она встречается у ряда видов практически во всех отрядах этих жгутиконосцев. Считать таких простейших животными или, напротив, растениями? Чтобы как можно точнее ответить на это вопрос, вернемся еще раз к критериям, которые Аристотель и Ламарк предложили для того, чтобы отличать животных от растений.

Сейчас можно смело утверждать, что эти критерии недостаточны. Ныне хорошо известно, что многие растения обладают высокой чувствительностью и в ответ на прикосновение моментально складывают листья и даже опускают ветви (мимозы, южноамериканские кислицы). Самые распространенные, обычные цветковые поворачивают листья вслед за солнцем или закрывают цветки на ночь. Насекомоядные формы растений довольно быстро захлопывают свои ловушки, когда в них попадает добыча. В то же самое время есть сидячие беспозвоночные животные, которые не выказывают никакой внешне проявляемой подвижности или чувствительности к механическим раздражениям (подавляющее большинство губок). Многие колониальные беспозвоночные животные, например кишечнополостные и губки, не обла-



дают способностью перемещаться по субстрату, а выраженной чувствительностью у них обладают лишь отдельные части (зооиды), но не весь организм в целом. Поэтому-то Аристотель и Линней относили их к животнорастениям.

Способ питания, если его рассматривать в самой общей форме, также не может служить надежным критерием для определения природы живых организмов. Правда, в том случае, когда эукариотный организм обладает автотрофным способом питания, мы можем с полной уверенностью утверждать, что это растение. Но если мы имеем дело с гетеротрофом, возникают трудности. Гетеротрофным способом обладают все грибы, однако они не являются животными. Он характерен и для ряда высших растений, как хищных, так и паразитических (пузырчатка, омела и др.).

Со школьных времен всем хорошо известно, сколь много общего имеют высшие животные и растения (Metazoa и Plantae). Они — многоклеточные организмы. И тем и другим присущи чувствительность и подвижность хотя бы на уровне отдельных клеток, входящих в состав их тела. В процессе эволюции чувствительность и двигательная активность в отдельных группах растений может возрастать, иногда достигая весьма высокого уровня. Напротив, у ряда беспозвоночных животных, особенно сидячих, эти свойства могут в какой-то мере ослабевать, затухать. Поэтому искать критерии для разделения организмов на растительные и животные среди функций или проявлений, свойственных всем эукариотам, а тем более всему живому, — безнадежно: мы сможем лишь выявить какие-то количественные различия (говоря словами Аристотеля, большую или меньшую одушевленность различных организмов со всеми переходами между крайними гранями). Нужно рассмотреть более конкретные формы этих общих проявлений. Они могут оказаться специальными для организмов разной природы. Анализ фактов подтверждает возможность и правильность такого подхода.

Хотя и Plantae и Metazoa в той или иной мере обладают чувствительностью и двигательными реакциями, однако только многоклеточные животные способны активно перемещаться с места на место, покидая обжитый участок либо во взрослом состоянии, либо (у прикреплен-

ных форм) на стадии многоклеточной личинки, которая выполняет расселительную функцию. Ни одно из высших растений не обладает такой способностью.

В некоторых эволюционных линиях развития *Plantae* можно найти полный ряд перехода растительных организмов от «чистой» автотрофии к «чистой» гетеротрофии. Однако никто из исследователей не утверждает, что произошло превращение растений в животных. В этом случае обычно опираются на научную интуицию. Между тем все обстоит очень просто: для высших животных характерна не гетеротрофия как таковая, а только одна из ее форм, никогда не встречающаяся у *Plantae*, — фаготрофия.

Способ питания, естественно, сказывается на биохимических путях утилизации пищи и в какой-то мере на конечных продуктах реакций, на запасных питательных веществах например. Во всяком случае давно установлено, что основным запасным питательным веществом для *Plantae* является крахмал, а для *Metazoa* гликоген.

Таким образом, можно выделить три основных критерия, которые действительно позволяют весьма четко разграничить высшие растения и высших животных:

а) способность организмов активно менять свою локализацию в пространстве (во взрослом состоянии или с помощью специальных многоклеточных расселительных стадий);

б) способность организмов к фотосинтезу (автотрофии) или фаготрофии;

в) способность организмов образовывать запасные питательные вещества типа крахмала или типа гликогена.

*Plantae* — живые организмы, неспособные активно менять свою локализацию в пространстве, автотрофы, накапливающие крахмал в качестве основного запасного питательного вещества. *Metazoa* — живые организмы, способные активно менять свою локализацию в пространстве (хотя бы на стадии многоклеточной личинки), фаготрофы, образующие гликоген в качестве запасного питательного вещества.

В тех случаях, когда высшее растение теряет способность к автотрофии и становится гетеротрофом, например омела, оно полностью сохраняет две другие существенные растительные черты и не приобретает свойств, характерных для животных (фаготрофия, накопление гликогена).

Иными словами, оно все равно остается растительным организмом.

Прикрепленные беспозвоночные животные (некоторые паразиты и все сидячие виды) во взрослом состоянии не способны менять свою локализацию в пространстве. Их расселение обеспечивают многоклеточные личинки или специальные стадии развития. Однако у некоторых губок личинки формируются внутри материнского организма, они не обладают подвижностью и выбрасываются в окружающую среду пассивно, токами жидкости. Однако такие губки обладают фаготрофным способом питания, а запасным питательным веществом у них является гликоген. Кроме того, они не приобретают ни одной другой черты, свойственной для растений, а поэтому по праву считаются животными.

Свободноживущие *Pogonophora* и паразитические черви *Cestoda* лишены кишечника, так что на уровне целого организма полностью потеряли способность к фаготрофии. Они — типичные гетеротрофы, поглощающие необходимые вещества с помощью пиноцитоза и активного транспорта молекул. Однако для цестод уже показано, что некоторые клетки их паренхимы могут фагоцитировать посторонние частички. В отношении погонофор этот вопрос пока еще просто не исследован. Правда, не вызывает сомнения, что для каких-то клеток и у этих организмов будет доказано существование фаготрофии, поскольку клеточный фагоцитоз установлен как для животных более низко, так и более высоко организованных, чем погонофоры. Между тем следует отметить, что у *Plantae* нет фаготрофии ни на организменном, ни на клеточном уровне.

Учитывая все сказанное, попытаемся определить истинную природу разных простейших. Сначала обратимся к бесцветным (нефотосинтезирующим) формам. Все они подвижны либо во взрослом состоянии, либо (у сидячих видов) образуют специальную расселительную личинку (бродяжку). Способностью к фагоцитозу обладают практически все свободноживущие бесцветные простейшие и многие из паразитических видов. Однако среди последних есть формы, питающиеся только с помощью пиноцитоза (*Astomatida*, *Apostomatida* и др.). Все они — очень подвижные организмы, имеющие гликоген в качестве запасного вещества, и поэтому их относят к животным.

Вообще не только у всех Metazoa, но и у подавляющего большинства бесцветных Protozoa запасное питательное вещество — гликоген. Правда, у представителей такой крупной группы, как Apicomplexa, он отсутствует. Его заменяет амилопектин, что хорошо показано на кокцидиях. Амилопектин является растительным полисахаридом и встречается у некоторых типичных водорослей (например, красных). Однако Apicomplexa — подвижные (на тех или иных стадиях развития) организмы, способные к ультрафагоцитозу (фагоцитоз, осуществляющийся через специальное отверстие — ультрацитостом), и их по праву относят к животным.

Теперь попытаемся установить с помощью выбранных нами критериев природу простейших, которых обычно принято объединять в группу Phylomastigophorea, т. е. окрашенных растительных жгутиконосцев.

В ряде классов этих простейших имеются виды, которые обладают, казалось бы, совсем несовместимыми сочетаниями растительных и животных черт. Один и тот же жгутиконосец может питаться благодаря фотосинтезу (автотрофно), а может в то же самое время и с помощью фагоцитоза (фаготрофно). Запасным питательным веществом у него может быть крахмал (или другой растительный полисахарид), но может быть и гликоген (он найден у некоторых окрашенных Xanthomonadida и Dinomonadida). При этом жгутиконосец активно плавает или ползает, как амеба.

Таких простейших на основе одних признаков можно отнести к типичным животным (подвижность, фаготрофия) и столь же легко на основании других признаков — к растениям (автотрофия, растительные запасные питательные вещества). Эти организмы являются действительно настоящими животнорастениями. Эволюционно они еще «не успели» разделиться, т. е. дивергировать на виды, одни из которых стали настоящими животными, а другие — растениями. Однако мы можем видеть, что в ряде филогенетических ветвей растительных жгутиконосцев такая дивергенция происходит. В одних ветвях наблюдается прогрессивная потеря анимальных черт, приводящая к возникновению чисто растительных организмов. Так, некоторые виды фитомастигин теряют способность к фаготрофному способу питания и полностью переходят к автотрофии. Часть из них наряду с этим в условиях

повышенного фотосинтеза временно отбрасывает жгутики, становясь неподвижными. Однако существуют и такие виды, которые вообще лишены жгута. Это уже настоящие одноклеточные растения. И зоологи и ботаники без колебаний считают их водорослями, хотя среди окрашенных жгутиконосцев они имеют весьма близких, но подвижных родственников.

Есть подобные же эволюционные линии с последовательной потерей растительных свойств, ведущие от фитомастигин к зоомастигинам. Благодаря этому теперь установлено, что зоофлагеллата имеют полифилетическое происхождение, т. е. различные их группы дивергировали не от одинаковых таксонов растительных жгутиконосцев. Независимо друг от друга и от разных форм фитомастигин появились также споровики, инфузории и саркодовые.

Растительные жгутиконосцы — эволюционно чрезвычайно важная, центральная группа организмов, в пределах которой происходило и происходит возникновение «чисто» растительных и «чисто» животных форм, как одноклеточных, так и многоклеточных. Ботаники давно уже доказали, что различные многоклеточные растения произошли от фитомастигин независимо: *Plantae*, *Pheophyta*, *Xanthophyta*, *Chrysophyta* и другие. Независимо возникли и основные группы грибов, берущие начало от растительных жгутиконосцев (например, *Hytridiomycetes* и *Oomycetes*).

Настоящие грибы неподвижны, точнее, не способны менять свое местообитание (этим они отличаются от животных), в то же время они не способны к автотрофии и питаются сапрофитно (чем отличаются от настоящих растений). *Eumycetozoa* и *Acgrasea* произошли от растительных жгутиконосцев (о чем свидетельствует наличие жгутиковых стадий в их жизненных циклах), однако в отличие от типичных животных взрослые формы у них, подобно грибам, обычно питаются сапрофитно. Кроме того, при размножении у них формируются спорообразующие органы — сорусы, сорокарпы или спорангии — т. е. структуры, характерные не для животных, а для грибов. Вот почему эти организмы ранее относили (а некоторые микологи и до сих пор относят) к грибам, а не к простейшим.

Однако, с нашей точки зрения, миксомицетов и акразиевых совершенно правильно в последнее время стали

считать простейшими. По всем трем критериям, которые мы использовали в наших рассуждениях, их следует признать животными. Действительно, эти организмы на той или иной стадии своего развития (одиночные амебы, плазмодии или псевдоплазмодии) способны активно перемещаться в пространстве и питаться фаготрофно. В качестве запасного питательного вещества они используют гликоген. Сходство же с грибами у них конвергентное.

Большинство имеющихся фактов свидетельствует в пользу того, что самые первичные простейшие, давшие начало современным растительным и животным жгутиконосцам, обладали автотрофным способом питания (фотосинтез с помощью хлорофиллов) и активно плавали. Следовательно, уже эти организмы совмещали черты, характерные для животных и растений. Учитывая это, а также существование миксомицетов, акразиевых и паразитических простейших, потерявших некоторые свойства, типичные для настоящих животных, мы, давая в дальнейшем точную характеристику Protozoa, должны отметить, что у разных представителей этих организмов животные черты могут быть развиты в неодинаковой степени. Более того, некоторые простейшие наряду с ними обладают растительными особенностями, так как способны к автотрофии и имеют запасные вещества типа крахмала или т. п.

## Глава 8

### **ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ ПРОСТЕЙШИЕ ОРГАНИЗМАМИ В МОРФОЛОГИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИИ?**

Простейших всегда считали и считают организмами. В этом нет ничего удивительного, потому что отсутствовал какой-либо психологический барьер, который мешал бы воспринимать такую истину. Левенгук называл их маленькими животными, зверушками. Длительное время в науке господствовала историческая линия идей Жобло—Эренберга, в соответствии с которой простейшие явля-

ются совершенными животными, имеющими морфологический план строения, близкий к червям (например, кольчатым). Сторонники клеточной теории, борясь с такими представлениями, тем не менее признавали Protozoa организмами, поскольку они обладают способностью к самостоятельному существованию и выполняют все функции, свойственные настоящим многоклеточным животным. Однако сторонники линии Шлейдена—Шванна отрицали сходство строения простейших с целыми Metazoa. Более того, они настойчиво проводили в жизнь идею о том, что Protozoa являются лишь самостоятельно существующими клетками, клетками-организмами, т. е. одноклеточными животными. Иными словами, они представляют собой организмы лишь в функциональном отношении, так что организменная организация никак (или по крайней мере существенно) не отражается на их конструкции. Простейшие всегда имеют план строения клетки.

Когда электронная микроскопия стала применяться для исследования тонкого строения живых систем, первые годы некоторые исследователи лелеяли надежду, что будут найдены какие-то структуры, специфические только для Protozoa. Однако эти ожидания не оправдались.

Известный американский протозоолог Пителка (Pitelka) уже в 1968 г., обобщая накопленные к тому времени данные, писала: «Электронный микроскоп показал, что тонкие структуры Protozoa непосредственно и неизбежно сравнимы с таковыми клеток многоклеточных организмов» (с. 286). В самом деле, и в том и в другом случае были найдены одинаковые органеллы, которые вообще присущи эукариотной клетке. Более того, если какие-либо простейшие в процессе эволюции приобрели специфические органеллы (глутку, мионемы и т. п.), то оказывается, что они построены из тяжелей микротрубочек или микрофиламентов (а также их комбинаций), подобные которым встречаются и в клетках Metazoa. Короче говоря, электронная микроскопия полностью подтвердила, что все Protozoa находятся на клеточном уровне организации, поэтому говорить об их неклеточном или надклеточном строении не приходится. Эта общность, сходность конструкции простейших и клеток Metazoa настолько бросалась в глаза, что у исследователей, занимающихся систематикой простейших, первые электронно-микроскопи-

ческие данные вызвали откровенное разочарование, поскольку они действительно надеялись найти специфические структуры, которые послужили бы для усовершенствования классификации разных групп Protozoa и помогли бы уточнить их родственные (филогенетические) связи. Поэтому, подводя в своих работах итоги первого этапа исследования тонкого строения простейших, закончившегося к концу 60-х гг., многие авторы приходят к выводу, что данные по ультраструктурам не могут быть использованы для систематики Protozoa.

Однако в 70-е гг. электронно-микроскопические исследования строения самых различных животных и растений получили необычайно широкий размах; быстро стали накапливаться новые данные, свидетельствующие о том, что некоторые ультраструктуры и органеллы простейших претерпевают определенные, закономерные преобразования, так что в разных систематических группах они, оказывается, имеют не идентичное строение. Так, выяснилось, что каждая группа фитомастигин обладает достаточно выраженными особенностями ультратонкого строения поверхности жгутиков (наличие и форма чешуек, шипиков и мастигонем). Довольно скоро было установлено, что эти новые морфологические признаки имеют систематическое значение и позволяют исследователям точнее, чем раньше, разделять и определять разные группы хлорофиллоносных жгутиконосцев.

Было доказано, что для крупных таксонов растительных жгутиконосцев характерно свое особое строение хлоропластов (число тилакоидов<sup>1</sup> в ламелле,<sup>1</sup> количество окружающих хлоропласт цитоплазматических мембран, связь с эндоплазматическим ретикулумом и т. п.). Найдены были ультраструктурные особенности системы волокнистых дериватов (корешковых образований) кинетосом<sup>2</sup> у разных крупных групп простейших (например, у жгутиконосцев и инфузорий). Обнаружены органеллы, специфические для споровиков, но отсутствующие у всех других Protozoa.

---

<sup>1</sup> В пластидах растительных клеток хлорофиллсодержащие пластинчатые структуры называются тилакоидами. Они могут объединяться в группы (ламеллы или граны).

<sup>2</sup> Кинетосома — внутрицитоплазматическая часть реснички или жгутика, по строению практически идентична центриоли.



Мы не будем продолжать перечисление подобного рода примеров, но сразу же отметим, что ситуация в оценке значения ультраструктуры простейших за последние 7—10 лет коренным образом изменилась. В этом отношении наступил новый, второй этап. Отмечая столь выраженные изменения, американский протозоолог Корлисс (Corliss, 1979) пишет в своей монографии, посвященной морфологии, эволюции и филогении инфузорий, что в систематике этой группы, да и вообще в систематике Protozoa, наступил век ультраструктуры. Век ультраструктуры! Таким высоким стилем он подчеркивает не просто признание значения электронно-микроскопических исследований в систематике простейших, но и принципиально важную роль таких исследований в протозоологии вообще.

К концу 70-х гг. важное значение ультраструктурных данных было признано в самых разных классических областях биологии. Они были успешно применены, например в систематике грибов и низших растений. Появились очень серьезные исследования, показывающие большое значение электронной микроскопии для систематики Metazoa и Protozoa.

Мы приводим все эти сведения, чтобы читателю было ясно, что события, наблюдающиеся в последнее десятилетие в протозоологии, не есть какой-то изолированный процесс. Они тесно связаны с общими и бурными успехами биологии в области морфологии и систематики живых организмов. Эти успехи объясняются тем, что наука овладевает новым базисным, ультраструктурным уровнем организации живых систем.

Если в первый период электронно-микроскопических исследований было подтверждено, что Protozoa действительно имеют клеточный уровень организации (это еще раз подтвердило правильность клеточной теории), то во второй период, который все еще продолжается, накоплены многочисленные факты, показывающие, что, помимо этого, макротаксоны простейших обладают еще специфической морфологической организацией, своим особым планом строения, характерным только для представителей данного таксона.

Зоологи, занимающиеся строением и систематикой многоклеточных животных, давно уже (со времен Кювье и Ламарка и до наших дней) исследуют основные морфологические планы организации ведущих групп этих орга-

низмов, что позволило им выделить хорошо знакомые нам типы Metazoa. Простейших они, как и сами протозоологи, традиционно объединяли в один-единственный тип Protozoa. Это объяснялось наличием у всех изученных микроскопических животных (по данным светооптических исследований), вроде бы, плана строения типичной клетки. Недаром до сих пор в научной литературе понятия «простейшее» и «одноклеточное животное» являются синонимами. Вполне понятно, что когда благодаря ультраструктурным исследованиям было доказано, что Protozoa помимо общего для них клеточного плана строения в разных макротаксонах имеют еще специальные морфологические планы организации, ранее неизвестные, протозоологи начали ту работу, которую остальные зоологи почти уже закончили, — выделять основные типы простейших.

