

Многообразие форм коловраток

Ханова Загида

Дагестанский государственный университет, Махачкала, e-mail:

zagida.khanova@mail.ru

Введение

В настоящее время известно около 1500 видов коловраток, но ежегодно описываются все новые виды, и можно с уверенностью сказать, что всего наземном шаре имеется не меньше 2 тыс. видов.

Коловратками называют своеобразную группу в основном пресноводных микроскопических животных, выделенных в добавочный класс типа Nematelminthes. Коловратки — самые мелкие из многоклеточных животных (от 0,04 до 2 мм). По своему систематическому положению они стоят среди низших сколецид

(низших червей турбеллярий, нематод, гастротрих). Вместе с тем они поражают наблюдателя своей красотой, изумительным разнообразием и тонкостью организации и биологии. Поражает исключительное разнообразие их движений (плавание, ползание, «шагание», неподвижное существование) и связанных с ними строения покровов тела и «домиков» (у сидячих форм), а также ресничного аппарата. У коловраток широко распространена колониальность.

Многообразие форм движения связано у коловраток с чрезвычайной специализацией ресничного вооружения и развитием поперечнополосатой мускулатуры, состоящей из отдельных тяжей. Тем более удивительна свойственная коловраткам малоклеточность при постоянстве клеточного состава. Эти особенности соответствуют столь же исключительной по многообразию реактивности коловраток на внешние раздражения. Не менее характерно для коловраток разнообразие приспособлений к смене климатических условий, выражающееся в явлениях сезонного цикломорфоза, в многообразии половых циклов и в способности переходить в покоящееся состояние.

Всеми этими особенностями коловратки резко выделяются не только среди низших беспозвоночных, но и вообще среди всех животных.

Особенности коловраток

Наиболее типичными образованиями, по которым сразу можно отличить коловраток от других животных, являются коловращательный аппарат и жевательная глотка, так называемый «мастак». Коловращательный аппарат представляет собой совокупность различно расположенных на переднем конце тела ресничек, которые у некоторых видов располагаются по краям дисковидных выростов головы и своим биением, напоминающим мерцание спиц быстро вращающегося колеса, вызывают коловращение, за что они получили свое название. Коловраток называют также «ротатории». Этот ресничный аппарат служит для передвижения и захватывания пищи. Мастак — расширенная передняя часть пищеварительной трубки (глотки) со специальной мускулатурой, с железами и нервами. Внутри мастакса находится жевательный аппарат из твердых частей, называемых челюстями