Как мы уже отмечали, в последнее время подцарство Protozoa разделено по одной из новейших систем на 7 (Levine et al., 1980), а по другой на 9 отдельных типов (Крылов и др., 1980). Следовательно, единый тип Protozoa прекратил свое существование. Вполне вероятно, что по мере уточнения общих планов строения крупных таксонов простейших количество типов в системе этих животных еще увеличится. Легко заметить, что все 7 (или 9) типов Protozoa не являются новыми, только что открытыми группами организмов. Напротив, они были ранее хорошо нам известны, только в качестве подтипов или даже классов (в зависимости от той или иной классификационной системы). Короче, они лишь повышены в своем систематическом ранге. Электронная микроскопия, следовательно, не вошла здесь в противоречие со световой, а лишь углубила наше понимание простейших. Буквально говоря, она позволила увидеть то, что прежде было технически невозможно, а именно: специальные организменные планы строения этих животных наряду с клеточным, открытым еще с помощью светового микроскопа.

Для краткости на примере только трех типов Protozoa — Apicomplexa, Sarcomastigophora и Ciliophora — проследим влияние электронной микроскопии на современные представления протозоологов о строении простейших и их положении в системе.

Исследования ультраструктуры самых различных споровиков показали, что помимо клеточного они обладают

(хотя бы на одной из стадий жизненного цикла) своеобразным, специфическим организменным планом строения, не имеющим ничего подобного у других групп Protozoa. Рассмотрим типичный случай. Тело простейшего покрыто не одной, а тремя, обычно параллельно расположенными мембранами (поверхностной и двумя, лежащими под ней); образуется мембранный комплекс — пелликула, под которой находится выраженный слой продольных микротрубочек, идущих от переднего конца к заднему; в совокупности они образуют опорную или опорно-двигательную систему (цитоскелет). Большей частью в срединной зоне тела имеется микропора, или ультрацитостом (микроскопический рот), служащий для питания (ультрафагоцитоза пищи). В передней части тела сформирован сложный ультраструктурный морфологический комплекс, состоящий из органелл нескольких типов: полярного кольца (или нескольких колец), конидия, роптрий и микронем (строение которых мы рассматривать не будем). Они могут тянуться до самого заднего конца. Этот комплекс получил название апикального, так как он начинается в апикальной (верхушечной) части переднего конца тела. Поскольку он встречается только у споровиков, то эту группу простейших вполне логично предложили выделить в отдельный тип и назвать Apicomplexa, а не Sporozoa, как прежде. Тем более что истинные споры образуют и представители других типов Protozoa (Myxosporea, Microsporea, Acetosporea).

Установление общего плана строения Apicomplexa позволило решить ряд очень интересных вопросов. Так, давно уже известен паразитический организм, поражающий плантации устриц и наносящий этим съедобным моллюскам огромный вред. Однако систематическое положение паразита точно определить долго не могли. Сначала по некоторым признакам и особенностям жизненного цикла его причислили к лабиринтулам и называли Labyrinthomyxa. Позднее отнесли к грибам, сменив его наименование на Dermocystidium marinum. Однако истинная природа устричного паразита оставалась неясной, пока американский исследователь Перкинс (Perkins, 1976) не изучил тонкое строение его зооспор. Оказалось, что они имеют точно такой же организменный план строения, как и Apicomplexa (трехслойная пелликула, подлежащий слой микротрубочек, слегка видоизме-

ненный апикальный комплекс, ультрацитостом). Животное (что теперь уже доказано) вновь переименовали, но уже назвав в честь автора, выяснившего его истинную природу, *Perkinsus*. Род *Perkinsus* выделен в специальный класс Perkinsea в пределах типа Apicomplexa; все ранее известные споровики объединены в другой класс — Sporogsea. Как мы видим, в конечном итоге под влиянием новых электронно-микроскопических данных существенно изменена вся макросистема групп этих простейших.

Учитывая тот факт, что на некоторых стадиях развития Apicomplexa имеют жгутики, легко предположить, что они произошли от каких-то жгутиконосцев. Однако до последнего времени найти их потенциальных родственников не удавалось. Опять-таки на помощь пришла электронная микроскопия. Исследование ультраструктуры маленького хищного жгутиконосца *Bodo perforans*, которого относили по внешним признакам к отряду Kinetoplastmonada, показало, что у него не только нет кинетопласта, но имеются зачатки плана строения, характерного для Apicomplexa. Пелликула *Bodo perforans* трехслойная и подостлана слоем микротрубочек. У простейшего, кроме того, обнаружен ультрацитостом (отсутствующий у всех других жгутиконосцев); наконец, у него имеется один из компонентов апикального комплекса — микронемы. На основании такого строения это простейшее пришлось исключить из рода *Bodo*, да и вообще из Kinetoplastmonada, поскольку у него нет кинетопласта. Теперь его переименовали в *Spiromonas perforans*. Конечно, это еще жгутиконосец, поскольку апикальный комплекс у него не сформирован. Зачаток комплекса, включающий микронемы, возник, скорее всего, для обеспечения внедрения переднего конца хищного простейшего в тело жертвы, которой является другой жгутиконосец (*Chilomonas paramecium*). По-видимому, при переходе от хищного образа жизни к паразитическому виды, родственные *S. perforans*, приобрели полный набор апикальных органелл и дали начало настоящим Apicomplexa.

Отмечая очень важную роль электронной микроскопии в изучении Apicomplexa, выделении этого типа и определении двух классов, входящих в его состав, мы обязательно должны подчеркнуть, что все остальные крупные таксоны (ниже классов), входящие в этот тип и созданные

на основе светооптических данных, сохранились. Уточнены лишь их организменный план строения.

Интересно, что в общей форме то же самое можно сказать и про жгутиконосцев. Электронная микроскопия в большинстве случаев на основании более тонких критериев подтвердила правильность деления этой группы простейших на отряды. Правда, благодаря этому методу, ею внесены некоторые коррективы и на данном уровне: обосновано выделение совершенно нового отряда *Eustigmatomonadida* и окончательно доказано существование класса *Prasinomonadida*. Кроме того, особенности тонкого строения некоторых органелл (митохондрий, хлоропластов, придатков на поверхности жгутиков и т. д.) позволяют усовершенствовать макросистему *Mastigophora*, сделать ее более естественной (филогенетической).

Благодаря ультраструктурным исследованиям многих авторов, обобщенных Тэйлором (Taylor, 1978), выяснено, что митохондрии жгутиконосцев, да и других простейших имеют два основных типа крист.<sup>3</sup> Тип строения крист на клеточном уровне организации живых систем оказался весьма стойким и эволюционно консервативным признаком (Серавин, 1980). В крупных таксонах он является одинаковым для всех представителей, независимо от различных модификаций основного плана строения самих организмов. Поэтому жгутиконосцев можно разбить на две основные группы: имеющие митохондрии с трубчатыми кристами — *Tubulacristata* и имеющие митохондрии с пластинчатыми кристами — *Lamellacristata*. В пределах этих двух ветвей *Mastigophora* размещаются все группы жгутиконосцев (Серавин, 1980).

Однако самое главное из того, что дала электронная микроскопия, заключается в следующем. Она позволила установить, что характерным для всех *Mastigophora* является не только наличие жгутика, но и обязательное присутствие своеобразного цитоскелета. Цитоскелет *Mastigophora* всегда образован фибриллярными дериватами кинетосом. В подавляющем большинстве случаев (и обязательно у всех наиболее примитивных классов жгутиконосцев) в клетке имеются два типа таких дерива-

---

<sup>3</sup> Кристы, или система внутренних мембран, имеют вид трубочек или пластин.

тов: поперечно исчерченный филамент (филаменты), идущий в глубь цитоплазмы (часто до ядра и далее), и лента (ленты) микротрубочек, проходящая обычно под поверхностью тела, где она формирует те или иные опорно-двигательные структуры. Обычно каждая кинетосома дает полный набор этих морфологических образований. В процессе эволюции число микрофиламентов или лент микротрубочек может увеличиваться или, напротив, может происходить редукция (вплоть до полного исчезновения) либо микрофиламентов, либо микротрубочек. Так или иначе, каждый таксон *Mastigophora* имеет иной, свой тип цитоскелета, являющийся модификацией какой-то предковой его формы.

Кинетосомы жгутиков клеток истинных *Metazoa* практически всегда имеют поперечно исчерченные филаменты (микротрубочки отсутствуют). Это почти исключительно опорные элементы самих двигательных органелл, которые называются поэтому корневыми нитями. Правда, такое название стали теперь довольно широко использовать и для обозначения кинетосомальных фибриллярных дериватов кинетосом простейших. Однако подчеркнем еще раз, что у жгутиконосцев, например, эти дериваты развиты достаточно сильно и образуют в совокупности либо субмембранный (субпелликулярный), либо внутриклеточный осевой цитоскелет; в некоторых случаях весьма развиты и тот и другой. Следовательно, жгутиконосцы (на стадии трофонта)<sup>4</sup> имеют определенный план строения; все они несут жгутик (или жгутики) на переднем (апикальном) конце тела и имеют связанный с кинетосомами цитоскелет. В настоящее время простейших, которые имеют подобного рода организацию, относят, по системе Ливайна с соавторами (Levine et al., 1980), к типу *Sarcomastigophora*. Его разделяют на два подтипа: *Mastigophora* и *Sarcodina*. Между тем жгутиконосцы и саркодовые (амебоидные организмы) имеют совершенно разные планы строения. У саркодовых на стадии трофонта жгутики и кинетосомы вообще отсутствуют, поэтому нет цитоскелета, характерного для *Mastigophora*, движение осуществляется с помощью псевдоподий. В тех относительно немногих случаях, когда у трофонтов амебоидных видов есть или

---

<sup>4</sup> Трофонт (трофозонт) — стадия развития простейшего, на которой он активно питается.

может временно формироваться жгутик, сколько-нибудь развитый цитоскелет не образуется. Формы, у которых трофонт не только имеет жгутики, но и формирует настоящий цитоскелет кинетосомального происхождения, должны быть отнесены к *Mastigophora*. Учитывая все это, мы предложили (Серавин, 1980) разделить *Sarcomastigophora* на два самостоятельных типа: *Mastigophora* (жгутиконосцы) и *Sarcodina* (амебоидные организмы).

Как уже было отмечено, строение цитоскелета мастигофор сильно варьирует, но имеет общие черты сходства у представителей одного и того же отряда. Основываясь на этом, а также на других ультраструктурных признаках, легко проверить, правильно ли определено место того или другого вида жгутиконосцев в системе. Такие работы сейчас ведутся широким фронтом и, нужно сказать, весьма успешно. Ныне известно уже много случаев, когда оказывается, что некоторые виды *Mastigophora* помещены не в тот отряд, в который следовало их поместить, поскольку первичное определение производилось с помощью светооптического микроскопа, а он, как хорошо известно, не позволяет улавливать организменный план строения простейших. Мы не будем приводить соответствующие примеры, они аналогичны тем, которые были продемонстрированы, когда речь шла об *Apicomplexa*.

Для представителей типа *Ciliophora* — инфузорий — характерен весьма четкий организменный план строения, который диктуется в первую очередь своеобразным межклеточным цитоскелетом, образованным дериватами кинетосом соматических ресничек. У видов, соматические реснички которых в процессе эволюции полностью исчезают, редуцируется и цитоскелет, однако он сохраняется у личинок (мигрантов) этих инфузорий.

Исходно, в идеальном случае, каждая соматическая кинетосома у *Ciliophora* образует три (и только три) фибриллярных деривата, каждый из которых отходит от нее в строго определенном месте. Хорошо известно, что стенка кинетосомы образована из 9 триплетов продольно расположенных микротрубочек. Сейчас для инфузорий разработан хороший и надежный способ нумерации этих триплетов. Так вот, оказывается, что у всех *Ciliophora* от триплета № 7 соматической кинетосомы отходит поперечно исчерченный микрофиламент, который идет не в глубь клетки, а вперед вдоль своего ресничного

ряда почти параллельно поверхности тела простейшего. Эта ультраструктура называется кинетодесмальным филamentом. От триплета № 9 тоже справа от кинетосомы берет начало лента микротрубочек, она идет в эктоплазме простейшего так же, как и кинетодесмальный филament, но только не вперед, а назад. Поэтому она названа постцилиарной фибриллой (кзади от реснички отходящая фибрилла). В зоне триплетов № 3 и № 4 уже слева от кинетосомы начинается лента микротрубочек, отходящая в сторону соседнего ресничного ряда. Ее так и называют — поперечная, или трансверсальная, фибрилла. Набор, состоящий из трех дериватов кинетосомы и включающий кинетодесмальный филament, постцилиарную и трансверсальную фибриллы, является наиболее обычным, наиболее типичным, исходным для Ciliophora и получил название стандартного, или классического. Вполне понятно, что от всего множества соматических кинетосом, входящих в состав ресничной системы инфузории, идут вперед, назад, а также вбок многочисленные дериваты трех этих типов. Все вместе они образуют единый цитоскелет, лежащий под поверхностью тела простейшего, в эктоплазме, а поэтому были названы эктоплазматической фибриллярной системой. Ничего подобного не найдено у других типов Protozoa, в том числе и у Mastigophora.

Специфический план строения инфузорий, существенно определяемый наличием эктоплазматической фибриллярной системы и ядерного дуализма,<sup>5</sup> давно позволил исследователям рассматривать их как особую, четко очерченную группу. Еще в тот период, когда Protozoa считали единым типом, американский протозоолог Корлисс (Corliss, 1979) выделил инфузорий в особый тип Ciliophora.

Мы не будем, как уже специально отмечали, останавливаться на рассмотрении планов строения других типов простейших. Конечно, это позволило бы нам глубже войти в ту область протозоологии, которая сейчас является одной из «горячих точек» и бурно развивается. Однако для выбранной нами цели, по-видимому, достаточно уже сказанного.

---

<sup>5</sup> Характерным признаком любой инфузории является наличие у них двух типов ядер — генеративного (микронуклеуса) и вегетативного (макронуклеуса).



Электронная микроскопия внесла существенный вклад в понимание природы простейших; доказав, что они одновременно имеют два плана строения — клеточный и организменный. Возникает вопрос, как же эти планы могут совмещаться в пределах одного и того же существа? Почему один из них не вытеснен другим? Подобного рода ситуации возникали и в других областях науки. Так, в свое время у физиков велись длительные споры о природе света. Одни из них, опираясь на великолепные экспериментальные данные, доказывали, что свет — это непрерывные электромагнитные волны определенной длины, испускаемые светящимся телом. Другие, основываясь на столь же блестящих фактах, добытых в экспериментах, обоснованно утверждали, что свет — это поток дискретных корпускул, последовательно испускаемых их источником. Каждая группа физиков настаивала, что только их точка зрения является правильной. Споры по этому важнейшему вопросу были прекращены лишь после того, как великий Нильс Бор выдвинул свой знаменитый принцип дополнительности. В соответствии с предложенным принципом, объекты действительного мира могут одновременно обладать противоположными свойствами (несовместимыми с точки зрения человека), дополняя друг друга. Поэтому фотоны света являются одновременно и волной и частицей. Интересно отметить следующее: Бор предполагал, что в будущем принцип дополнительности найдет особое применение в биологии. Насколько нам известно, до сих пор никто серьезно не брался за проверку этого предположения.

С нашей точки зрения, организменный план строения Protozoa является дополнительным к их клеточному плану строения. Он тесно связан у свободноживущих форм (например, *Mastigophora* и *Ciliophora*) с опорно-двигательной системой, а у паразитических, помимо этого, и с системой, обеспечивающей проникновение в организм (или клетку) хозяина (апикальный комплекс *Apicomplexa*). Приобретая определенный организменный план строения, простейшие сохраняют и клеточный уровень организации и не выходят за его пределы. В этом нет ничего удивительного: какой бы сложности ни достигали представители Protozoa, все основные эволюционные задачи решаются у них путем модификации обычных органелл или благодаря возникновению новых (рот,

глотка, задняя кишка и т. п.), однако всегда лишь за счет комбинаций стандартных цитоплазматических ультраструктур (мембран, микротрубочек, микрофиламентов и т. д.).

Ныне, давая определение или характеристику простейших, мы обязательно должны сказать, что эти животные являются настоящими организмами не только физиологически, но и морфологически и обладают не только клеточным, но и организменным планом строения.

## Глава 9

### ЯВЛЯЮТСЯ ЛИ PROTOZOA ОДНОКЛЕТОЧНЫМИ?

Сторонники исторической линии идей Шлейдена—Шванна с самого начала считали простейших одноклеточными животными. Эта точка зрения быстро стала (и остается до сих пор) господствующей среди биологов (и практически единственной среди протозоологов). Читатель может вспомнить, что в предыдущих главах сам автор несколько раз использовал выражение «одноклеточные животные» в качестве синонима Protozoa. Напомним также, что в работе, опубликованной Международным комитетом по систематике простейших, особо подчеркивается, что Protozoa — существенно одноклеточные животные.

В одной из предыдущих глав (см. гл. 5) мы, однако, установили, что сторонники линии Жобло—Эренберга настойчиво собирали факты, которые они использовали для доказательства неклеточного или надклеточного строения простейших. Правда, своеобразие организации Protozoa не раз отмечали и крупнейшие представители линии Шлейдена—Шванна. Так, крупнейший наш гистолог академик А. А. Заварзин, которого даже при самом великом желании трудно отнести к противникам клеточной теории (несмотря на его весьма своеобразные гипотезы происхождения Metazoa и Protozoa), в свое время пришел к выводу, что «так называемые одноклеточные организмы никак нельзя сравнивать с отдельными клетками тканей многоклеточных организмов».

Впрочем, многие зоологи (в том числе и прото-зоологи) давно интуитивно чувствуют, что между Protozoa и клетками Metazoa действительно существует определенная грань, какое-то до конца еще не понятое нами различие. Однако интуитивные догадки не могут считаться в науке сколь-нибудь верными, пока они логически не обоснованы. Поэтому попытаемся произвести достаточно тщательный анализ имеющихся фактов, который, быть может, позволит выяснить истинное положение дел.

В процессе развития клеточной теории постепенно накапливалось все больше и больше фактов, показывающих, что клетка в составе многоклеточного организма, являясь лишь относительно самостоятельной системой, имеет совсем иные потенции, чем свободноживущее одноклеточное животное. Она, подобно эндобионтам, имеет среду первого порядка (организм, в состав которого она входит), изолирующую ее (хотя бы частично) от непосредственного влияния и взаимодействия со средой второго порядка (внешним миром). Подобно эндобионтам, такая клетка также снабжается питательными и иными веществами в уже переработанном соседними клетками виде. Ее деятельность в той или иной мере обязательно регулируется со стороны организма. В этом случае сама клетка Metazoa в отличие от любого простейшего уже не является организмом. Она претерпела известный ущерб не только в физиологическом, но и морфологическом отношении, особенно при глубокой односторонней дифференцировке (нервные, мышечные, железистые и т. п. клетки), хотя, естественно, это служит на благо жизнедеятельности всей живой системы, в состав которой она входит.

У свободноживущих простейших существенное развитие претерпевает опорно-двигательный аппарат, который придает этим животным помимо клеточного еще и особый морфологический (организменный) план строения. У паразитических форм новый план строения может возникать у расселительных стадий. Так, у Muxosporea возникают многоклеточные споры. Однако имеются Protozoa, которые и на стадии трофонта представляют собой многоклеточные организмы. Все, пусть и немногие, пусть и весьма своеобразные по строению виды типа Labyrinthomorpha — многоклеточные существа. Опять-таки все простейшие,

входящие в состав класса Acrasea, на стадии подвижного псевдоплазмодия также многоклеточны. Разные виды *Volvocida* состоят из значительного или даже большого числа клеток (*Volvox globator*, например). Среди *Dinophyta* есть многоклеточные формы (род *Polykrykos*). Можно ли согласиться с мнением Международного комитета по систематике простейших (Levine et al., 1980), что *Protozoa* являются «принципиально, существенно одноклеточными» организмами, если ныне известно, что среди этих существ имеются целые роды, класс и даже тип, представители которых состоят из многих клеток? Конечно, нет. Может быть, проще всего удалить такие многоклеточные формы из *Protozoa*, т. е. самым простым способом ликвидировать возникшее положение. Однако существующие многоклеточные виды простейших морфологически и филогенетически настолько тесно связаны с одноклеточными организмами и столь принципиально отличаются от *Metazoa*, что сделать это невозможно. При более тщательном анализе сложившейся ситуации становится очевидным, что в этом и нет необходимости.

Есть два понятия «многоклеточный организм». Одно из них — просто понятие из научного обихода, оно означает лишь, что организм состоит не из одной, а из большего числа клеток. Другое — научный термин, отражающий уровень организации живой системы. Поэтому *Metazoa* — многоклеточные животные не только из-за того, что в их теле много клеток, но и потому, что у них произошла дифференцировка вегетативных клеток и возникло по крайней мере два их типа (естественно, не считая половых). У *Protozoa* такого никогда не наблюдается. У *Polykrykos* есть лишь одна вегетативная клетка и множество половых. У *Myxozoa* вегетативная особь — это плазмодий, а расселительная стадия — спора — многоклеточна. *Volvocida*, *Acrasea* и *Labyrinthomorpha* имеют одинаковые (качественно) вегетативные клетки.

Обычно принято считать, что существует два уровня организации эукариотных организмов: многоклеточный и одноклеточный. Однако это деление неточное. Вероятно, следует говорить о существовании двух, но иных уровней: клеточного (*Protozoa*) и метаклеточного (*Metazoa* и *Plantae*).

Клеточный уровень организации живых организмов определяется вовсе не количеством клеток, входящих

в их состав (среди простейших есть формы, тело которых действительно представляет собой одну клетку, у других их несколько, а у третьих — сотни и даже тысячи), а тем, что эволюция таких организмов осуществляется лишь за счет умножения и дифференцировки уже имеющихся, а в ряде случаев и за счет вновь возникающих органелл. Поэтому они не преодолевают и не могут преодолеть клеточный уровень организации.

Protozoa, тело которых состоит из многих клеток, как разделенных поверхностными мембранами, так и не разделенных (плазмиды и т. п.), невозможно считать одноклеточными существами, тем более «существенно одноклеточными». Нельзя их отнести и к Metazoa, поскольку они не достигли метазойного уровня и не имеют дифференцировки вегетативных клеток. Это организмы на клеточном уровне организации, или, как мы для краткости будем называть, клеточные организмы.

Зоологи, применив термин Metazoa — в противовес Protozoa, — были глубоко и безусловно правы, хотя, имея в виду многоклеточность, этих животных они могли бы назвать Polycellulata. Однако Metazoa отличаются от Protozoa не количеством клеток, а иным уровнем своей организации. Metazoa — это живые существа, у которых эволюция идет не за счет внутриклеточных перестроек (хотя и неизбежно сопровождается ими), но благодаря дифференцировке вегетативных клеток, что привело к образованию тканей и органов. Это действительно метаклеточные существа, в организации которых играют роль не только клетки сами по себе, но также синцитии, симпласты и межклеточные вещества. Известно, что у некоторых мелких Metazoa (например, некоторых коловраток) все ткани представляют симпласты, т. е. они не состоят из отдельных клеток, тем не менее мы с полным правом относим и должны относить их к Metazoa — метаклеточным животным.

Итак, эукариоты образуют два уровня организации живых существ — клеточный (разнообразные Protozoa) и метаклеточный (Metazoa и Plantae). Нам кажется, что непонимание этого факта и служило до последнего времени главной основой теоретических споров в прото-зоологии и в пределах клеточной теории вообще.

В связи со сказанным очень важно обратить внимание на то, что сторонники линии Шлейдена—Шванна считали

и считают: все эукариотные организмы должны быть или многоклеточными, или одноклеточными, *tertium non datur!* (третьего не дано!). Впрочем, такой же точки зрения придерживались и последователи линии Жобло—Эренберга. И те и другие сходились на том, что общей антитезой этим двум понятиям является понятие «неклеточные (или надклеточные) организмы». Сторонники клеточной теории доказывали, что существ, отвечающих этой антитезе, в природе нет. Приверженцы линии Жобло—Эренберга, напротив, пытались показать, что либо Metazoa, либо Protozoa (или хотя бы часть их пусть на каком-то этапе эволюции или онтогенеза) являются неклеточными, а простейшие могут просто «перерастать» клетку и становиться надклеточными. В последнем случае сторонники линии Шлейдена—Шванна строго постулируют: «Protozoa — всегда одноклеточные существа. Protozoa — существенно одноклеточные организмы». И при всем этом включают в их состав формы, состоящие из многих клеток, тем самым противореча самим себе.

На основе многоклеточной (метазойной) организации возникли весьма разнообразные формы животных: дотканевые — губки (*Spongia*), первичнотканевые — бескишечные черви (*Acoela*) и многообразные типы животных, имеющих многие органы. Посмотрим, какие формы организмов возникают на уровне клеточной организации, т. е. за счет развития и модификации клеточных ультраструктур и органелл.

Среди свободноживущих простейших (жгутиконосцев, инфузорий и саркодовых) легко и весьма нередко возникают колониальные организмы (как результат недоведенного до конца деления этих животных). Однако колония — это уже не одноклеточный организм, а агрегат взаимосвязанных клеток. Причем взаимосвязь эта может быть весьма тесной. Так, у представителей колониальных инфузорий из отряда *Peritricha* имеется общеколониальная сократительная система (*Zoothamnium*). В то же время колониальных простейших нельзя считать и типичными многоклеточными животными (тем более метазойными), поскольку морфофункциональные связи между отдельными зооидами достаточно слабы. Естественно, что дифференцировка между вегетативными клетками у них полностью отсутствует. Однако кто же станет утверждать,

что колониальные простейшие имеют неклеточную или надклеточную организацию. Такая мысль даже никому не приходила в голову. Тем не менее назвать состоящий из многих клеток колониальный организм одноклеточным было бы неправильным. Подобно одиночным многоклеточным Protozoa колониальные представители этой группы животных не являются одноклеточными; такие простейшие тем не менее находятся на клеточном уровне организации, т. е. являются клеточными организмами.

Как у Protozoa, так и у Metazoa в ряде случаев наблюдается слияние уже сформировавшихся клеток друг с другом, так что образуются многоядерные объединения, которые называют синцитиями (syn — вместе, cytos — клетка), или симпластами. У амeboидных простейших такие образования принято называть плазмодиями. Как плазмодии, так и подобные синцитию простейшие могут образовываться путем недоконченного до конца деления. Такой способ их образования характерен для многих саркодовых, например фораминифер и ксенофиофорей.

Плазмодии истинных миксомицетов образуются в результате слияния многих сотен и многих тысяч отдельных, независимых амeб. Естественно, что возникающий подобным образом организм уже не может считаться одноклеточным, однако, поскольку морфологические границы между отдельными амeбами в процессе их слияния исчезают, то он не является также и многоклеточным. Это типичный клеточный организм.

Формирование плазмодия путем недоконченного до конца деления клеток легко продемонстрировать на примере микрогаметоцита кокцидии *Eimeria magna* (Apicomplexa). Молодой микрогаметоцит имеет небольшие размеры и содержит одно ядро. Затем происходит деление ядра на два, и параллельно объем цитоплазмы удваивается. Далее протекают многократные повторные деления ядер, объем цитоплазмы пропорционально увеличивается, и так происходит до тех пор, пока не образуется зрелый многоядерный микрогаметоцит, который позднее распадается на огромное количество отдельных одноядерных двужгутиковых клеток (микрогамет). Умножение (полимеризация) числа органелл с одновременным возрастанием величины организма — явление весьма распространенное не только у саркодовых, но также у жгутиконосцев и инфузорий. Это один из кардинальных путей эволюции

Protozoa. Так, у мастигсфор из отряда Diplozoa (что значит «удвоенные животные») этот процесс внешне выглядит особенно наглядно и демонстративно. *Deverscovina striata* — обычный моноэнергидный жгутиконосец, обладает четырьмя жгутиками; единственное ядро лентовидное. Кинетосомы имеют фибриллярные дериваты. Вдоль всего тела внутри цитоплазмы проходит опорная стержневидная органелла — аксостиль. Во время продольного деления все перечисленные структуры удваиваются, а затем закономерно распределяются между дочерними особями.

У представителя Diplozoa жгутиконосца *Octomitus interstitialis* в норме тело во всех отношениях практически идентично делящемуся *Deverscovina striata*. Есть парный набор жгутиков (4 + 4), двойной набор кинетосом, ядер и два аксостилья. Эти органеллы размещены в едином организме простейшего так, словно оно сложено из двух параллельно расположенных особей *D. striata*, но не отделенных друг от друга поверхностной мембраной. У некоторых других Diplozoa тело может быть составлено подобным же образом не только из двух, но из четырех и более неразделившихся особей. Впрочем, они никогда и не расходятся, поскольку это природная норма. При делении воспроизводятся особи, имеющие точно такое же строение. Простейших, устроенных подобным образом, даже с натяжкой нельзя признать одноклеточными, однако они не являются и многоклеточными, поскольку повторяющиеся «особи», которые входят в их состав, не разделены клеточными мембранами.

У жгутиконосцев рода *Bodo* (отряд Kinetoplastmoda) многочисленные вегетативные особи могут сливаться друг с другом, образуя единый организм, который позднее вновь «рассыпается» на отдельные одоядерные жгутиконосцы. Некоторые трипаносомы в результате серии последовательных делений образуют комплексы, или агрегаты, состоящие из восьми-десяти и более особей, задние концы которых полностью слиты друг с другом, хотя основные части тела совершенно свободны и не соприкасаются друг с другом. По своей организации и способу образования они подобны плазмодиям саркодовых и Apicomplexa. Рано или поздно такие агрегаты распадаются на отдельные самостоятельные трипаносомы. Существование временных комплексов, или агрегатов, анало-



гичных только что описанным, позволяет понять, каким образом в процессе эволюции возникли в результате незавершенного деления (путем полимеризации всех структур тела) сложно устроенные простейшие вроде *Diplozoa*. Однако все это показывает одновременно, что подобного рода организмы невозможно считать одноклеточными, как и плазмодии (симпласты), поскольку они состоят из множества неотделенных специальными мембранами особей. Такие простейшие, естественно, не выходят за пределы клеточного уровня организации. Мы предлагаем назвать их особым термином — цитоидами, т. е. клеточными, но не одноклеточными существами. Этот термин близок к термину полиэнергидное простейшее (если взять саксовское понимание энергиды), однако предлагаемый нами термин более четко определяет истинную, клеточную природу, отрицая одноклеточность таких *Protozoa*. Естественно, что плазмодии и синцитии (симпласты) также являются цитоидами.

Клеточное происхождение симпластов *Metazoa* выявляется легко не только благодаря изучению их развития в онтогенезе или в эволюции, показывающему, что они действительно — результат слияния клеток ткани. В ряде случаев это можно просто наблюдать под микроскопом. Стенки нефридиев некоторых беспозвоночных животных представляют собой симпласт, который при изменении функционального состояния быстро приобретает многоклеточное строение (вследствие деления на клетки благодаря быстро возникающим мембранным перегородкам, которые вскоре после этого вновь могут исчезать, приводя к восстановлению симпласта). Такой переход из состояния цитоида в многоклеточный пласт и обратно может осуществляться несколько раз. Нельзя же в этом случае говорить о переходе нефридия из многоклеточного состояния в одноклеточное и обратно! Как известно, у многих *Protozoa* полимеризация тех или иных органелл часто осуществляется эволюционно вне связи с видимыми процессами деления клетки и не распространяется на многие структуры. Так, у жгутиконосцев из отряда *Hypermastigida* возникает большое количество жгутиков и связанных с ним кинетосомальных дериватов, хотя ядро чаще всего остается одно. Исследования по онтогенезу этих простейших показали, что у молодых особей число жгутиков очень мало, их полимеризация происходит

последовательно, по мере роста особи, и сопровождается лишь умножением кинетосомальных дериватов (но никаких иных крупных органелл, в том числе и ядер). Нечто аналогичное наблюдается у *Opalinata*. Низшие представители этой группы (отряд *Hegneriellida*) имеют одно ядро, но множество ресничек (независимая полимеризация элементов двигательного аппарата). Однако в процессе эволюции в дальнейшем происходит также и умножение числа ядер. Сначала возникают два ядра (отряд *Protoopalinida*), а затем и большее количество их (отряд *Opalinida*).

Для низших инфузорий также обычно присутствие одного ядерного аппарата (макронуклеус с микронуклеусом), хотя ресничек у отдельной особи может быть несколько тысяч. У них сильное увеличение числа ядер возникает вторично.

Таким образом, наряду с полимеризацией энергид, т. е. комплексов ядер с окружающей их цитоплазмой, образование очень сложно устроенных простейших происходит за счет умножения каких-то других органелл (кинетид, кинет, микротрубочковых и микрофиламентозных структур и т. д.). В этом случае нельзя говорить о полиэнергидности простейшего, но и говорить об одноклеточности его очень трудно или даже невозможно. Этим путем возникают такие цитоиды, которые можно назвать моноцитоидами в отличие от тех, которые содержат увеличенное количество ядер и которых следует именовать полицитоидами.

Термин «цитоид» означает, что организм простейшего (или какая-то структура тканей *Metazoa*), являясь клеточным образованием, прямым образом не может быть сравнен с обычной клеткой *Metazoa*, которая обладает единичным набором присущих ей органелл. Термин этот, следовательно, не является аналогом термина «энергида» или синонимом термина «сомателла». Кроме того, следует учитывать, что последний введен для обозначения «неклеточных» или «надклеточных» организмов, которые в действительности не существуют среди эукариот.

Сторонники клеточной теории, борясь с ее противниками, слишком долго и ревниво как незыблемый постулат сохраняли идею, что эукариоты могут существовать только в виде одноклеточных и многоклеточных организмов. Это тормозило правильное понимание строения

Protozoa и не стимулировало развитие самой фундаментальной концепции — клеточной теории.

Существует целый ряд форм многоклеточной организации живых существ (нитчатки, слоевища, организмы Metazoa, организмы Plantae и т. д.), и это признается всеми. Однако столь же разнообразны и формы клеточной организации: одноклеточные организмы, колонии, цитопиды, многоклеточные простейшие. Одноклеточность — всего лишь одна из форм организации Protozoa. Нет никакого сомнения, что в общей характеристике простейших должно быть специально подчеркнуто, что они являются клеточными организмами (но не всегда одноклеточными).

## Глава 10

### ЧТО ЖЕ ТАКОЕ — ПРОСТЕЙШИЕ?

Наука о науке, или наукометрия, давно уже установила, что традиционные, устоявшиеся взгляды длительное время весьма активно и вполне искренне поддерживаются многими настоящими учеными даже тогда, когда уже накоплены многочисленные данные, прямо доказывающие, что эти взгляды неточны и нуждаются в определенной модификации (или устарели и должны быть заменены новыми). Такая дань традиции — довольно обычное явление в науке, что не следует забывать и всегда нужно учитывать. Она, естественно, в какой-то мере присуща и протозоологии. Поэтому в основополагающей работе Международного комитета по систематике простейших наряду с очень смелыми новациями (например, разбивка Protozoa на несколько отдельных типов) излагаются некоторые общепринятые взгляды, не согласующиеся с теми фактами, которые приводятся в самой работе.

Однако нельзя думать, что традиционализм в науке обязательно связан только с негативными моментами. На самом деле с ним связаны и те сильные положительные стороны любого знания, любого учения (обычно опирающегося на соответствие фактов и идей), которые создают науке историческую преемственность и временную устой-

чивость. Для линии Шлейдена—Шванна такой сильной стороной явилось признание клеточного строения всех эукариот.

На основании этой идеи постепенно было разработано положение о существовании уровней организации живых существ, которых мы сейчас называем эукариотами, — многоклеточного и одноклеточного. Возникло оно в борьбе со сторонниками линии Жобло—Эренберга, которые стремились доказать, что в природе есть неклеточные или надклеточные организмы. Нужно сказать, что это положение, соответствующее знаниям того времени, имело чрезвычайно важное значение для протозоологии, поскольку оно узаконивало представление о Protozoa как об одноклеточных животных (организмах, находящихся на одноклеточном уровне организации). Кроме того, оно давало основание считать, что простейшие являются организмами лишь в физиологическом отношении, оставаясь в морфологическом плане типичными клетками, подобно клеткам Metazoa. Это положение стало настолько традиционным в клеточной теории и протозоологии, что вошло во все основные сводки по биологии и учебники. Поэтому нет ничего удивительного, что и в работе Международного комитета (Levine et al., 1980) с самого начала постулируется, что Protozoa являются «существенно одноклеточными животными», хотя далее в тексте сообщается, что целый ряд простейших на определенных стадиях развития имеет многоклеточное строение (Acragsea, Muxosporea и т. д.).