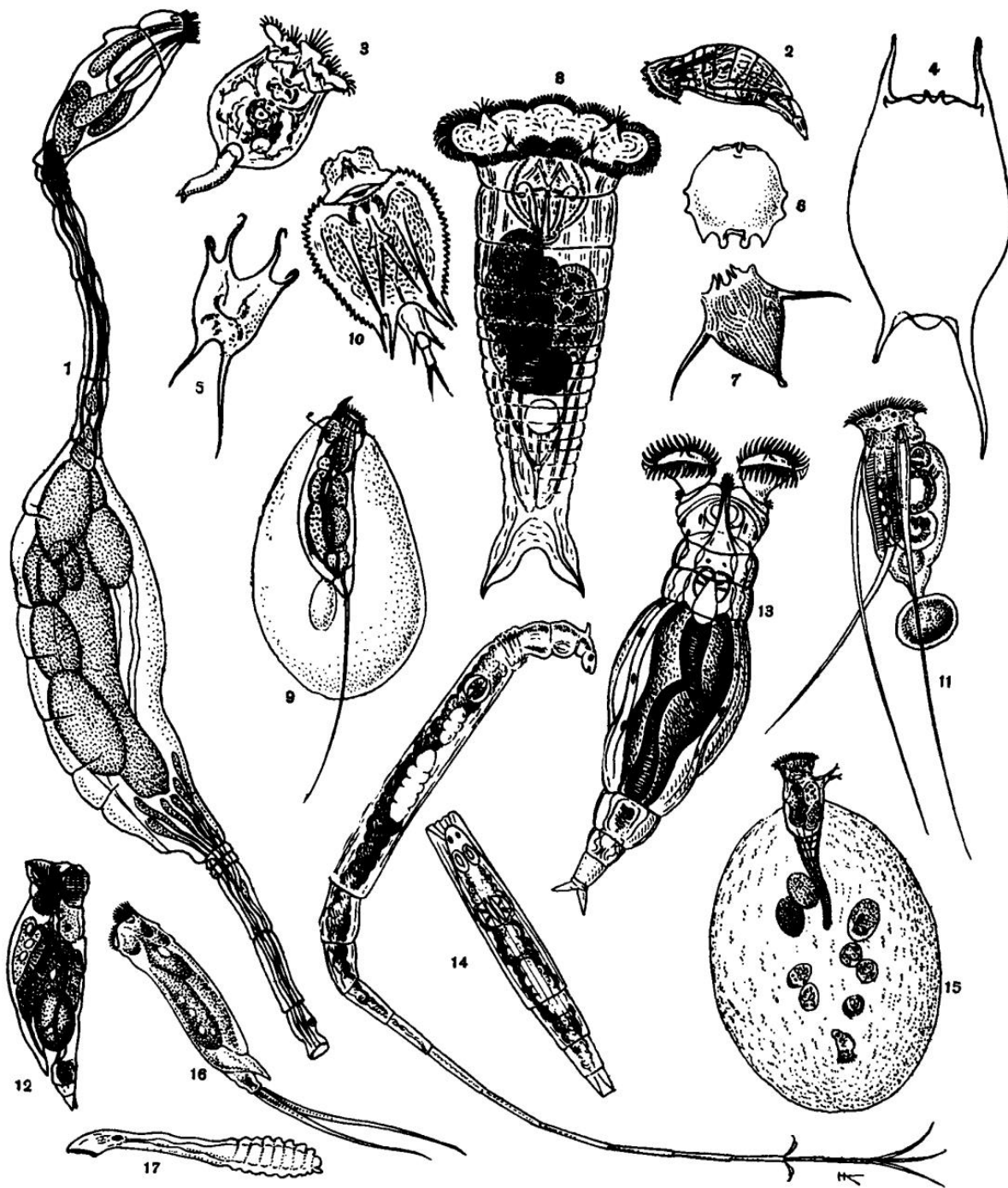


Рисунок 1. Различные формы коловраток

Краткая характеристика типа

Коловратки - черви микроскопических размеров, длиной не более 2 мм. Коловратки - преимущественно обитатели пресных вод, хотя имеются и довольно многочисленные морские представители кл. *Rotatoria*. Громадное большинство коловраток свободноподвижные, немногие ведут прикрепленный образ жизни. Известно свыше 1500 видов.

Значительно больше видов встречается в опресненных частях морей; это те формы, которые попадают в море из рек и хорошо приспосабливаются к повышенной солености, причем некоторые виды в новых условиях даже интенсивнее развиваются, чем в пресной воде.

Немногие коловратки ведут паразитический образ жизни. Так, в червях паразитируют *Drilophaga Albertia* и *Balatro*; в отложенных яйцах прудовиков встречается *Proales gigantaea*, в солнечниках —

Proales latrunculus; есть паразиты водорослей, например: в *Vaucheria* живет *Proales wernecki*, в колониях *Volvox* —

Proales parasita. У позвоночных животных и у человека коловратки не паразитируют. Некоторые виды коловраток сожительствуют с другими организмами. Так, на дафниях живут *Proalesdaphnicola*, питаются водорослями, обрастающими панцирь рачка; *Brachionus rubens* часто и надолго прикрепляется ногой тоже к панцирю дафний, где, не затрачивая энергии на передвижение, в спокойном состоянии отфильтровывает пищевые частицы, все время меняя при помощи рачка место облова.

Место обитания

подавляющее большинство видов коловраток космополиты, они встречаются на всем земном шаре.

Некоторые обычные виды коловраток живут в самых разнообразных водоемах, они нетребовательны к условиям существования —

была бы вода и пища, им неважно, соленая или пресная вода, проточная или стоячая, теплая или холодная, они почти при всех условиях хорошо себя чувствуют и размножаются. Такие организмы называются убикистами, т. е. встречающимися везде, повсюду. Широкое

распространение многих видов связано с легкостью их переноса на большие расстояния в сухом виде: у пиявковидных коловраток — взрослых самок, а у других покоящихся яиц. Но немало коловраток, которые предъявляют строгие требования к условиям существования к качеству пищи, к химическому составу воды и ее физическим показателям, и далеко не в каждом водоеме бывают нужные им условия. Если попавшая в данный водоем коловратка не находит в нем необходимых ей условий, она просто погибает. Такие виды встречаются не часто и относятся к «редким». Таким образом, распространение коловраток по земному шару в большинстве случаев проблема не столько зоогеографическая, сколько экологическая, так же как распределение их по водоемам разных типов и их отдельным местам (прибрежные заросли, дно, толща воды).