Ранее мы установили (см. гл. 9), что хотя все простейшие находятся на клеточном уровне организации, только часть из них имеет одноклеточное строение. В 8-й главе показано, что Protozoa обладают организменным планом строения. Иными словами, хотя основная идея клеточной теории полностью выдержала испытание временем, некоторые ее положения, связанные с интерпретацией природы и плана строения простейших в свете новейших данных, оказались недостаточно точными. Они поддерживаются современными авторами лишь в результате сложившейся традиции.

Если мы еще раз внимательно рассмотрим стержневую идею сторонников линии Жобло—Эренберга, то увидим, что она заключалась в следующем: сколь бы маленькими ни были свободноживущие животные, они должны иметь

какое-то морфологическое отражение их организменной организации. Именно поэтому (в «наивный» период микроскопических исследований) Жобло стремился найти у анималькула носы, уши, зубы и т. п., т. е. органы, характерные для настоящих животных. Несколько позднее исследователи начали сравнивать простейших с личинками рыб и насекомых. Эренберг (1838) и Доббел (1911) пытались найти сходство в плане строения инфузорий и коловраток. В 20—30-е гг. все это вылилось в поиски у простейших морфологических аналогов нервной системы (Klein, 1926; Gelei, 1932, и др., — цит. по: Догель и др., 1962). Такого рода исследования позволили найти у инфузорий сложный опорно-двигательный аппарат, что предвосхитило современные работы по ультратонкому строению простейших.

Электронно-микроскопические исследования привели к тому, что линия Жобло—Эренберга как особая, самостоятельная концепция, полностью прекратила свое существование, ибо сейчас совершенно ясно и четко доказано, что никаких неклеточных или надклеточных Protozoa, а тем более Metazoa не существует. Как уже говорилось, простейшие, сколь бы высокой степени морфологического строения не достигали они в процессе своей эволюции, так и не вышли за пределы клеточной организации. Однако линия Жобло—Эренберга все же не оказалась полностью бесплодной, ибо исследования ультраструктуры Protozoa доказали, что эти существа наряду с клеточным имеют еще и специфический организменный план строения, что не согласуется с традиционными протозоологическими представлениями (хотя несколько не противоречит сути клеточной теории). Следовательно, сейчас произошло пересечение двух исторических линий тех идей, которые противоборствовали свыше ста лет. Победительницей оказалась линия Шлейдена—Шванна, однако она взяла из линии Жобло—Эренберга то, что в ней было плодотворного — дополнительный взгляд на простейших как организмы не только в физиологическом, но и морфологическом отношении. Благодаря этому сама клеточная теория обогатилась и модифицировалась в соответствии с новыми ультраструктурными данными.

История науки не раз доказывала, что в результате достаточно острых взаимоотношений, даже борьбы (речь

здесь идет, конечно, о научной борьбе) двух крайних точек зрения на одно и то же явление действительности, в том случае, если это были крайние мнения, а не ложные по своей сути представления, происходит их слияние или обогащение. Ярким примером, как уже говорилось, может служить длительное противоборство сторонников корпускулярной и волновой теории света.

В последнее время стало понятно, что постепенно накопившиеся новые данные требуют несколько пересмотреть и уточнить наши взгляды на простейших. Принципиально важный шаг в этом направлении сделал, по нашему мнению, известный отечественный зоолог академик А. В. Иванов. Для обоснования на современном уровне мечниковской теории происхождения Metazoa он проанализировал основную литературу, касающуюся споров вокруг природы простейших, и дал свое определение этим организмам (Иванов, 1968). Он пишет о Protozoa в своей книге «Происхождение многоклеточных животных»: «Это организмы, построенные по клеточному типу организации. . . Это одноклеточные формы или агрегаты нескольких клеток (энергид) в виде синцитиальных плазмодиев или сомателл, колонии клеток или многоклеточные организмы. Простейшие обладают гетеротрофным типом питания, ведут подвижный образ жизни (по крайней мере на одной стадии жизненного цикла). . .» (с. 38). Как можно видеть, А. В. Иванов — самый первый из исследователей, который четко указывает, что Protozoa — клеточные животные (одноклеточные формы составляют лишь часть этих животных). Иными словами, он отказался от самого распространенного традиционного представления о природе простейших, полностью сохраняя приверженность к клеточной теории и, более того, укрепляя ее основную идею.

Очень высоко оценивая определение, данное Ивановым, мы, однако, должны отметить, что оно все же требует дальнейших уточнений и развития, поскольку в некоторых своих частях оно, с нашей точки зрения, не является достаточно полным, а кое-где не совсем верным. Это объясняется, по-видимому, двумя причинами. Во-первых, рассматриваемое определение было дано еще в 1968 г., т. е. в первый период изучения ультратонкого строения простейших, когда был подтвержден клеточный уровень их организации, но еще не открыты специфические планы

организменного строения высших таксонов Protozoa. Во-вторых, Иванов все же сохранил некоторые традиционные представления об этих животных. Например, он всех их считает гетеротрофами. Кроме этого, нужно учесть, что Иванов в своем определении совсем не затрагивает размерные характеристики Protozoa, что несколько обедняет представление об этих организмах. По нашему мнению, для характеристики простейших как клеточных организмов, он совершенно напрасно использует термин «сомателла», который, особенно после работы А. А. Захваткина (1949), очень тесно ассоциируется с представлением о них как о неклеточных или надклеточных существах.

Учитывая многочисленные данные, полученные исследователями в последнее десятилетие и ранее, мы постараемся дать более полную характеристику простейшим, используя все более ценное из того, что есть в определениях, которые были даны им другими авторами и в первую очередь Ивановым.

Protozoa — это полноценные как в морфологическом, так и в физиологическом отношении клеточные организмы (одноклеточные, многоклеточные, колониальные, плазмодимальные, цитоидные), которые в разной степени, но обязательно обладают анимальными чертами, чаще всего гетеротрофы, хотя среди них есть автогетеротрофы и автотрофы; они отличаются большим разнообразием размеров (от 1 мкм до 1 м в длину и более), что свидетельствует о широких эволюционных потенциях этих организмов.

Время от времени в протозоологии дебатруется вопрос, насколько Protozoa являются естественной группой. Зная природу простейших, можно достаточно четко определить границы протозоологии и, так сказать, подвластные ей таксоны. Протозоология изучает организмы, обладающие (хотя бы частично) анимальными свойствами, т. е. как животных, так и животноподобных существ, находящихся на клеточном уровне организации. Сюда, следовательно, относятся и окрашенные жгутиконосцы, которые наряду с анимальными несут четко выраженные растительные черты.

Однако на клеточном уровне организации находятся многие истинные растения (например, одноклеточные, нитчатые и другие водоросли). Их можно было бы по ана-

логии с Protozoa выделить в специальную группу Protophyta. Науку, которая изучала бы одновременно и те и другие организмы, с полным правом можно назвать протистологией. Она и существовала в первой половине нашего столетия, но в дальнейшем получила сильное развитие только у зоологов, что в конце концов привело к обособлению самостоятельной ее ветви — протозоологии. Другая ветвь — протифитология — так и не оформилась. Это не какая-нибудь случайность: в то время как животные всего однажды достигли истинного многоклеточного уровня организации, дав начало Metazoa,<sup>1</sup> растения в различных филогенетических линиях независимо от разных групп жгутиконосцев дали начало истинным многоклеточным растениям (Metaphyta). Это Plantae, Phaeophyta, высшие Chrysophyta, высшие Xanthophyta и т. д. Ботаники довольно справедливо объединяют исходные клеточные (жгутиконосцы) и происшедшие от них многоклеточные формы в единые крупные таксоны, исследуют их филогенетические линии, выстраивают в единые эволюционные ряды. Поэтому и одноклеточные, и многоклеточные виды одного такого ряда нередко изучаются одним и тем же специалистом-альгологом.

Все основные макротаксоны Protozoa (Ciliophora, Apicomplexa, Мухозоа, Microsporea, Labirinthomorpha и др.), за исключением лишь растительных жгутиконосцев, которые, образно говоря, связывают эти таксоны в единую сеть, являются объектами протозоологии и только протозоологии. Однако Phytomastigophorea в одинаковой мере принадлежит как зоологии, так и ботанике. Сколь усердно ни старались биологи, полностью избавиться от «животно-растений» им все-таки не удалось. Однако «виноваты» в этом не они сами, а живая природа, создавшая такие существа, которые лишь позднее благодаря дивергентной эволюции дали начало и настоящим животным, и настоящим растениям.

Можно думать, что в общих системах Eukaryota часть окрашенных жгутиконосцев, как это делается и сейчас, будет вводиться в ботанические таксоны, включающие и их многоклеточных потомков. Тем не менее эти клеточные организмы с каждым годом все более и более будут

---

<sup>1</sup> Мы не обсуждаем здесь вопрос о возможном независимом происхождении губок (Parazoa или Spongia).



изучаться и протозоологией. Протозоологи, как показывает опыт последних десятилетий, должны для достижения новых успехов четко отдавать себе отчет в том, что сила их науки заключается не только и не столько в изучении какого-то четко очерченного таксона (или таксонов), а в том, что они всесторонне исследуют особый уровень организации животных, а именно их клеточный уровень (Полянский, 1977—1981; Полянский, Райков, 1977).

## Глава 11

### ПРОСТЕЙШИЕ В ИСКУССТВЕ И ЖУРНАЛИСТИКЕ

Животные стали объектом искусства с той поры, как возникло само искусство. Пещерная и наскальная живопись, созданная в палеолите первобытным человеком, в основном посвящена их изображениям, лишь в сценах охоты появляется человек. Анималистическое направление в изобразительном искусстве сохраняется на всех этапах развития человеческого общества. Животные — непеременимые участники и герои устного народного творчества и древних мифов. Они являются главными действующими лицами в классических литературных произведениях — романах, повестях и рассказах («Холстомер» Л. Н. Толстого, «Каштанка» А. П. Чехова, «Белый клык» Джека Лондона, в многочисленных книгах Сетона-Томпсона и других).

Вполне понятно, что простейшие могли в той или иной конкретной форме (хотя бы в виде упоминаний) появиться в произведениях искусства лишь после того, как они были открыты Левенгуком. Однако поскольку эти организмы при массовом размножении могут порождать необычные грозные явления («кровавые» дожди, «кровавые» воды и т. п.), которые оказывают на человека очень сильное впечатление, то существование простейших через описание этих явлений нашло отражение в самых ранних литературных и религиозно-литературных памятниках (см., например, Библия, 1900).

Великий поэт древности Гомер (X—IX в. до н. э.) рассказывает в «Илиаде» о том, что верховный бог Зевс предвозвестил поражение греческих войск в битве с троянскими воинами, ниспослав «кровавую» росу.

...Смятение злое

Поднял меж ними владыка Кронид. С высоты из эфира  
Росу кровавую он ниспослал. Собирался Кронион  
Много могучих голов отправить в жилище Анда.

(«Илиада», песнь 11)

Гера (сестра и жена верховного бога), узнав, что их сыну Сарпедону предстоит погибнуть от руки Патрокла, упростила Зевса послать на землю знамение в виде «кровавого» дождя.

...И внял ей родитель бессмертных и смертных.

Капли кровавые начал он сеять на черную землю,  
Чествуя милого сына, которого должен был нынче  
В Трое Патрокл уничтожить, далёко от родины милой.

(«Илиада», песнь 16)

«Библия» также не обошла стороной такие непонятные в те времена и грозные явления, как «кровавый» дождь и «кровавая» вода. В «Апокалипсисе» («Откровение святого Иоанна») рассказывается в форме видения о жестоких карах, которые падут на людей за все их грехи перед окончанием мира. Одна из таких кар — «кровавый» дождь. Вот как об этом говорится в первоисточнике: <sup>1</sup> «Первый Ангел вострубил и сделались град и огонь, смешанные с кровью и пали на землю. . .»

В книге «Исход», как известно, являющейся составной частью «Библии», излагается легенда о том, как древние евреи добивались, чтобы фараон отпустил их из Египта. Десять раз предводитель еврейского народа Моисей и его брат Аарон обращались к фараону по этому поводу, и каждый раз он отказывал им. Однако после каждого отказа, следуя советам бога и с его помощью, Моисей и Аарон насылали на Египет и египтян тяжкие кары, которые известны под названием «казней египетских».

---

<sup>1</sup> Тексты из «Библии» во всех случаях приводятся в той транскрипции и с теми знаками препинания, как это дано в издании 1900 г.

Одна из десяти «казней египетских» отображает в фантастической форме явление Красного Нила, о котором мы уже рассказывали (гл. 2). Посмотрим соответствующее место из «Библии» (книга «Исход», гл. 1). Там говорится, что после очередного отказа фараона отпустить евреев из Египта на родину, бог послал Моисея к Аарону сообщить ему, чтобы оба они вновь пошли к фараону и сообщили от имени бога: «Господь, бог евреев, послал меня сказать тебе: отпусти народ мой, чтобы он совершил мне служение в пустыне, но вот, ты доселе не послушался. Так говорит господь: из сего узнаешь, что я господь: вот этим жезлом, который в руке моей, я ударю по воде, которая в реке, и она превратится в кровь. И рыба в реке умрет, и река возмердит, и Египтянам омерзительно будет пить воду из реки». Пошли они к фараону, но он опять ответил отказом. «И сделали Моисей и Аарон, как повелел (им) Господь. И поднял (Аарон) жезл (свой) и ударил по воде речной перед глазами фараона и перед глазами рабов его, и вся вода в реке превратилась в кровь. И рыба в реке вымерла, и река возмердила, и Египтяне не могли пить воды из реки; и была кровь по земле Египетской».

Нам удалось найти не очень много свидетельств об использовании простейших или явлений, с ними связанных, в изобразительном и прикладном искусстве. Приведем их.

9 декабря 1842 г. в Петербургском Большом театре состоялась премьера оперы М. И. Глинки «Руслан и Людмила». На декорациях для сцены «Сад Черномора» были, помимо прочего, нарисованы простейшие, взятые из атласа Эренберга. Интересно, что рисунки ажурных скелетов радиолярий, опубликованные Эрнстом Геккелем, не раз использовались при создании декоративных тканей.

Как известно, жизнь зародилась в воде, и все живые организмы не могут обходиться без нее. Многие мыслители Древнего мира полагали, что вода — вообще первооснова всего сущего, поэтому она и получила свое латинское наименование *aqua*. Это слово представляет сокращение от выражения *a qua omnis sunt* — то, из чего все. Когда в столице Мексики — городе Мехико, страдавшем от нехватки питьевой воды, была построена огромная водопроводная станция, муниципальные власти приняли решение украсить ее грандиозной фреской.

Своеобразная удивительная гуманистическая монументальная мексиканская живопись, с одной стороны, реалистическая, но полная символики и аллегории — с другой, была в это время на подъеме, породив таких трех гигантов-художников, как Д. А. Сикейрос, Д. Ривера и Х. К. Ороско. Роспись станции была поручена Диего Ривера, и он выполнил ее в 1940 г. Фреска расположена над водным тоннелем, в который устремляется открытый водный поток. Ривера воплотил в своей монументальной картине древнейшую идею о том, что вода есть источник и первооснова всех живых существ. Представьте, читатель, в центре фрески две огромные, тесно сдвинутые, несколько согнутые ладони, наполненные прозрачной искрящейся водой. Ее капли просачиваются между пальцами, сливаются друг с другом, образуя струйки и ручейки, которые «смешиваются» с реальным потоком прозрачной и искрящейся воды, стремящейся в туннель. А на дне потока виден разнообразный и эволюционирующий мир живых существ: амебы, инфузории, черви, а дальше — моллюски, морские звезды и другие организмы. В быстро-текущей воде они выглядят живыми. Наблюдателю кажется, что, хотя и медленно, но непрерывно они ползут в сторону туннеля и постепенно исчезают там. Хотя Диего Ривера при создании фрески использовал самые водостойкие (по тем временам) краски, десятилетия и бег воды сказались на них. Сейчас общественность Мехико настаивает на проведении реставрационных работ, которые позволили бы воссоздать первоначальный облик необычного по замыслу и воплощению произведения.

Очень впечатляющая картина, по своей тематике внешне связанная с протозоологией, создана О. Турпаевой. Об этом полотне пишет во второй части своего романа «Перед зеркалом» известный наш писатель В. Каверин (1971). Пишет настолько образно, настолько вдохновенно, что мы просто приведем его слова: «Она называется «Малярия в Порто-Веккиа». Синий треугольник неба тяжело ниспадал к другому треугольнику, состоящему из пристани, бухты и набережной, на которой тревожными поблекшими пятнами застыли редкие фигурки людей. Небо было написано так, что оно, казалось, сейчас упадет на Порто-Веккиа. Это было не небо, а твердь небесная, написанная беспощадными, неумолимыми, мерцающими, раскаленными сиреневато-серыми тонами. А внизу

медленно плыла твердь земная, как бы охваченная лихорадочным бредом. Зернистый свет горел в глубине картины, и пустота набережной, пристани была полна этим тревожным светом» (с. 94).

На картине нет ни трупов, ни исстрадавшихся лиц больных людей. Сама земля больна болотной лихорадкой, само небо тяжело давит вниз, сама даль, как глаза изнуренного лихорадкой, мерцает утомленным испуганным светом. В Порто-Веккиа — малярия.

Мы уже говорили о той реакции, которую вызвало открытие Левенгука среди образованных людей, в том числе и не имеющих никакого отношения к науке. Не боясь формального повторения, процитируем одно место из книги Е. М. Вермеля (1970), имеющее прямое отношение к этому вопросу: «В настоящее время, когда о микроскопе мы слышим с детских лет, трудно себе даже представить, какое колоссальное впечатление производили в то время микроскопические исследования. Не надо забывать, что микроскоп открыл новый мир — микроскопических существ, о существовании которого ранее ничего не знали. Именно поэтому микроскопические животные всех так интересовали. . .» (с. 19).

Интерес широких кругов публики к микроскопическим исследованиям нашел свое отражение в некоторых новых приемах, использованных писателями в художественной литературе того времени. Вермель приводит целый ряд примеров этого.

Достоверно известно, что гениальный сатирик Джонатан Свифт (1667—1745) не только читал работы Левенгука, но и лично был знаком с замечательным ученым. Поэтому неудивительно, что в своем романе «Путешествие в некоторые отдаленные страны света Лемуэля Гулливера» (1726 г.), где он бичует отрицательные явления общества и нравы людей того времени, в путешествиях Гулливера к лилипутам и великанам он рассматривает современный ему мир как бы через две разные оптические линзы, сначала через уменьшающую размеры объектов, а затем через увеличивающую их. Такой прием позволил ему в острой гротесковой форме показать современникам самих себя. Все исследователи творчества выдающегося мастера сатиры в один голос утверждают, что этот литературный прием был навеян Свифту исследованиями Левенгука. Он же был использован некоторое время спустя

знаменитым Вольтером в антиклерикальном сатирическом произведении «Микромегас» (1752 г.), само название которого содержит потайной смысл: в переводе с латинского «микро» означает «мельчайший», «мегас» — «колоссальный». Путешествуя по Балтийскому морю, великан Микромегас поймал корабль (для него еле видимый глазом), на котором «ватага ученых возвращалась из полярной экспедиции». «Микроскоп, при помощи которого он (Микромегас) едва мог различить кита и корабль, не годился для наблюдения таких крошечных тварей, как люди» (Вольтер, 1954, с. 79). В какое унижительное положение поставил Вольтер людей одной только фразой, использовав этот «биологический» прием (и применив свое хлесткое литературное дарование)!

По-видимому, самое первое печатное художественное произведение, в котором речь идет собственно о простейших, — известный роман Карла Иммермана «Мюнхгаузен. История в арабесках» (1838 г.). Что же собой представляют инфузории? Какова их природа? Имеют ли они что-нибудь, похожее на душу? Эти вопросы в тот период обсуждались не только учеными, но и разными людьми в светских гостиных. Поэтому Мюнхгаузен, случайно попав в замок фактически незнакомого ему барона, чтобы привлечь его внимание и завоевать доверие, с первых же минут беседы, вроде бы и рассказывая о своей поездке, незаметно обратился к модной в то время, весьма интригующей всех теме. Мюнхгаузен, по привычке привирая, говорил: «Сидя на лошади, я предавался различным наблюдениям, так как мои довольно обширные познания способствуют тому, что самые разнообразные вещи приходят мне в голову одновременно. Я нашел, что инфузории, быт которых, между прочим, занимает меня в последнее время, представляют собой в сущности недоразвившихся карпов и обладают памятью...» «Можете ли вы обстоятельно рассказать мне про инфузорий?» — со страстным энтузиазмом прервал оратора старый барон. «Сколько хотите; я находился в самом близком отношении с этими существами», — возразил тот» (с. 157).

Как можно видеть из этого диалога, Мюнхгаузен действительно заинтриговал хозяина замка, благодаря чему сумел поселиться здесь. В тот же день, несколько позднее, разговор о простейших был снова продолжен. Со свойственными ему красноречием, энтузиазмом и

выдумкой (скорее даже лживостью) беседой руководил Мюнхгаузен. Вот как об этом написано в романе: «Закончив работу, он спустился вниз и нашел старого барона помолодевшим на десять лет. Мюнхгаузен расписал быт инфузорий в таких очаровательных красках, что его слушатель пришел в восторг; он нарисовал ему целые идиллии, эпопеи и трагедии, которые, по его заверениям, происходят в каждой капле воды» (с. 162).

Приведенные разговоры об инфузориях позволяют автору романа вскрыть некоторые особенности характеров своих героев. Как живые встают перед нами Мюнхгаузен с его болтливостью, стремлением похвастаться образованностью, точнее всезнайством, с его умением приврать, присочинить, обмануть и старый доверчивый наивный барон, который рад скрасить свое одиночество беседой даже со случайным и развязным посетителем.

Именно для того чтобы дополнить характеристику своего героя или подчеркнуть какую-то его своеобразную черту, используют некоторые писатели упоминания о простейших. Так поступил, например, И. С. Тургенев в романе «Отцы и дети» (1862 г.). После знакомства с этим великолепным произведением современники писателя, отрицательно относившиеся к революционному нигилизму молодежи того времени, создали собственное мнение о Базарове как о безалаберном молодом человеке, который не стриг волосы и резал лягушек (такое мнение неоднократно фигурировало даже в прессе). Между тем научные интересы Базарова даже во время его поездки с младшим Кирсановым (а тем более, конечно, во время занятий в университете) были несравненно шире и разнообразнее. Вот что об этом написано в романе: «На другой день после приезда в Марьино он (Базаров) принялся за своих лягушек, инфузорий, за химические составы и все возился с ними» (с. 133). Через несколько страниц Тургенев рассказывает подробнее о микроскопических занятиях своего главного героя. Оказывается, что Павел Петрович Кирсанов — аристократ, англоман и сноб, — явно уже прежде слышавший в обществе, а может быть и читавший в толстых журналах о модных в ту пору инфузориях, «...иногда просил позволения присутствовать при опытах Базарова; а раз даже приблизил свое раздушенное и вымытое отличными снадобьями лицо к микроскопу для того, чтобы посмотреть, как прозрачная

инфузория глотала зеленую пылинку и хлопотливо пережевывала ее какими-то очень проворными кулачками, находившимися у нее в горле» (с. 135).

Тургенев несомненно сам видел под микроскопом то, что описывает — настолько предельно точно и образно он отразил живой организм, который показал Базаров Кирсанову. Мы можем без колебаний утверждать, что герои романа рассматривали, по современным представлениям, вовсе не инфузорию, а микроскопическое многоклеточное животное — коловратку. Роман «Отцы и дети» появился на свет в 1862 г., т. е. еще когда многие ученые сохраняли свою приверженность взглядам Эренберга (подобно проф. Куторге, о котором мы уже рассказывали в гл. 3) и по-прежнему объединяли под понятием «инфузории» всех простейших и коловраток. Так что Тургенев по тем временам не совершил биологической ошибки, не делая различия между коловратками и инфузориями.

Как известно, размножаясь бесполом путем, простейшие делятся на две равные части. Путем последовательных делений они могут образовывать множество особей. Эту особенность использовал Бернард Шоу, чтобы в новелле «Картинка из семейной жизни Фрэнклина Барнабаса» (1932 г.) дать дополнительную характеристику своему главному герою. В эпизоде, который мы приведем, идет разговор двух других действующих лиц — мисс Эттин и Конрада (приятеля Фрэнклина).

Конрад: Да. Как утверждает наука; вся беда в том, что Фрэнк не амeba.  
Мисс Эттин: А что такое амeba?

Конрад: Наш общий предок. Ранняя форма жизни, которую вы обнаружите в ближайшей канаве.

Мисс Эттин: Но при чем здесь Фрэнклин?

Конрад: Амeba способна делиться надвое, затем из двух образуется четыре и так далее. Фрэнк не способен к делению, из него не образуется десяток Фрэнков, чтобы всем желающим женщинам досталось по Фрэнку. Он только один и принадлежит Кларе. Не лучше ли вам примириться с этим».

Очень долгое время считалось, что все простейшие — микроскопические существа, поэтому уже в прошлом веке словом «инфузория» в переносном смысле обозначали очень мелкие, еле видимые глазом объекты. Это использовал Лесков в своем «Сказе о тульском косом Левше и о стальной блохе» (1881 г.), чтобы подчеркнуть необычайную умелость русских людей. При этом он, великий



знаток русского языка, необыкновенный стилист «опростонародил» такие слова, как «инфузория» и «микроскоп», называя их «нимфазория» и «мелкоскоп». Однако обратимся к самому сказу.

Когда российский император Александр Павлович пребывал с донским казаком Платовым в Англии, заморские мастера преподнесли государю необычный подарок. В сказе все описано так:

Но только пришли в самую последнюю комнату, а тут стоят их рабочие в тужурных жилетах и в фартуках и держат поднос, на котором ничего нет. Государь вдруг удивился, что ему подают пустой поднос.

— Что это такое значит? — спрашивает, а англичкине мастера отвечают:

— Это вашему величеству наше покорное поднесение.

— Что же это?

— А вот, — говорят, — извольте видеть сориночку?

Государь посмотрел и видит: точно, лежит на серебряном подносе самая крошечная соринка.

Работники говорят,

— Извольте пальчик поклонить и ее на ладошку взять.

— На что мне эта соринка?

— Это, — отвечают, — не соринка, нимфазория.

— Живая она?

— Никак нет, — отвечают, — не живая, а из аглицкой стали в изображение блохи нами выкована, и в середине в ней завод и пружина. Извольте ключиком повернуть: она сейчас начнет даже танцевать. Государь залюбопытствовал и спрашивает:

— А где же ключик?

— Здесь и ключ перед вашими очами.

— Отчего же, — государь говорит, — я его не вижу?

— Потому, — отвечают, — что это в мелкоскоп.

Подали мелкоскоп, и государь увидел, что возле блохи действительно на подносе ключик лежит.

Вот эту-то блоху, размером с инфузорию («нимфазорию»), и подковал туляк Левша. Кстати, на протяжении всего сказа слово «нимфазория» встречается неоднократно.

Ярослав Гашек в своем неистощимом по остроумию романе «Похождения бравого солдата Швейка» использовал для своих сатирических целей тот факт, что простейшие способны к регенерации: «Оккультист Юрайда считал, что хотя на первый взгляд кажется бессмысленным писать шутки ради о том, что совершится в будущем, но несомненно и такая шутка очень часто содержит пророческие факты, если духовное зрение человека под влиянием таинственных сил проникает сквозь завесу неизвестного будущего. Вся последующая речь Юрайды была сплошной

завесой. Через каждую фразу он поминал завесу будущего, пока, наконец, не перешел на регенерацию, то-есть восстановление человеческого тела, приплел сюда способность инфузорий восстанавливать части своего тела и закончил заявлением, что каждый может оторвать от ящерицы хвост, а он уже снова отрастет».

Вольноопределяющийся Марек, присутствовавший в компании, где разглагольствовал Юрайда, воспользовался случаем, чтобы обратить все слышанное в насмешку над австрийским войском. «Вольноопределяющийся заявил, что в настоящее время, благодаря достижениям военной техники, неприятеля можно с успехом расцечь, хотя бы даже и на три части. Существует закон восстановления отдельной части некоторых инфузорий, каждый отрезок возрождается и вырастает в самостоятельный организм. В аналогичном случае после каждой битвы австрийское войско, участвовавшее в бою, утраивалось бы, удесятерилось бы, из каждой ноги развивался бы новый свежий пехотинец».

Иногда простейшие или явления природы, вызываемые ими при массовом размножении, используются писателями для воссоздания и описания окружающей природы как фона, где происходит действие.

Все мы с детства любим увлекательную сказку, созданную Алексеем Толстым, «Золотой ключик, или приключения Буратино». Однако всякий ли из нас может вспомнить, что в ней упоминаются инфузории при описании обстановки, в которую попал бедный деревянный человечек, когда полицейские собаки в Стране Дураков сбросили его в пруд, где жила черепаха Тортилла. Та самая черепаха, которая чуть позднее подарит Буратино золотой ключик и расскажет тайну двери, занавешенной изображением очага, в комнатушке, где живет добрейший шарманщик папа Карло. Вспомним: «Не нужно забывать, что Буратино был деревянный и поэтому не мог утонуть».

Все же он до того испугался, что долго лежал на воде, весь облепленный зеленой ряской.

Вокруг него собрались обитатели пруда: всем известные своей глупостью черные пузатые головастики, водяные жуки с задними лапами, похожими на весла, пиявки, личинки, которые кушали все, что попадалось, вплоть до самих себя, и, наконец, разные мелкие инфузории.

Головастики щекотали его жесткими губами и с удовольствием жевали кисточку на колпаке. Пиявки заползли в карман курточки. Один водяной жук несколько раз влезал на его нос, высоко торчавший из воды, и оттуда бросался в воду ласточкой.

Мелкие инфузории, извиваясь и торопливо дрожа волосками, заменявшими им руки и ноги, пытались подхватить что-нибудь съедобное, но сами попадали в рот к личинкам водяного жука».

Гончаров в своей книге «Фрегат Паллада» (1858), описывающей его длительное кругосветное путешествие на корабле, несколько раз необычайно образно дает картины свечения моря. Вот одна из них:

«В одну из ночей оно (море) необыкновенно блистало фосфорическим светом. Какой вид! Когда обливаешься вечером в темноте водой, прямо из океана, искры сыплются, бегут, скользят по телу и пропадают под ногами на палубе».

Действительно, какая впечатляющая картина! И какое необычное выражение образа светящегося океана через обнаженного человека, покрытого скользящими искрами светящейся воды.

Столь же эмоционально, но более напряженно и даже тревожно изобразил (и в прозе, и в стихах) это дивное явление природы, вызываемое простейшими, Виктор Гюго. Вот отрывок из его романа «Труженики моря»:

«Казалось, вода была охвачена пожаром. . . Синеватые полосы на воде лежали складками савана. Широкое разлившееся бледное сияние трепетало на водной поверхности. Но то был не пожар, а его призрак. . . Рыбачьи сети под водой — словно огненная вязь. Половина весла из черного дерева, другая же, что под водой, — из серебра. Капли, срываясь с весла в волну, осыпают море звездами. . . Опустить руку в воду и вынимаешь ее в огненной перчатке; пламя это мертво, его не чувствуешь».

Необычайно мелкие размеры многих простейших, видимая простота их строения и необычайно сложное поведение настраивали многих наблюдателей на философский лад. Мы уже говорили, что в какой-то мере это послужило для Лейбница поводом к созданию его учения о монадах. Однако и других людей они наталкивали на размышления философского толка.

В глубоко философском романе Томаса Манна «Волшебная гора» (1924 г.) простейшие дважды используются в качестве объектов для рассуждения главным героем произведения Гансом Кастропом. Он серьезно болен туберкулезом. А в те времена эта болезнь нередко приводила к смертельному исходу, что, конечно, накладывает особый отпечаток на эмоциональную окраску и направленность всех рассуждений. Так, Кастроп много думает над тем, что же такое жизнь и смерть: «Однако сама жизнь казалась чем-то непосредственно данным. И если о ней что-либо можно было сказать, то лишь следующее: ее строгие должны быть высокоразвитым, что в мире неорганической материи мы не найдем ничего, хотя бы отдаленно напоминающее жизнь. Расстояние, отделяющее амёбу с ложноножкой от позвоночных, было ничтожным и несущественным в сравнении с тем, что лежало между простейшими явлениями жизни и той природой, которая не заслуживала даже названия мертвой, так как была неорганической. Ибо смерть является лишь логическим отрицанием жизни. . .»

Размышляя над соотношением в обществе отдельной личности и людей, «я» и «мы», Ганс Кастроп опирается на некоторые аналогии из мира простейших. В частности, он использовал свои представления о зеленом колониальном жгутиконосце вольвоксе. Хотя этот организм в книге и не назван прямо, однако из контекста хорошо видно, что автор имеет в виду именно его. (Как известно, ботаники относят вольвокса к водорослям). Посмотрим соответствующее место в романе Томаса Манна: «. . . Ганс Кастроп размышлял над такими явлениями, как колонии клеток, полуорганизмы, водоросли, отдельные клетки которых, обладающие студенистой оболочкой, часто расположены далеко друг от друга, однако все же являются многоклеточными образованиями, но, будучи спрошены, не смогли бы ответить, что они собой представляют — колонию или единое существо, и вынуждены были бы при таком самоопределении удивительнейшим образом колебаться между «я» и «мы». В этих случаях природа создала нечто среднее между высокоспециальными объединениями бесчисленных особей, образующих ткани и органы некоего высшего порядка, и своеобразным обособленным бытием этих простейших существ».

Герой рассказа А. С. Новикова-Прибоя «Соленая

купель», проповедник Лутатини, которого, подпоив, обманным путем заманили на морское судно, уходящее в длительный рейс, а после выхода в море заставили работать простым матросом, первое время еще пытается вести с «морскими волками» религиозные споры, хватаясь за любые аргументы, в том числе и за микроскопические существа. Вот кусочек одного диалога между бывшим священником и рулевым Карнером.

Глаза Лутатини засверкали гневом. Но он сдержал себя и заговорил тихо:

— Вы все отрицаете, Карнер, и надо всем смеетесь. Для вас не существует бога. А между тем величайшие умы человечества не отрицают высшего разума. Мне кажется, объясняется это тем, что вы никогда не задумывались над мудрыми явлениями природы. Возьмем простой пример. Вы когда-нибудь рассматривали в микроскоп инфузорий или микробов?

Матросы насторожились, а Карнер подошел поближе:

— Нет, не имел такого счастья, но по книгам кое-что знаю об инфузориях и о другой подобной нечисти.

— Так. Она, инфузория, настолько мала, что ее можно увидеть только вооруженным глазом. Насколько же малы ее органы! И все-таки она живет по известным законам. Теперь бросьте взгляд в недоступную высь. Каждая звезда представляет собой огромное солнце. И каждое такое светило, плавая в пространстве, также живет по определенным законам. Неужели после этого будете отрицать то, что существует какая-то всемогущая сила, которая управляет миром?

Иногда микроскоп и простейшие используются для того, чтобы придать описываемой ситуации особую смысловую, я бы сказал, социальную окраску. Хорошим примером этого может служить рассказ Бориса Ряховского «Человек с картой, или повесть об учителе Нурмолды». Дело происходит в 1930 г. в Казахстане. Практически неграмотный Нурмолды Утенгов готовится ехать бороться с неграмотностью среди казахов. В республике для этой цели уже были организованы из местных кадров курсы для подготовки инструкторов ликбеза (ликвидации безграмотности). Нурмолды зашел в дом, где находились такие курсы. «В первой комнате курсанты толпились вокруг микроскопа. Нурмолды заглянул в его зрачок: там двигались животные. Прозрачные, со своими ресничками, скрученными нитями, с кружочками заглотанных водорослей, они были как часики внутри». По описанию это явно инфузории с хорошо заметными пищеварительными вакуолями.

Что здесь знаменательного? Курсантов, которые вскоре разъедутся по далеким становищам и кишлакам обучать совершенно необразованных людей, самих учат не только тому, как преподавать начатки грамоты, счета, но и естествознанию. Разъехавшись в разные стороны, они понесут казахам новое видение мира, новое представление о природе и обществе. Простейшие под микроскопом в этом случае символизируют совершенно новый подход к обучению отсталого тогда казахского народа.

Нам известно не так уж много стихотворных произведений, в которых говорится или упоминается о простейших. В первую очередь следует сказать о поэме Эразма Дарвина (1731—1802), родного деда Чарльза Дарвина, «Храм природы» (1803 г.). Эта весьма объемистая поэма излагает естественно-научные взгляды автора на весь окружающий мир. Есть в ней и строки, посвященные простейшим. Вот они:

Монада, точка малая, средь вод,  
Без ног, без членов плавает, снует;  
Там вибрион, как угорь вьется,  
Живым мерцает колесом Сувойка.  
А там играет формами Протей,  
То шар, то куб, то будто червь иль змей.

(цит. по: Лункевич, 1940)

Хотя Эразм Дарвин использовал для своих размышлений стихотворную форму, получился все-таки скорее научный труд, а не поэтическое литературное произведение. Поэтому оно традиционно рассматривается и изучается историками биологии, а не литераторами, что, по-видимому, справедливо.