Строение и физиология. Размеры коловраток не превышают 1-2 мм, но есть среди них формы и гораздо мельче. Так, к коловраткам относится самый мелкий представитель многоклеточных *Ascomorpha minima*, достигающий едва 0,04 мм длины. Форма тела сильно варьирует. В редких случаях (*Trochosphaera*) тело шаровидно, тогда как у громадного большинства оно продолговато и разделяется на три участка: передний головной с мерцательным аппаратом, туловищный, содержащий все внутренности, и задний, ножной. Нога может и отсутствовать.

Тело коловраток обычно подразделяется на головной, туловищный и ножной отделы. На передней части головы всегда находится коловращательный аппарат — специфический орган коловраток, выполняющий одновременно функцию движения и питания. В зависимости от этих тесно связанных между собой функций коловращательный аппарат сильно видоизменяется, хотя в его составе во всех случаях остаются три основные части: 1) циркумапикальный пояс — один или два венчика ресничек, бьющих по краю головы; 2) ограниченное циркумапи-кальным поясом апикальное поле, лишенное ресничек; 3) буккальное поле — ресничное пространство, окружающее ротовое отверстие. Реснички циркумапикального пояса в своем колебательном движении образуют следующие

друг за другом волны (метахрональные), которые создают около коловратки вихревые струи. С помощью этих струй происходит поступательное (обычно вращательное) движение коловраток, а также приток пищевых частиц, подхватываемых и препровождаемых ко рту ресничками буккального поля. На апикальном поле обычно находятся органы чувств в виде хоботовидных выростов с пучками ресничек, щупалец, стилей, пучков ресничек и т. п. На головном отделе часто видны просвечивающие сквозь покровы один или два глазных пятна; иногда пигментные пятна (чаще также красные) имеются и на боковых краях коловращательного аппарата.

Для ползающих коловраток характерно наличие в коловращательном аппарате большого однородного ресничного пространства, для плавающих - уменьшение его, объединение и слияние ресничек. Ряд планктонных коловраток по бокам коловращательного аппарата имеют ушковидные выросты - "уши". Работа сидящих на них длинных ресничек создает мощные водные токи, способствующие быстрому плаванию.

Форма тела свободно передвигающихся коловраток очень разнообразна. Она может быть овальной, конусовидной или округлой, хотя для большинства коловраток характерна веретеновидная, несколько сплюснутая в дорсо-вентральном направлении. У коловраток с мягкими покровами форма тела часто изменяется, так как они легко сжимаются, особенно при гибели. Постоянно плавающие коловратки имеют очень крупное (до 2,5 мм) мешковидное тело, лишенное ноги. Другие планктонные коловратки приобрели прыгательные придатки на туловище в виде стержневидных, перистовидных выростов или "конечностей", так называемых "рук".^[3]

При помощи особых мышц-ретракторов головной отдел может втягиваться внутрь туловищного и затем снова выворачиваться.

Туловище большей частью одето панцирем и может быть цилиндрическим, сплюснутым дорзовентрально или же сжатым с боков. Туловище содержит большую часть внутренних органов: на его заднем конце, над основанием ноги, помещается отверстие клоаки, т. е. мешка, в который впадают концевые отделы кишечника, выделительной и половой систем. Большинство коловраток бесцветны, но у многих видов отдельные части тела и полостная жидкость бывают окрашены. Так, *Gastropus stylifer* изумительно ярко окрашен в фиолетовые, синие и оранжевые цвета со многими оттенками; гиподерма и полостная жидкость этой коловратки розового цвета. У многих видов пищеварительный канал часто бывает окрашен в зеленый, бурый, желтый цвет в зависимости от заглоченной пищи и стадии ее переваривания. Часто запасы питательных веществ сохраняются в виде красных и желтых жировых капель.