Наш великий соотечественник М. В. Ломоносов (1711—1765) касается вопроса о микроскопических животных в своем известном стихотворении «Письмо о пользе стекла» (1752 г.):

Хоть острым взором нас природа одарила,  
Но близок оногo конец имеет сила.  
Коль многих тварей он ещё не досегаёт,  
Которых малый рост пред нами сокрывает!  
Но в нынешних веках нам микроскоп открыл,  
Что Бог в невидимых животных сотворил.

(Ломоносов, 1950)

Хотя это стихотворное послание признается историками литературы, однако, с нашей точки зрения, оно, как и у Эразма Дарвина, не художественная, а научная поэзия.

В современных лирических стихотворениях сведения о простейших используются поэтами, для того чтобы наиболее остро наглядно оттенить основную мысль поэтического произведения. В этом отношении наиболее демонстративны стихи Михаила Светлова и Александра Кушнера.

Стихотворение Светлова, начальные строки которого мы уже приводили ранее (гл. 6), опубликовано впервые в 1932 г. и не имеет специального названия.

В каждой щёлочке,  
В каждом узоре  
Жизнь богата и многогранна.  
Всюду — даже среди инфузорий —  
Лилипуты  
И великаны.  
После каждой своей потери  
Жизнь становится полноценней —  
Так индейцы  
Ушли из прерий,  
Так суфлёры  
Ушли со сцены. . .  
Но сквозь тонкую оболочку  
Исторической перспективы  
Пробивается эта строчка  
Мною выдуманным мотивом.  
Но в глазах твоих, дорогая,  
Отражается наша эра  
Промелькнувшим в зрачке трамваем,  
Красным галстуком  
Пионера.

Стихотворение Кушнера обращено к школьникам и называется «Над микроскопом».

Побудь среди одноклеточных,  
Простейших водяных,  
Не спрашивай: «А мне то что?»  
Сам знаешь — всё о них.  
Ну как тебе простейшие?  
Имеют ли успех  
Милейшие, светлейшие  
Глупейшие из всех?  
Вот маленькая тубелька  
Ресничками гребет.  
Не знает, что за публика  
Ей вслед кричит: «Вперед!»

В ней колбочек скопление,  
Ядро и вакуоль,  
И первое томление  
И уж конечно боль.  
Мы как на детском празднике  
И шурим левый глаз.  
Мы как десятиклассники,  
Глядим на первый класс.

Научно-фантастические произведения совершенно справедливо относят к художественной литературе, однако использование сведений о простейших научными фантастами мы рассматриваем особо. Дело в том, что в обычной художественной литературе, как и в поэзии, на первом плане стоят человеческие характеры и их взаимоотношения, личные или общественные, совершенно независимо от того, имеют они какое-нибудь отношение к науке и технике или нет. В гротесковых и сатирических произведениях, например, окружающая героев обстановка и их собственные действия могут быть сколь угодно фантастическими и даже мистическими («Нос» Гоголя, «Мастер и Маргарита» Булгакова, сказки, наконец). При этом могут нарушаться пространство и время, не соблюдаться законы природы и т. п. И все же мы не имеем права говорить о невежестве автора, если соблюдена правда характеров, соблюдены законы их развития. Все подобного рода фантазмагии используются как раз для того, чтобы наиболее ярко, выпукло осветить личности героев произведения и вскрыть их взаимоотношения и связи с окружающим миром (обязательно художественными средствами).

Иное дело — научно-фантастические произведения. Хотя в них, как и в чисто художественных, обстановка, в которой действует герой, также может быть для современного читателя сколь угодно нереальной и мистической, но она тем не менее должна быть научно обоснованной хотя бы законами, которые еще не открыты или просто постулированы автором. Так, А. Азимов в цикле рассказов «Я — робот» определяет действия роботов (а через них и людей) выдуманными им самим законами роботехники. И уж особенно важно, чтобы писатели рассматриваемого нами направления, говоря о тех или иных явлениях и объектах природы и общества (или аналогичных таковым), по-настоящему, на уровне современности знали



о них. Например, если автор путает амёбу с инфузорией, то абсолютно все равно, встречает герой произведения эти существа в первичном океане нашей планеты или в космосе где-то в 3000-м году — ничего не поделать. Произведение будет свидетельствовать лишь о научном невежестве автора. Короче говоря, научно-фантастические романы, повести и рассказы должны быть не только фантастическими, но и научными. Когда художественная фантастика стала модой, в нее, к сожалению, устремилось много людей, которые почему-то считают, что способность пофантазировать вполне может заменить научные знания.

В связи с этим хочется напомнить, что такие классики-фантасты, как Жюль Верн, Герберт Уэллс, Беляев, Ефремов и другие, на самом высоком уровне знали естественные и технические науки, уж по крайней мере те разделы, которые они затрагивали в своих произведениях. Вот почему многие, в свое время фантастические их «выдумки» были позднее реализованы инженерами и учеными, а книги, написанные ими, живут до сих пор.

Знакомство с современными произведениями научной фантастики, в которых в какой-то мере используются сведения о простейших, показывает, что существует известная корреляция между знаниями автора об этих организмах и художественной ценностью его произведения. Образно говоря, простейшие являются неплохим индикатором образованности создателя научно-фантастического рассказа, повести или романа и ценности его созданий. Это объясняется очень простым обстоятельством. Истинный писатель, коснувшись каким-то образом научной стороны дела, обязательно обратится к специальной литературе или, на худой конец, к научно-популярным изданиям, освещающим интересующие его вопросы. Нерадивый литератор не делает этого и опирается в своих писаниях лишь на смутные воспоминания, сохранившиеся со школьных лет в его памяти. Наиболее слабые воспоминания, как показывает опыт, у людей-небиологов сохраняются о самых низших животных и растениях. Между тем — и это обычное явление — если писатель нерадив в одних частях своего произведения, он остается таким же и в других.

Рассмотрим некоторые из научно-фантастических рассказов, где авторы касаются простейших.

В довольно объемистом произведении (свыше 30 страниц) Г. Гуревича (1970) с оригинальным названием «Глотайте хирурга» рассказывается о пребывании человека (кстати, биолога) на одной из планет Шарового скопления. О простейших упоминается в разговоре этого человека (имя его неизвестно) с одним из разумных существ планеты:

— ...Человек, у вас есть на Земле живые существа без мозга? Они бессмертны?

— Кто у нас без мозга? Растения. Но одни из них живут тысячи лет, а другие — одно лето. Амёбы? Эти вообще делятся через каждые полчаса.

Безусловно, если встретятся два биолога, живущие на разных планетах, да к тому же отстоящих друг от друга на миллионы световых лет, вряд ли они будут вести столь бессодержательный научный разговор, а тем более давать друг другу неверные сведения. Амёб, которые делились бы через каждые полчаса, земные биологи не знают. По-видимому, главный герой рассказа — биолог перепутал амёб с бактериями, у которых темп деления действительно очень высок. Правда, эта ошибка лежит не столько на совести этого человека, сколько на совести автора, который в своем рассказе допускает множество всяких нелепиц.

Например, по традициям (непонятным читателю) на той планете, куда (неизвестным способом) попал землянин (не имеющий имени, облика, характера), придают каждому жителю личного хирурга. Это автомат, память которого наполняют всевозможной информацией о строении тела и особенностях функционирования будущего пациента. Причем сам пациент, в данном случае человек с Земли, хотя он и биолог, дает, если судить по рассказу, поразительно скудную, весьма примитивную информацию о самом себе. Правда, автомат-хирург получает также сведения, добытые в результате различных объективных исследований пациента (считается, что исчерпывающих). Затем такого хирурга, насыщенного информацией, переводят из макроформы в микроформу (объем и масса его тела при этом уменьшаются на несколько порядков) и запускают в кровеносную систему человека. Абсолютно непонятно, каким образом микрообъект будет искать «болезненное» место в макрообъекте, двигаясь пассивно с кровью. Как он будет оперировать

органы, будучи размером меньше отдельной клетки? Зачем вообще этот хирург нужен? Все в результате кончается тем, что переполненного информацией хирурга съедает один из лейкоцитов, и теперь встает задача найти его [хирурга] и вызволить из организма пациента. Рассматриваемое произведение поражает полной его бессмысленностью во всех отношениях: и научных, и литературных.

Герой рассказа А. Днепров «Фактор времени» (1963) Брайнин изготовил искусственные живые существа, которые он называет протеиноидами. Так иногда обозначают в научной литературе о происхождении жизни доклеточные существа. Однако Брайнин сообщает своему собеседнику, что наблюдал у них митозы (а этот процесс встречается только у высокоразвитых, эукариотных клеток, как знают все биологи). Так или иначе герой произведения, занимающийся биологией (хотя и не знает ее, как мы видели), получил из этих протеиноидов огромных мутантов. А как? Об этом он рассказал своему собеседнику: «Когда вы ушли, я установил под ванной кобальтовую пушку и наобум облучал моих протеиноидов гамма-лучами минут десять, не больше. Затем я убрал источник света<sup>2</sup> и стал ждать, что будет. Представьте себе, сколько я ни ждал, ничего не произошло... Тогда я ушел домой. И вот, придя утром в лабораторию, я увидел страшную картину. Среди совершенно прозрачных особей появились темно-коричневые существа со щупальцами. Их структура была совершенно асимметричной. По виду они напоминали огромных амёб» (с. 457).

Только человек, совершенно невинный в области знания биологии, может написать такое. Однократное облучение живого существа, естественного или искусственного, не сможет привести к образованию принципиально нового организма за какие-то полсутки. Я уж не говорю, что амёбы не имеют щупалец, поэтому появившееся животное вряд ли будет похоже на это простейшее. Произведение, о котором идет речь, — не фантастика, это — невежество, ибо автор ничего не знает о том, что пытается описать. Тем более здесь совершенно не применим термин «научная».

А вот отрывок из рассказа В. Григорьева «И ничто человеческое нам не чуждо» (1965): «Когда-то мы научи-

---

<sup>2</sup> По-видимому, автор имеет в виду источник излучения.

лись синтезировать белок. Вы помните и тот радостный момент, когда мы искусственно получили амёбу. Теперь перед вами биологическая камера, где минуту назад окончилось формирование пока еще неизвестного животного» (с. 397).

И в этом случае все свершается точно так же, как и в рассказе А. Днепровы и ему подобных.

Все мы хорошо знаем Станислава Лема как чрезвычайно эрудированного, замечательного фантаста, хорошо разбирающегося во многих сложных, в том числе и научных вопросах. И все-таки даже у него происходит осечка, когда он затрагивает простейших в рассказе «Правда» (1972). Он пишет:

Профессор поглядел наш фильм и, когда зажегся свет, выразил вежливое удивление, почему это мы, физики, занимаемся столь далекими от нас делами, как жизнь инфузорий. Я спросил его, уверен ли он, что видел действительно колонию инфузорий... Другой биолог, посмотрев фильм, сказал:

— Это какие-то глубоководные амёбы...

Инфузории и амёбы устроены столь различно, что теперь их относят к двум разным типам животного царства. Для зоолога перепутать их все равно, что перепутать червя и лягушку. А это уже действительно «научная фантастика». Оказывается, что даже Лему, когда он говорит о малознакомых существах, следует обращаться к необходимым научным источникам. Неудивительно, что и по литературным достоинствам его рассказ «Правда» нужно отнести к неудачным созданиям писателя.

Читатель, наверное, уже заметил, что амёбам чрезвычайно «повезло» в научно-фантастической литературе: они часто фигурируют в различных космических событиях. Есть рассказы, где они предстают в виде живых озер, выпускающих гигантские ложноножки; амёбообразной может быть даже целая планета... Биологически все это невозможные варианты, но разве может удержаться автор, когда ничего подобного еще никто не выдумывал, а редакторы научно-фантастических сборников и альманахов охотно берут подобного рода произведения.

Амёбам повезло, потому что есть рассказы, где эти существа являются главными героями.

Так, в юмористическом научно-фантастическом произ-

ведении Уильяма Тенна «Две половинки одного целого» (1974) все действующие существа (амебоидные существа) — разумные жители планеты Гтет, в том числе и главный герой Л'пэйр. Рассказ написан умело, живо и остроумно. Однако непонятно, почему он считается научно-фантастическим, поскольку ни на Земле, ни где-то в космосе на основе амебообразной структуры никогда не сможет возникнуть разумная жизнь. Это совершенно ясно. И поэтому, в конечном итоге, следует признать, что амебам вовсе не повезло. Не повезло по той причине, что в современном бурном потоке фантастической литературы существенно преобладают авторы, которые недостаточно хорошо знают науку, в том числе и биологию. Поэтому фантастику им нередко приходится заменять домыслом. Вот почему они могут перепутать простейшее с бактерией, амебу с инфузорией или приписать амебе такие особенности, которые ей не были свойственны и не могут быть никогда свойственны ни на Земле, ни в космосе.

В названии этой главы было отмечено, что она будет посвящена протозоологической тематике в журналистике (научно-популярных журналах и газетах). Статьи о простейших, их значении в природе и практической деятельности человека изредка появляются в газете «Известия» под рубрикой «Неизвестное об известном». Здесь публикуются очень интересные заметки, написанные квалифицированными или просто добросовестными специалистами. Все сообщения, помещенные в этом разделе и посвященные простейшим, заслуживают самой положительной оценки, они весьма полезны для широкого круга читателей.

Однако такое благополучное положение характерно не для всей прессы. Чтобы показать это, мы приведем примеры за разные годы из различных периодических изданий.

В общесоюзном научно-популярном журнале «Наука и жизнь» (№ 9, 1970 г.) в разделе «Бюро иностранной научно-технической информации» приведено анонимное (значит, составленное штатным сотрудником) сообщение под заголовком «Обучение бактерий»: «Бактерии *Tetrahymena pyriformis* обычно на свет не реагируют. Шведские ученые проделали следующий опыт: одновременно с действием света бактерий подвергали электрошоку. После нескольких сеансов бактерии начинали двигаться

прочь от света. Боязнь света сохранялась два часа». Цитируемая заметка вызвала бы сенсацию у биологов и психологов, если бы... *Tetrahymena pyriformis* была бактерией, а не инфузорией. Бактерии (прокариоты) и инфузории (эукариоты) относятся к двум различным надцарствам живой природы и путать их не к лицу научно-популярному журналу. Даже теперь, десять лет спустя после рассматриваемой публикации, не появилось ни одной работы по обучению бактерий.

В газете «Советская Россия» от 17 декабря 1971 г. под рубрикой «В лабораториях ученых» особо крупными буквами выделен заголовок сообщения, подготовленного журналистом Б. Ляновым «Поиски ахиллесовой пяты». В нем идет речь о работах директора Всесоюзного института вирусологии им. Д. И. Ивановского академика медицинских наук В. М. Жданова. Сначала автор заметки пересказывает то, что говорил ему академик о вирусах. Затем приводит прямое высказывание ученого, где тот касается вопроса о происхождении клетки. Если верить записи, которую публикует журналист, то В. М. Жданов сказал, что клетки зародились «...в те доисторические времена, когда животный мир Земли состоял из одних инфузорий и бактерий». Надо полагать, что это не слова академика, а выдумка журналиста: их не мог бы сказать любой мало-мальски грамотный биолог. Во-первых, бактерии не являются животными. Во-вторых, инфузории произошли от жгутиконосцев, многие из которых имеют одноклеточную организацию. Следовательно, «животный мир» в то время никак не мог состоять из одних бактерий и инфузорий. В-третьих, инфузории — клеточные организмы, произошедшие от жгутиконосцев. Отсюда становится ясно, что раз существовали инфузории, то клеткам незачем было возникать, они уже и так существовали.

Можно в дополнение написать еще и «в-четвертых», и «в-пятых», но и без этого все понятно. Даже поразительно, сколько нелепостей может вместить в одну фразу невежественный в биологии журналист.

В 1977 г., а это был, пожалуй, год самого яростного увлечения женщин обувью на поразительно толстой подошве — туфлями на платформе, в первоапрельском номере ленинградской молодежной газеты «Смена» была опубликована в принципе остроумная шутка А. Розева: «В институте бактериологических исследований открыт

новый вид живых организмов — инфузория-туфелька на платформе». В Ленинграде имеется не менее 100 000 человек с биологическим и медицинским образованием (включая студентов разных высших учебных заведений); думается, что в этом городе не менее половины жителей вообще прекрасно знают: инфузория-туфелька имеет только то отношение к бактериям, что питается ими (это проходят в 6-м классе школы), поэтому инфузорий не изучают в «Бактериологических» институтах (в действительности называемых Институтами микробиологии). Короче, шутка не прошла, она вызвала у ленинградцев лишь чувство недоумения, что автор не знает самых обычных вещей.

К сожалению, число подобных примеров можно увеличить во много раз. Мы не будем этого делать лишь потому, что они поразительно однотипны и свидетельствуют о незнании авторами заметок и репортажей биологических истин даже на уровне школьных учебников.

Резюмируя суть того, о чем говорилось в этой главе, можно отметить, что простейшие большей частью (за очень редким исключением) не являются героями произведений искусства (литературных или изобразительных), однако некоторые сведения о них и явлениях природы, вызываемых ими, в той или иной мере могут быть использованы в этих произведениях. В литературе они привлекаются чаще всего в качестве средства для воссоздания обстановки, где происходит действие, или для того, чтобы выявить, подчеркнуть некоторые черты характера какого-то литературного героя. Подобное использование простейших мы можем найти в книгах таких мастеров слова, как Гончаров, Тургенев, Гюго, Лесков, Томас Манн, Гашек и другие.

В научно-фантастических произведениях и публикациях журналистов информация о простейших очень часто излагается неверно, путано. Это связано с тем, что сами авторы имеют столь слабые представления об этих живых существах, что было бы лучше, если бы они вовсе не использовали их в своих литературных творениях. По-видимому, биологическое образование в школе не дает ученикам необходимых знаний об одном из основных уровней организации всего живого, а именно о клеточном уровне.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сейчас, когда перед человечеством более остро, чем когда-либо, стоят насущные задачи охраны окружающей среды и управления биосферными процессами, очень важно наладить широкое комплексное изучение простейших как существенного компонента биосферы, который имеет геологическое значение, влияет на газовый состав атмосферы и океанических вод, сказывается на формировании почв и является непременным звеном в общей пищевой цепи живых существ. Уже это одно показывает, что то бурное развитие, которое испытывает протозоология в последние десятилетия, — не случайный процесс, и он будет продолжаться в дальнейшем.

Особенностью человеческого ума является его системность. Все полученные в ходе познания сведения, собственные представления и даже фантазии о явлениях и объектах действительности человек стремится связать в единое целое. Благодаря этому системе мироздания он противопоставляет систему знания. В биологии это нередко выражается в создании и построении общей системы живых организмов. История науки знает немало славных имен исследователей, которые создавали такие системы на уровне знаний своей эпохи; среди них особо следует выделить Аристотеля, Плиния Старшего, Бюффона и Линнея.

Благодаря сильному развитию электронной микроскопии, биохимии, молекулярной биологии и других наук наши знания о живых организмах чрезвычайно обогатились. Теперь уже все понимают, что в биологии вновь наступила эра, когда требуются общий синтез и осмысление накопленного богатства. Такая потребность выливается, в частности, в попытку создать общую макросистему



эукариот. Речь идет именно об общей системе, совокупно отражающей наши основные знания, а не о формальном размещении различных групп организмов (таксонов) в пределах условно выбранной классификационной схемы.

Многочисленные попытки создать макросистему эукариот делают в наше время представители самых разных специальностей — зоологи, ботаники, биохимики и т. д. Публикации на эту тему появляются ежегодно. Однако пока еще ни одну из таких попыток нельзя признать достаточно удачной. И главная причина заключается именно в том, что появившиеся макросистемы эукариот не решают главной задачи: они не являются нужным обобщением, связкой основных данных, накопленных наукой. Все известные макросистемы такого рода отражают знания и потребности одной-двух биологических специальностей. Следовательно, они — лишь частичное, одностороннее отражение действительности.

Построение общей системы, т. е. макросистемы эукариот, связано с рядом общебиологических проблем. Большинство из них является одновременно и протозоологическими проблемами, так что целиком или частично должны решаться на простейших. Первая из них — происхождение эукариотной клетки. Ей ныне посвящено большое количество исследований, которые показывают, что эта проблема довольно сужена и фактически сводится к вопросу о происхождении органелл (митохондрий, хлоропластов, жгутика и ядра). Однако на самом деле одни лишь органеллы еще не составляют клетку, хотя и являются ее важнейшими компонентами. Помимо них эукариотная клетка характеризуется еще целым рядом специфических особенностей, которые отличают ее от прокариотных организмов: наличием микротрабекулярной системы, присутствием системы эндо- и экзоцитоза, способностью к циклозу и др. Теория происхождения эукариотной клетки должна объяснить не только возникновение органелл, но и этих особенностей.

Для решения рассматриваемой проблемы очень важно воссоздать облик первичных эукариот. Поскольку сами они не сохранились до наших дней, сформировать научное представление о них можно только после тщательного изучения строения и функций самых примитивных эукариотических организмов, существующих ныне, т. е. в первую очередь низших простейших.

Другая проблема, тесно связанная с первой, — филогенетические взаимоотношения между основными макротаксонами эукариот. Центральное место в решении этой проблемы занимает изучение простейших, в первую очередь жгутиконосцев. Как хорошо известно теперь, именно Mastigophora непосредственно или опосредованно дали начало большинству групп организмов, относящихся к царствам растений, грибов и животных. Они составляют исходную и центральную группу эукариот. Анализ уже довольно многочисленных макросистем Eukaryota показывает, что их несходство в очень большой степени зависит от неодинаковых представлений разных исследователей о возникновении, эволюции и филогении основных групп Mastigophora.

Путь к успешному построению «хорошей» макросистемы Eukaryota лежит через еще более глубокое и разностороннее познание Protozoa.

Не вызывает сомнения, что наряду с общими для всего органического мира законами эволюции для каждого уровня организации живого существуют свои особые закономерности. Это определяется, например, тем, что у прокариот существуют парасексуальные процессы, позволяющие производить обмен генетической информацией (ДНК) даже между далеко отстоящими, неродственными формами (например, принадлежащими к разным родам или даже семействам). Парасексуальные процессы у клеточных эукариот принимают иную форму. В разных филогенетических ветвях независимо возникает половой процесс. Соответственно характер и формы эволюционного процесса у эукариот модифицируются.

Имеются определенные различия в направленности эволюционных процессов между клеточными и одноклеточными эукариотами. Так, В. А. Догель (1929, — цит. по: Полянский, 1981) установил, что ведущим направлением, которое доминирует в морфологической эволюции Protozoa, является полимеризация органелл, тогда как у Metazoa — превалирует олигомеризация органов.

Эндопаразитирование в большинстве случаев приводит многоклеточных животных к значительному упрощению строения тела, к потере целого ряда систем органов, т. е. сопровождается регрессивной эволюцией. Напротив, эндобиоз (исключая внутриклеточный паразитизм) вызывает у простейших прогрессивные изменения, приводящие

к сильному усложнению организмов (Полянский, 1977, 1981, и др.). Все это показывает, что проблема прогрессирования эволюционного процесса (эволюция эволюции) не может быть решена без изучения Protozoa как особого (клеточного) уровня организации живого.

В пределах многочисленных групп простейших происходят все основные этапы эволюции ядра от мезокариотного до типично эукариотного, от имеющего открытый ортомитоз до обладающего закрытым плевромитозом, от имеющего гаплоидный набор хромосом до диплоидного и полиплоидного. Изучение ядерного аппарата Protozoa очень много дает и еще больше даст в будущем для познания колоссальных возможностей этого «сейфа» наследственной информации, что позволит нам еще глубже проникнуть в тайны живого и точно управлять механизмами наследственности.

Следует особо отметить, что клеточные организмы (особенно инфузории) оказались весьма благодатными объектами для изучения надъядерных, или эпигеномных, механизмов наследования, связанных, в частности, с так называемой позиционной информацией, которая определяется организацией поверхностных структур тела простейшего.

В пределах подцарства Protozoa возникают или получают сильное развитие все основные формы немышечной клеточной подвижности (мерцательное, амeboидное, скользящее и другие типы движения). Физиологические и биохимические исследования показывают, что механизмы различных сократительных систем неодинаковы. Изучение примитивных двигательных систем имеет не только важнейшее теоретическое значение, оно будет в дальнейшем способствовать открытию принципов механохимических превращений энергии, что в свою очередь позволит создать принципиально новые экономичные движители, которым несомненно будет принадлежать будущее.

Одной из «горячих точек» современной биологии является проблема поведения животных. Как известно, сформировалась особая наука — этология, всесторонне занимающаяся этой проблемой. Успехи в данной области науки столь велики, что три ее лидера — Тинберген, Лоренц и Фриш — получили Нобелевскую премию. Сейчас более чем когда-либо стала видна справедливость слов

нашего выдающегося соотечественника прошлого века А. И. Герцена, который в своих «Письмах об изучении природы» писал, что для познания высших форм психики необходимо глубоко изучать «предысторию интеллекта», т. е. поведение и психику животных. Этологи постепенно, но неуклонно расширяют круг исследуемых объектов, захватывая все более и более низкоорганизованных беспозвоночных. Образно говоря, в настоящее время пришла пора простейших. Началось весьма интенсивное и углубленное изучение поведения Protozoa. И это вполне понятно: ведь простейшие — организмы, не имеющие нервной системы; именно здесь исследователи ищут истоки возникновения поведения.

Мы не будем рассматривать другие важные и интересные проблемы и вопросы, которые частично или полностью решаются на клеточных организмах. Одно несомненно, что вклад простейших в биологию ныне велик и возрастает с каждым годом.

Вероятно, следует особо отметить, что клеточные организмы не только выжили в борьбе за существование с метаклеточными организмами, но в условиях земной биосферы стали необходимым условием существования этих, несомненно более сложно организованных и вроде бы прогрессивных живых существ.

## П Р И Л О Ж Е Н И Е

### КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЦАРСТВА PROTOZOA, ПРЕДЛОЖЕННАЯ МЕЖДУНАРОДНЫМ КОМИТЕТОМ ПО СИСТЕМАТИКЕ И ЭВОЛЮЦИИ ПРОСТЕЙШИХ

В тексте книги мы неоднократно упоминали о той классификации, которую разработал для простейших Международный комитет в составе 16 протозоологов — представителей различных стран (Levine et al., 1980). Более того, мы попытались показать не только достоинства, но и слабые места новой системы Protozoa. Тем не менее следует подчеркнуть, что в настоящее время эта классификация является наиболее общепринятой и наиболее распространенной. Именно опираясь на нее, другие исследователи делают попытки создать более совершенные системы подцарства простейших (Крылов и др., 1980; Догель, 1981). Учитывая все возрастающий интерес к простейшим специалистов разного профиля, мы считаем полезным дать в качестве приложения сокращенный вариант классификации, предложенной Международным комитетом (с диагнозами крупных таксонов Protozoa).

**Тип I. Sarcomastigophora** Honigberg et Balamuth, 1963 (Саркомастигофоры). Ядра обычно одного типа, за исключением некоторых фораминифер, обладающих вегетативными и генеративными ядрами одновременно. Половой процесс, если есть, в форме копуляции (сингамии). Имеются жгутики или псевдоподии, а иногда оба типа локомоторных органелл одновременно.

**Подтип I. Mastigophora** Dising, 1866 (Жгутиконосцы). Один, два, несколько или много жгутиков. Бесполое размножение обычно путем продольного деления тела простейшего. Для некоторых групп известен половой процесс.

**Класс 1. Phytomastigophorea** Calkins, 1909 (Растительные жгутиконосцы). Имеют хлоропласты; если они отсутствуют (у бесцветных форм), связь с окрашенными видами очевидна (по характеру строения тела, составу запасных питательных веществ и т. п.).

**Класс 2. Zoomastigophorea** Calkins, 1909 (Животные жгутиконосцы). Хлоропласты отсутствуют. Один, два или много жгутиков. Есть амебонидные формы с жгутиком или без него. Половой процесс известен для ряда групп. Сборный таксон (полифилетического происхождения).

**Подтип II.** *Opalinata* Corliss et Balamuth, 1963 (Опалиновые). Многочисленные реснички покрывают все тело. Рот отсутствует. Бесполое размножение путем продольного или косо́го деления. Половой процесс осуществляется благодаря слиянию мелких многожгутиковых гамет. Исключительно паразитические формы.

**Класс 1.** *Opalinatea* Wenyon, 1926 (Опалины). С характеристикой подтипа.

**Подтип III.** *Sarcodina* Schmarda, 1871 (Саркодовые). Движение осуществляется с помощью псевдоподий или локомоторного течения цитоплазмы. Жгутик, если он имеется, присутствует лишь на какой-то одной стадии жизненного цикла. Тело голое, хотя может иметь наружную раковинку или внутренний скелет. Бесполое размножение — бинарное деление. Половой процесс, когда он есть, происходит с помощью жгутиковых (реже амебидных) гамет. Большинство видов — свободноживущие.

**С у п е р к л а с с 1.** *Rhizopoda* von Siebold, 1845 (Корненожки). Движение с помощью лобоподий, филоподий, ретикулоподий<sup>1</sup> или токов цитоплазмы, не приводящих к образованию дискретных псевдоподий.

**Класс 1.** *Lobosea* Carpenter, 1861 (Настоящие амёбы). Псевдоподии преимущественно типа лобоподий, хотя реже могут иметь более или менее нитевидную форму. Чаще всего одноядерные. Не образуют плодовых тел (спорангии, саркокарпы и т. п.). Включает два подкласса: *Simplicata* — голые амёбы и *Testacealobosia* — раковинные амёбы.

**Класс 2.** *Acanthamoeba* Page, 1976 (Акантомиксы). Обычно небольшие многоядерные плазмодии, хотя есть и одноядерные формы. Однако и в том и в другом случае тело простейшего чрезвычайно сильно разветвлено на большое количество псевдоподий лобоподного типа. У некоторых форм ложноножки могут анастомозировать друг с другом.

**Класс 2.** *Acrasea* Schröter, 1886 (Акразиевые). Одноклеточные амёбы с псевдоподиями типа лобоподий и эруптивным (прерывистым) характером движения. На определенной стадии жизненного цикла эти амёбы агрегируют и дают начало многоклеточному псевдоплазмодию. Позднее такой сложный организм образует плодовые тела, где формируются споры. Половой процесс отсутствует.

**Класс 4.** *Eumycetozoa* Zopf, 1884 (Настоящие миксомицеты). Миксамёбы перемещаются с помощью псевдоподий, которые несут дополнительные нитевидные субпсевдоподии; могут образовывать жгутиковые клетки с 2 равными или неравными по длине жгутиками. На определенной стадии жизненного цикла миксамёбы формируют истинные

---

<sup>1</sup> Лобоподии — крупные псевдоподии, имеющие большой диаметр или большую ширину; филоподии нитевидны и прозрачны; ретикулоподии — многочисленные нитевидные псевдоподии, которые, сливаясь друг с другом, образуют сложную цитоплазматическую сеть.

плазмодии (реже псевдоплазмодии). Для ряда видов известен половой процесс. Плодовые тела чаще всего формируются на ножке.

Включает три подкласса: *Protostellia* — протостелии, *Dicystostellia* — диктиостелии и *Myxogastria* — миксогастрика.

**Класс 5.** *Plasmodiophorea* Cook, 1928 (Плазмодиофоры). Obligатные внутриклеточные паразиты, представляющие собой очень маленькие плазмодии. Зооспорангии продуцируют зооспоры с неравными по длине жгутиками. У ряда форм есть половой процесс.

**Класс 6.** *Filosea* Leidly, 1879 (Филозен). Имеют гиалиновые (прозрачные) нитевидные псевдоподии (филоподии), иногда ветвящиеся, редко анастомозирующие. Жгутиковая стадия отсутствует. Некоторые виды образуют раковинки.

**Класс 7.** *Granuloreticulosea* De Saedeleer, 1934 (Фораминиферы в широком смысле слова). Обычно имеют тонкие многочисленные ретикулоподии, образующие очень сложную общую сеть. Большей частью тело покрыто раковинкой. Собственно фораминиферы имеют половой процесс; гаметы обычно жгутиковые, реже амебоидные. У некоторых видов имеется ядерный дуализм (гетероморфизм).

**Класс 8.** *Xenophyophorea* Schulze, 1904 (Ксенофиофореи). Тело простейшего представляет многоядерный плазмодий, заключенный в ветвящуюся систему трубочек, построенных из органического вещества, которое может пропитываться солями кальция. В цитоплазме имеется большое количество кристаллов, содержащих соли бария.

**Суперкласс 2.** *Actinopoda* Calkins, 1909 (Актиноподы). Обычно планктонные животные, часто сферической формы. Псевдоподии в форме аксоподий (внутри них расположена продольная стержневидная структура — аксонема, состоящая из микротрубочек). Скелет, если имеется, органический, из окиси кремния или из сульфата стронция. Некоторые виды помимо аксоподий имеют жгутик. Размножение обычно бесполое, хотя у некоторых форм встречается и половой процесс.

**Класс 1.** *Acantharea* Haeckel, 1881 (Акантарии)<sup>2</sup>. Характерной чертой группы является скелет из сернокислого стронция. Он построен из правильно расположенных 20 радиальных и 10 диаметральных спикул (игл). У некоторых видов число радиальных игл 32, а диаметральных — 16. Наружный слой цитоплазмы (кортекс) многослойный, очень сложно устроенный. Внутренняя цитоплазма с ядерным аппаратом обособлена от наружной специальной капсулярной мембраной. Исключительно морские животные.

---

<sup>2</sup> Ранее *Acantharea*, *Polycystinea* и *Phaeodarea* объединяли в единый таксон *Radiolaria* — лучевики. Подобной точки зрения некоторые авторы придерживаются и ныне (Догель, 1981).

**Класс 2.** Polycystinea Ehrenberg, 1838 (Полицистины). Морские, преимущественно планктонные животные, имеющие скелет из окиси кремния. Спиккулы, сливаясь друг с другом, могут сочетаться в скелетные образования разнообразной, подчас причудливой формы. Внутренняя цитоплазма окружена специальной центральной капсулой, имеющей большое количество пор. Исключительно морские животные.

**Класс 3.** Phaeodarea Haeckel, 1879 (Феодарии). Скелет смешанного типа и состоит из органических и кремнеземных элементов. Центральная капсула вместо многочисленных пор имеет всего 1—3 отверстия. Во внекапсулярной цитоплазме расположено крупное образование, которое называют феодиём. Внутри него локализованы ярко окрашенные структуры — выделительные тельца, пищевые и резервные вещества. Морские формы.

**Тип II.** Labyrinthomorpha phyl. n. (Лабиринтула). Многоклеточные организмы, тело которых представляет живую эктоплазматическую сеть; внутри нее с помощью скользящего движения перемещаются веретеновидные клетки. Есть зооспоры с двумя неравными жгутиками. Морские или эстуарные животные, обитающие на растениях.

**Класс 1.** Labyrinthulea Levine et Corliss, 1963 (Лабиринтула). С признаками типа.

**Тип III.** Apicomplexa Levine, 1970 (Апикомплекса). Имеется апикальный комплекс (видимый под электронным микроскопом); состоит из набора специфических органелл — полярного кольца (или колец), роптрий, микронем и кононда. Хотя бы у одной из стадий жизненного цикла обнаруживается микропора (ультрацитостом). У большинства групп есть половой процесс. Все виды — паразиты различных животных.

**Класс 1.** Perkinsea Levine, 1978 (Перкинсея). Коноид не образует совершенный конус. Есть жгутиковые зооспоры. Половой процесс отсутствует.

**Класс 2.** Sporozoea Leukart, 1879 (Споровики). Коноид, если имеется, образует совершенный конус. Размножение половое и бесполое. Ооциты обычно содержат инфективные спорозонты, возникшие в результате спорогонии. Взрослые организмы перемещаются с помощью скользящего движения или изгибаний тела. Жгутик есть только у микрогамет. Включает три подкласса: Gregarina — грегарины, Coccidia — кокцидии и Piroplasmia — пироплазмиды.

**Тип IV.** Microspora Sprague, 1977 (Микроспоридии). Внутриклеточные паразиты многих животных. Лишены митохондрий. Споры одноклеточные, с одним одноядерным или двоядерным споробластом (зародышем). Внутри споры есть полая, спирально закрученная стрекательная нить. В теле хозяина эта нить выстреливается и по ее каналу споробласт проникает в клетку хозяина.



*Класс 1. Rudimicrosporea Sprague, 1977 (Рудиментарные микроспоридии).* Спора с рудиментарным (простым) стрекальным аппаратом.

*Класс 2. Microsporea Delphy, 1963 (Собственно микроспоридии).* Спора с совершенным стрекательным аппаратом.

**Тип V. Ascetospora Sprague, 1978 (Асцетоспоровые)** Споры многоклеточные, с одним или многими споробластами. Выстреливающего аппарата нет. Все паразиты.

*Класс 1. Stellatospora Sprague, 1978 (Стеллатоспоровые).* Споры с 1 или многими споробластами.

*Класс 2. Paramyxia Levine, 1979 (Парамиксы).* Спора двухклеточная; состоит из родительской клетки и одного споробласта.