Нога - мускулистый вырост тела, одетый членистой оболочкой и снабженный на конце двумя щупальцевидными подвижными отростками, пальцами. В основании пальцев имеются две небольшие цементные железы, выделяющие особое клейкое вещество. При помощи его многие коловратки могут временно, а другие и постоянно прикрепляться к отдельным подводным предметам. В ноге хорошо развиты кольцевые и продольные мышцы. Нога позволяет коловраткам ползать, вытягиваясь по направлению движения и временно прикрепляясь передним концом к субстрату.

Стенка тела образована синцитиальным слоем гиподермы. Распространенное ранее мнение о сильном развитии кутикулы у коловраток оказалось неверным. Последние исследования, проведенные с помощью электронного микроскопа, показали, что для *Rotatoria* характерно наличие в гиподерме плотного волокнистого слоя под наружной цитоплазматической мембраной. Именно этому слою обязаны коловратки сохранением формы тела и из него сформированы уплотненные покровы панцирных видов. Настоящая кутикула нетипична для коловраток и известна лишь у ограниченного числа форм.

Кожно-мускульный мешок у коловраток отсутствует. В теле имеются отдельные, большей частью поперечнополосатые мышечные волокна, служащие для втягивания головного отдела, для сокращения туловища и т. д. Непосредственно под наружным эпителием лежит

первичная полость тела.

Среди коловраток немало прикрепленных сидячих форм. Они имеют удлинено-веретеновидное туловище и длинную ногу в виде сократимого стебелька с прикрепительной пластинкой. Некоторые из них сидят в слизистых прозрачных или непрозрачных, часто коричневатых домиках, выстроенных ими самими, в которых они быстро прячутся в случае опасности. Коловращательный аппарат сидячих коловраток обычно имеет вид широкой воронки, по краю снабженной лопастями с длинными неподвижными вееровидно торчащими или подвижными ресничками. С помощью такой расставленной верши коловратки улавливают частицы детрита, водоросли, иногда мелких животных, которыми они питаются^[3].

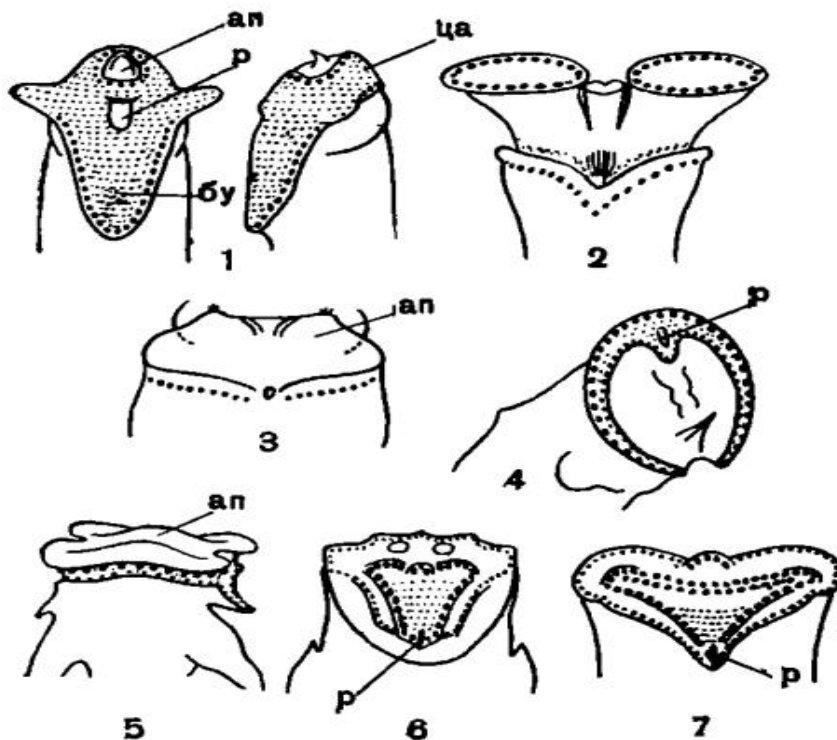


Рисунок 2. Типы ротового аппарата коловраток

Питание и пищеварительная система. Среди коловраток немало хищников, которые, нападая на свою жертву, высасывают ее или заглатывают целиком. Многие коловратки работой своего коловращательного аппарата создают мощный ток воды, который направляет в рот струи с пищевыми частицами. По способу захватывания пищи коловраток можно распределить по следующим группам: 1 — коловратки, у которых захватывание пищи происходит путем привлечения ее в ротовую воронку токами воды, вызванными мерцанием ресничек коловращательного аппарата; 2 — свободноплавающие хищники, которые, помимо водорослей, пригнанных ресничками, активно хватают живые организмы своими челюстями, высывая их наружу, или, проколов жертву, высасывают ее соки; 3 — коловратки, использующие свой своеобразный коловращательный аппарат длинными неподвижными ресничками в качестве ловчего аппарата наподобие верши.

Все эти способы добычи пищи связаны со строением глотки (мастакса). Мастаксе обычно хорошо виден сквозь покровы на границе головного и туловищного отделов. Это мощный мускулистый мешок, содержащий внутри скелетные ригидные части - челюстной аппарат^[3].

В челюстном аппарате коловраток различают: 1) опорную пластину - фулькрум,

соединенную мощными мышцами с мышцами глоточного мешка; 2) сидящие на фулькруме перпендикулярно его плоскости парные рамусы; 3) ударяющие по рамусам парные пластинки, обычно имеющие зубы - ункусы; 4) парные рычаги - манубрии, одним концом соединенные с ункусами, а свободным концом упирающиеся в стенку мешка. По некоторой аналогии в работе фулькрум и рамусы называют наковальной (инкус), а ункусы и манубрии - молоточками (маллеусы). Иногда к этим основным частям прибавляются дополнительные^[31].

Для каждого способа питания характерно наибольшее развитие определенных частей челюстного аппарата, совокупность которых создает тот или иной тип мастакса.

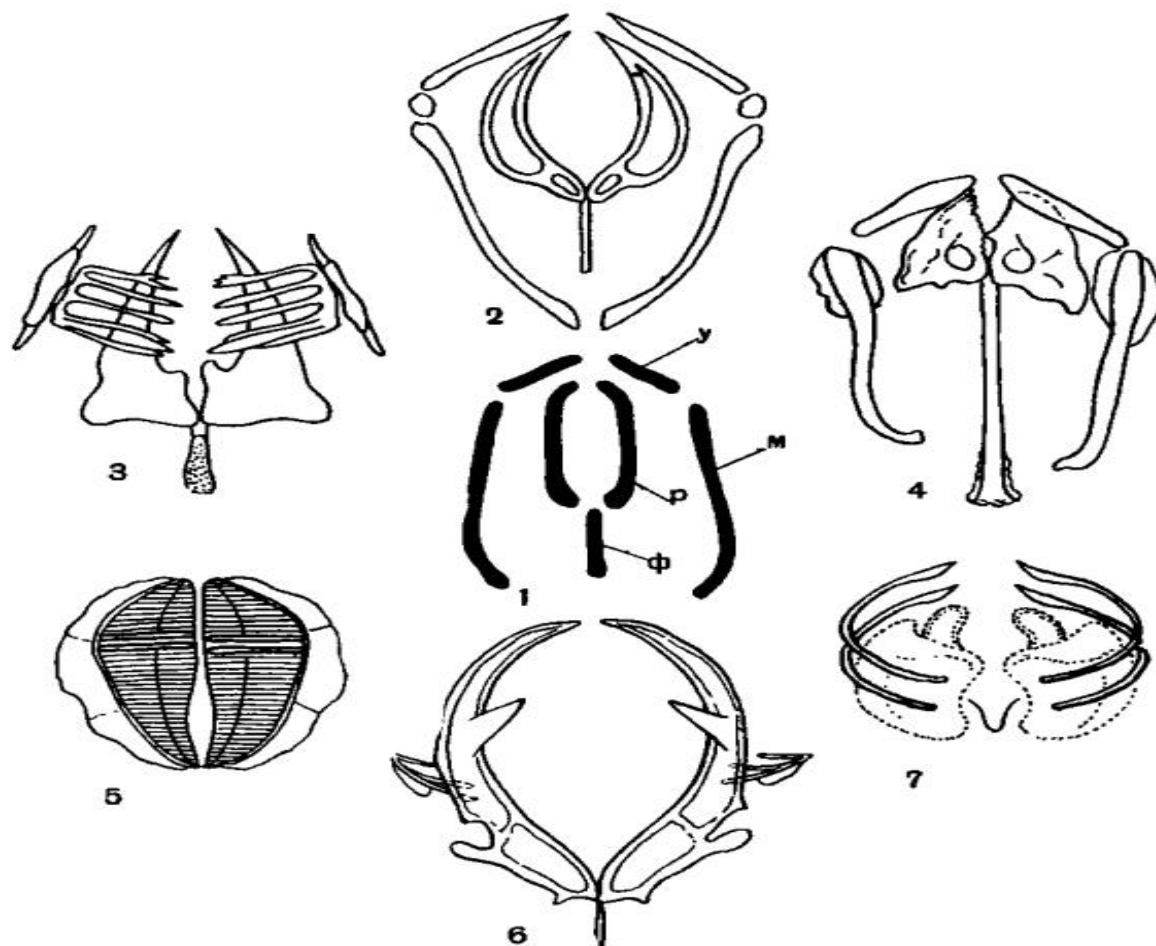


Рисунок 3. Строение челюстного аппарата

Строение этих частей, столь важных для определения, особенно беспанцирных коловраток, не всегда удастся хорошо рассмотреть, если прибегать только к придавливанию коловратки покровным стеклом. Легче получить отпрепарированные челюсти, добавив под это стекло каплю жавелевой воды (получается насыщением 10%-ного раствора КОН хлором), в ряде случаев - кристаллик соды^[31].

Коловратки, высасывающие свою добычу, обладают сосущим, виргатным типом мастакса. Он имеет длинный фулькрум с мощными мускулами и сильные ункусы, способные удерживать добычу около рта. Сосущие коловратки избирают жертвами своих сородичей, водоросли, а также различные обрастания, нередко на поверхностях тела других животных^[31].

У коловраток хватателей - макрофагов хорошо развиты лишь рамусы и фулькрум, которые представляют инкудатный тип челюстей. Они заглатывают коловраток, реже рачков, а также водоросли. Для безошибочного определения этих коловраток необходимо детальное рассмотрение челюстного аппарата, в особенности внутренних краев рамусов^[31].

Наконец, огромное большинство коловраток способно благодаря вихревой работе