**Тип VI. Myxozoa Grassé, 1970 (Миксоспоридии).** Споры многоклеточные, с 1, 2 или многими стрекательными капсулами. Во взрослом состоянии — плазмодии. Все паразиты.

*Класс 1. Myxosporea Bütschly, 1881 (Миксоспоровые).* Споры с 1 или 2 споробластами и 1—6 полярными капсулами (типично 2).

*Класс 2. Actinospora cl. n. (Актиноспоровые).* Споры с тремя полярными капсулами. Споробластов несколько или много.

**Тип VII. Ciliophora Doflaim, 1901 (Инфузории).** Во взрослом или личиночном состоянии имеются реснички. Есть ядерный дуализм: помимо генеративного (микронуклеус) присутствует вегетативное (макронуклеус) ядро. Половой процесс осуществляется с помощью конъюгации, т. е. временного объединения особей в пары. Бесполое размножение путем поперечного деления тела на две части. Большинство видов свободноживущие, но есть эндокомменсалы и паразиты. Нередки колониальные формы.

*Класс 1. Kinetofragminophorea de Puytorac et al., 1974 (Имеющие кинетофрагмон).* Околоротовая цилиатура представляет собой кинетофрагмон, т. е. совокупность слабо измененных соматических ресничек. Включает 4 подкласса: *Cymnostomatia* — голоротые, *Vestibuliferia* — вестибулиферы, *Hypostomatia* — нижнеротые и *Suctoria* — сосущие инфузории.

*Класс 2. Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974 (Маломембранные).* Ротовой аппарат хотя бы частично погружен в буккальную полость. Околоротовая цилиатура принципиально отличается от соматической, образуя сложные мембраны и мембранеллы. Однако их немного, отсюда и название группы. Включает два подкласса: *Hymenostomatia* — плевроротые и *Peritrichia* — кругоресничные.

*Класс 3. Polyhymenophorea Jankowski, 1967 (Многомембранные).* В состав околоротовой цилиатуры входит большое количество синцилий (пара- и гетеромембранелл и т. п.); иногда их число достигает 100 и более. Включает один подкласс *Spirotrichia* — спиральноресничные.

## ЛИТЕРАТУРА

- Азимов А. Я. работ. М.: Дет. лит., 1969, с. 223—402. (Библиотека приключений; Т. 16).
- Акимушкин И. Тропой легенд. М.: Молодая гвардия, 1951. 128 с.
- Акимушкин И. Куда? и Как? М.: Мысль, 1965. 263 с.
- Андреевский В. Египет. Александрия, Каир, его окрестности, Саккара и берега Нила до первых порогов. СПб.; М.: Изд-во Вольфа, 1886. 521 с.
- Библия, или книги священного писания Ветхого и Нового завета в трех частях. М.: Синоид. тип., 1900. 743 с.
- Бродский А. Л. Protozoa почвы и их роль в почвенных процессах. — Бюл. Среднеаз. гос. ун-та, 1935, № 3, вып. 20, с. 18—23.
- Бродский А. Л. История протозоологии (история развития наших знаний о простейших животных). Ташкент; Самарканд: Гос. изд-во УзССР, 1937. 68 с.
- Вермель Е. М. История учения о клетке. М.: Наука, 1970. 259 с.
- Вольтер. Микромегас. — В кн.: Философские повести. М.: Гос. изд-во худож. лит., 1954, с. 75—96.
- Гашек Я. Похождения бравого солдата Швейка. М.: Гос. изд-во худож. лит., 1956. 761 с.
- Геккель Э. Царство протистов. Очерк низших организмов. СПб.: Изд-во А. С. Суворина, 1880. 104 с.
- Гомер. Илиада / Пер. В. Вересаева. М.; Л.: Гос. изд-во худож. лит., 1949. 550 с.
- Гончаров И. А. Фрегат Паллада. М.: Географиздат, 1951. 710 с.
- Григорьев В. И ничто человеческое нам не чуждо. — В кн.: Фантастика и путешествия. М.: Молодая гвардия, 1965, с. 390—398.
- Гуревич Г. Глотайте хирурга. — В кн.: Альманах научной фантастики. М.: Знание, 1970, вып. 8, с. 129—160.
- Гюго В. Труженики моря. М.: Правда, 1957. 494 с.
- Дарвин Ч. Путешествие вокруг света на корабле Бигль. СПб.: Изд-во О. Н. Поповой, 1898. 312 с.
- Днепров А. Фактор времени. — В кн.: В мире фантастики и приключений. Л.: Лениздат, 1963, с. 444—460.
- Догель В. А. Зоология беспозвоночных. М.: Высш. шк., 1981. 606 с.
- Догель В. А., Полянский Ю. И., Хейсин Е. М. Общая протозоология. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 592 с.
- Егер Г. Микроскопический мир. Популярное описание явлений и форм, открытых микроскопом / Пер. с нем. под ред. и с примеч. А. Беке-това. СПб.: Изд-во А. Головачева, 1866. 710 с.
- Жизнь растений, т. 2. Грибы / Под ред. М. В. Горленко. М.: Просвещение, 1976. 479 с.
- Жизнь растений, т. 3. Водоросли и лишайники / Под ред. М. М. Голлербаха. М.: Просвещение, 1977. 487 с.
- Заварзин А. А. О происхождении многоклеточных. — Тр. Томск. ун-та, 1946, т. 97, сер. биол., с. 73—102.
- Засухин Д. Н. Выдающиеся исследования отечественных ученых о возбудителях малярии. М.: Гос. изд-во мед. лит., 1951. 271 с.
- Захваткин А. А. Сравнительная эмбриология низших беспозвоночных. М.: Сов. наука, 1949. 395 с.
- Зеров Д. К. Очерк филогении бессосудистых растений. Киев: Наукова думка, 1972. 315 с.

- Золотницкий Н. Ф.** Аквариум для любителя. М.: Изд-во А. А. Карцева, 1916. 697 с.
- Иванов А. В.** Происхождение многоклеточных животных. Филогенетические очерки. Л.: Наука, 1968. 287 с.
- Иммерман К.** Мюнхгаузен. История в арабесках. М.; Л.: Academia, 1931. 321 с.
- Каверин В.** Перед зеркалом (роман в письмах). — Звезда, 1971, № 2, ч. 2, с. 9—109.
- Канаев И. И.** Жорж Луи Леклер де Бюффон. М.; Л.: Наука, 1960. 266 с.
- Каневский З.** Льды и судьбы. М.: Знание, 1980. 208 с.
- Кацнельсон З. С.** Сто лет учения о клетке. История клеточной теории. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 271 с.
- Келлер К.** Жизнь моря. СПб.: Изд-во А. Ф. Девриена, 1897. 633 с.
- Кинк Х. А.** Как строились египетские пирамиды. М.: Наука, 1967. 110 с.
- Кишш И.** Метеоробиологические исследования микроорганизмов, вызывающих цветение воды и снега. — Acta Biol. Acad. Sci. Hungar., 1952, t. 3, fasc. 2, s. 159—220.
- Ковалева А. А., Шульман С. С.** Многостворчатые микоспоридии рыб. — В кн.: Фауна и систематика одноклеточных животных. Л.: Б. и., 1979, с. 16—29.
- Кокова В. Е., Лисовский Г. М.** Непропорционально-проточная культура простейших. Новосибирск: Наука, 1976. 75 с.
- Корниенко Г. С.** О роли простейших в составе планктона прудов. — Гидробиол. журн., 1973, т. 6, № 1, с. 37—42.
- Крайф де П.** Охотники за микробами. Борьба за жизнь. М.: Молодая гвардия, 1957. 485 с.
- Крылов М. В., Добровольский А. А., Исси И. В., Михалевич А. И., Подлипаев С. А., Решетняк Т. В., Серавин Л. Н., Старобогатов Я. И., Шульман С. С., Янковский А. В.** Новые представления о системе одноклеточных животных. — В кн.: Принципы построения макросистемы одноклеточных животных. Л.: Б. и., 1980, с. 122—132.
- Куторга С.** Естественная история наливочных животных, составленная преимущественно из наблюдений Эренберга. СПб.: Тип. Э. Парца и К°, 1839. 182 с.
- Кушнер А.** Городок в подарок. М.: Дет. лит., 1976. 127 с.
- Лейбниц Г. В.** Монадология. — Вера и разум, 1892, т. 2, ч. 3, с. 341—370.
- Лем С.** Правда. — В кн.: Космический госпиталь. М.: Мир, 1972, с. 86—115.
- Лепешинская О. Б.** Происхождение клеток из живого вещества и роль живого вещества в организме. М.: Изд-во АМН СССР, 1950. 304 с.
- Лесков Н. С.** Левша. М.: Гос. изд-во худож. лит., 1952, т. 2, с. 360—391.
- Ломоносов М. В.** Письмо о пользе стекла. — В кн.: Избранные философские произведения. М.: Госполитиздат, 1950, с. 482—492.
- Лункевич В. В.** От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, т. 1. 421 с.; 1940, т. 2. 495 с.
- Лункевич В. В.** От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии 2-е изд., перераб. М.: Госучпедиздат, 1960, т. 1. 479 с.; т. 2. 547 с.
- Мамаева Н. В.** Инфузории бассейна Волги. Л.: Наука, 1979. 150 с.
- Манн Т.** Волшебная гора. — Собр. соч. М.: Гос. изд-во худож. лит., 1959, т. 3. 518 с.
- Материалисты Древней Греции.** Собрание текстов Гераклита, Демокрита и Эпикура/Под ред. М. А. Дынника. М.: Госполитиздат, 1955. 238 с.

- Мошковский Ш. Д.** О природе простейших (Protozoa) и границах протозоологии. — Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт., 1957, т. 73, вып. 4, с. 129—137.
- Николюк В. Ф.** Значение простейших в почве под хлопчатником. — В кн.: Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1979, с. 186.
- Николюк В. Ф., Мавлянова М. И.** Биомасса простейших как показатель окультуренности и плодородия почв. — В кн.: Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1979, с. 278—291.
- Новиков-Прибой А. С.** Соленая купель. — Собр. соч. М.: Гос. изд-во худож. лит., 1949, т. 2, с. 323—486.
- Полянский Ю. И.** Формы изменчивости популяции и адаптации у инфузорий. — В кн.: Проблемы экспериментальной биологии. М.: Наука, 1977, с. 132—141.
- Полянский Ю. И.** О специфике эволюционного процесса в крупных таксонах (на примере эволюции простейших). — В кн.: Проблемы новейшей истории эволюционного учения. Л.: Наука, 1981, с. 156—169.
- Полянский Ю. И., Райков И. Б.** Полимеризация и олигомеризация в эволюции простейших. — Журн. общ. биол., 1977, т. 38, № 3, с. 325—335.
- Поповский М.** Над картой человеческих страданий. М.: Дет. лит., 1971. 282 с.
- Райков Б. Е.** Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 4. 678 с.
- Райс Э.** Аллелопатия. М.: Мир, 1978. 392 с.
- Ряховский Б.** Топоинная роща. М.: Дет. лит., 1980. 191 с.
- Светлов М.** Беседа. М.: Молодая гвардия, 1969. 381 с.
- Свифт Д.** Путешествие в некоторые отдаленные страны света Лемуэля Гулливера. М.: Худож. лит., 1967. 390 с.
- Серавин Л. Н.** Макросистема жгутиконосцев. — В кн.: Принципы построения макросистемы одноклеточных животных. Л.: Б. и., 1980, с. 4—22.
- Соболь С. Л.** История микроскопа и микроскопических исследований в России в XVIII веке. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 606 с.
- Тезинг К.** Свечение моря. — В кн.: Чудеса природы. СПб.: Самообразование, 1896, с. 46—49.
- Тени У.** Две половинки одного целого. — В кн.: Звездная карусель. М.: Мир, 1974, с. 258—284.
- Толстой А.** Золотой ключик, или приключения Буратино. М.: Детгиз, 1962. 121 с.
- Тургенев И. С.** Отцы и дети. Л.: Лениздат, 1978. 191 с.
- Ферворн М.** Общая физиология. Основы учения о жизни. М.: Тип. товарищества И. Д. Сытина, 1897, т. 1. 518 с.
- Ферворн М.** Общая физиология. Основы учения о жизни. М.: Тип. товарищества И. Д. Сытина, 1897, т. 2. 577 с.
- Ферсман А. Е.** Занимательная минералогия. Л.: Время, 1933. 299 с.
- Хлебович Т. В.** Зависимость времени генерации и скорости питания инфузории *Dileptus anser* от концентрации пищи. — Цитология, 1975, т. 18, вып. 1, с. 109—112.
- Цингер Я. А.** Занимательная зоология. М.: Госучпедиздат, 1963. 102 с.
- Чорик Ф. П.** Свободноживущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев: Изд-во АН МССР, 1968. 251 с.

- Шой Б.** Картинка из семейной жизни Фрэнклина Барнабаса. — В кн.: Новеллы. М.: Худож. лит., 1971, с. 119—164.
- Шуменко С. И.** Происхождение мела и известковых остатков. — Природа, 1978, № 6, с. 116—122.
- Calkins G. N.** Protozoology. New York: Manson press, 1909. 349 p.
- Cavalier-Smith T.** The origin of nuclei and of eucaryotic cells. — Nature, 1979, vol. 256, N 2150, p. 463—468.
- Chatton E.** Essai d'un schema de l'energie d'apres une image objective et synthetique: le Dinoflagelle *Polykrikos schwarzi* Bütschli. — Arch. Zool. exp. gen., 1931, T. 16, N 2, p. 169—187.
- Corliss J. O.** The ciliated Protozoa. Oxford etc.: Pergamon press, 1979. 455 p.
- Dobell C. C.** The principles of protistology. — Arch. Protistenk., 1911, Bd 23, H. 2, S. 269—310.
- Dodge J. D.** The fine structure of algal cells. London; New York: Acad. press, 1973. 261 p.
- Ehrenberg D. Ch. G.** Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig: Verlag von Leopold Voss, 1838. 547 S.
- Hanson E. D.** The origin and early evolution of animals. Middletown: Conn. Wesleya Univ. press, 1977. 677 p.
- Hyman L. H.** The invertebrates: Plathelminthes and Rhynchocoela. The acoelomate Bilateria, vol. 2. New York etc.: Acad. press, 1959. 550 p.
- Kofeid Ch., Swezy O.** Mitosis and fission in the active and encysted phases of *Giardia enterica* (Grassi) of man, with a discussion of the method of origin polymastigote Flagellates. — Univ. Calif. Publ. Zool., 1922, vol. 20, p. 199—234.
- Leedale G.** Phylogenetic criteria in euglenoid flagellates. — Biosystems, 1978, vol. 10, N 1—2, p. 183—187.
- Leeuwenhoek A.** Acrana naturae ope microscopiorum detecta Delphis, 1696. 321 p.
- Levine N. D., Corliss J. O., Cox F. E. G., Deroux G., Grain J., Honigberg B., Leedale G., Loeblich A. R., Lom J., Lynn D., Merinfeld E. J., Page F. C., Poljansky G., Sprague V., Vavra J., Wallace F. G., Weiser J. A.** A newly revised classification of the Protozoa. — J. Protozool., 1980, vol. 27, N 1, p. 37—58.
- Lwoff A.** Introduction to biochemistry of Protozoa. — In: Biochemistry and physiology of Protozoa. London; New York: Acad. press, 1951, p. 1—26.
- Margulis L.** Origin of eucariotic cells. New Haven; London: Yale Univ. press, 1970. 380 p.
- (Margulis L.) Маргелис Л.** Роль симбиоза в эволюции клетки. М.: Мир, 1983. 351 с.
- Müller O. F.** Animalcula Infusoria fluviatilia et marina. Hauniae: Aulæ Regie typographi, 1786. 367 s.
- Perkins F. O.** Zoospores of the oyster pathogen *Dermocystidium marinum*. I. Fine structure of the conoid and other sporozoanlike organelles. — J. Parasitol., 1976, vol. 62, N 4, p. 959—974.
- Pitelka D. R.** Fibrillar systems in flagellates and ciliates. — In: Research in Protozoology. Oxford: Pergamon press, 1968, vol. 3, p. 282—338.
- Sachs J.** Lehrbuch der Botanik. Leipzig, 1874. 928 S.
- Sleigh M. A.** The biology of Protozoa. London: William Clowes and Sons, Limit., 1973. 315 p.
- Taylor F. J. R.** Problems in the development of an explicit hypothetical phylogeny of the lower eucaryotes. — Biosystems, 1978, vol. 10, N 11, p. 67—89.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> . . . . .	3
<b>Глава 1.</b> Из чего построены египетские пирамиды . . .	13
<b>Глава 2.</b> «Кровавые» дожди, «кровавые» воды, «кровавые» снега... и бутерброд с инфузориями . . .	24
<b>Глава 3.</b> Дворянский титул и Нобелевская премия за изучение паразитических простейших . . . . .	43
<b>Глава 4.</b> Немного об истории изучения простейших . . .	61
<b>Глава 5.</b> Споры о природе простейших (от истории — к современности) . . . . .	78
<b>Глава 6.</b> Как малы и как велики простейшие? . . . . .	91
<b>Глава 7.</b> Все ли Protozoa являются животными? . . . .	94
<b>Глава 8.</b> Являются ли простейшие организмами в морфологическом отношении? . . . . .	110
<b>Глава 9.</b> Являются ли Protozoa одноклеточными? . . .	122
<b>Глава 10.</b> Что же такое — простейшие? . . . . .	131
<b>Глава 11.</b> Простейшие в искусстве и журналистике . . .	137
<b>Заключение</b> . . . . .	160
<b>Приложение</b> . . . . .	165
<b>Литература</b> . . . . .	170

**Лев Николаевич Серавин**

**ПРОСТЕЙШИЕ... ЧТО ЭТО ТАКОЕ?**

(От молекулы до организма)

*Утверждено к печати Редакционной коллегией серий  
«Научно-популярная литература» Академии наук СССР*

Редактор издательства **Е. И. Васьковская**

Художник **И. П. Кремлев**

Технический редактор **Е. Н. Никитюк**

Корректоры **Г. А. Лебедева** и **Э. Г. Рабинович**

ИБ № 21057

Сдано в набор 26.03.84. Подписано к печати 17.08.84. М-30884. Формат  $84 \times 108^{1/42}$ . Бумага офсетная № 1. Гарнитура литературная. Фотонабор Печать офсетная. Усл. печ. л. 9.24. Усл. кр.-отт. 9.61. Уч.-изд. л. 9.88. Тираж 26 200. 1 завод (1-й—1000 экз.). Тип. зак № 1367. Цена 35 к.

Издательство «Наука». Ленинградское отделение.  
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени .  
Первая типография издательства «Наука».  
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.