коловращательного аппарата всасывать водную струю с содержащимися в ней мелкими (диаметром 10-25 мкм) частицами детритного или растительного происхождения. Эти коловратки - микрофаги наиболее эффективно очищают загрязненные воды от бактериальной флоры и служат санитарной очистке водоемов. Как и прочие коловратки, они обладают специфическими для этого способа питания типами мастакса - маллеатным, маллеораматным и раматным. У всех этих типов развиты ункусы в виде пластинок с многочисленными зубами; особенно хорошо они видны у маллеораматного и раматного типов. У маллеатного типа все части мастакса развиты довольно равномерно. Несмотря на широкий пищевой спектр и относительную полифагию, у коловраток отмечена определенная избирательность к качеству и размеру пищевых частиц^[3].

Глотка переходит в узкий пищевод, а за ним следует мешковидный энтодермальный желудок из крупных многоугольных клеток. В месте соединения пищевода с желудком открывается пара желез, функция которых точно не выяснена. Желудок ведет в более узкую заднюю кишку, а последняя открывается в клоаку.

Срок пребывания пищи в кишечнике коловраток очень незначителен: от времени захвата до дефекации частицы проходят от 2 до 20 мин.

Нервная система коловраток сравнительно проста, так как состоит из одного надглоточного ганглия и из отходящих от него во все стороны и кпереди, т. е. к диску, и кзади, т. е. к туловищу, нервов. Значительнее других два нерва, идущих от мозга назад по бокам кишечника через все тело до ноги. Органами чувств коловраткам служат прежде всего щупальца. Их чаще всего три: два брюшных и одно непарное на спине. Щупальца имеют вид маленьких конических бугорков с пучком осязательных волосков на вершине. Большинство коловраток имеет пару или всего один глаз. Глаза лежат на самом надглоточном ганглии или же непосредственно над ним. Они устроены крайне просто: состоят из маленького лучепреломляющего хрусталика, лежащего в бокале из красного пигмента. По-видимому, это глаза инвертированного типа. Когда глаз один, то он представляет результат слияния пары глазков, обращенных друг к другу выпуклыми сторонами пигментных бокалов, почему пигмент в таком глазу дает фигуру X.

Органы чувств представлены глазами и щупальцами. Глаза — красные или черные пигментные пятна. У некоторых видов перед пятном имеется линза (светопреломляющее тельце). У большинства коловраток один «затылочный» глаз, лежащий вблизи мозга; у многих по два глаза по бокам головы; есть «лобные» глаза; у некоторых пиявковидных коловраток глаза находятся на хоботке; часть видов коловраток с овсем лишена глаз, а у прикрепленных форм глаза имеют только молодые особи. Щупальца представлены особыми клетками с чувствительными щетинками, ресничками или сосочками. Они многочисленны в коловращательном аппарате; на спинной стороне находится одно дорзальное щупальце, у некоторых видов очень длинное; по бокам тела лежат латеральные щупальца; есть щупальца в полости глотки и ножные щупальца. Щупальца выполняют функции органа осязания, статического чувства и восприятия химических раздражений.

Кровеносная и дыхательная системы у коловраток отсутствуют.

Выделительные органы протонефридиального типа. По сторонам от кишечника в полости тела залегают два слабо ветвящихся канальца, открывающихся сзади в клоаку. Концы веточек каналов замкнуты слепо и внутри них бьет мерцательное пламя. Число веточек варьирует от 4 до 50.

Половая система. Коловратки раздельнополы и отличаются половым диморфизмом. Самки встречаются гораздо чаще самцов, и все предыдущее описание относится именно к ним. Они снабжены цельным или двухлопастным яичником, который лежит в задней части

туловища, под кишечником. Обычно яичник разделен на две части: производящую яйцевые клетки, или собственно яичник, и продуцирующую клетки, идущие для питания яиц, т. е. желточник. Яичник впадает при помощи короткого яйцевода в клоаку. Самцы значительно меньше самок и часто заслуживают названия карликовых. Кишечник самцов редуцирован, выделительная система развита слабо; тотчас после оплодотворения самцы умирают. Мужская половая система состоит из единственного семенника с отходящим от него семяпроводом, впадающим в клоаку, причем конец его пронизывает мускулистый, способный к выворачиванию совокупительный орган, или *sigtus*. Сильная редукция многих органов у самцов объясняется кратковременностью их жизни, которая заканчивается сразу после оплодотворения самки.

Половая система самца (рис. 251) состоит из большого семенника — половой железы, вырабатывающей мужские половые клетки — сперматозоиды, дополнительных (предстательных) железок, выводного протока и копулятивного органа. У большинства коловраток самцы рождаются уже с вполне развитыми сперматозоидами.

Сперматозоиды относительно крупные, состоят из головки и вибрирующего хвостика; их немного, наибольшее число (около 300) известно у *Asplanchna*. У многих видов в семенник подвешен на широкой ленте, которая является рудиментом пищеварительного канала. У самцов некоторых видов планктонных коловраток на спинной стороне, примерно в середине тела, лежит крупная жировая капля, которая препятствует вращательному движению самца вокруг оси своего тела. Самцы плавают прямо и по сравнению с самками очень быстро. Самцы живут не больше двух суток, ведь они ничего не едят, расходуя за свою короткую жизнь только те питательные вещества, которые им достались от матери.

Наиболее активными они бывают в первые часы после вылупления.

Процесс копуляции, т. е. передачи сперматозоидов самке, у некоторых видов происходит через клоаку, у других — через любое место тела самки:

В последнем случае у самцов над копулятивным органом имеется присасывательная чашечка, которой самец прикрепляется к самке. Очень вероятно, что имеющиеся в нижнем отделе семенника стилетовидные клетки, которые рассматриваются как второй вид сперматозоидов, служат для прокалывания кожи самки вовремя копуляции. При таком способе осеменения сперматозоиды попадают в полость тела самки и активно проникают в яичник, отбрасывая хвост, остающийся в полостной жидкости. Оплодотворение происходит в яичнике.

В начале массового развития почти каждая самка имеет при себе по несколько довольно крупных яиц с тонкой оболочкой через которую видны эмбрионы на разных стадиях развития. Из таких яиц всегда выходят только самки. Эти яйца развиваются без оплодотворения, т. е. партеногенетически. При наличии благоприятных условий окружающей среды коловратки очень быстро размножаются, несмотря на то что каждая самка откладывает за всю свою короткую жизнь всего около десятка яиц. Быстрота размножения обусловлена короткими сроками созревания самки — уже на второй день после рождения она приступает к откладке яиц — и коротким сроком развития яйца — всего около двух дней проходит с момента откладки яйца до выхода из него коловратки. Это приводит к тому, что вода вскоре после появления в пруду коловраток буквально кишит ими.

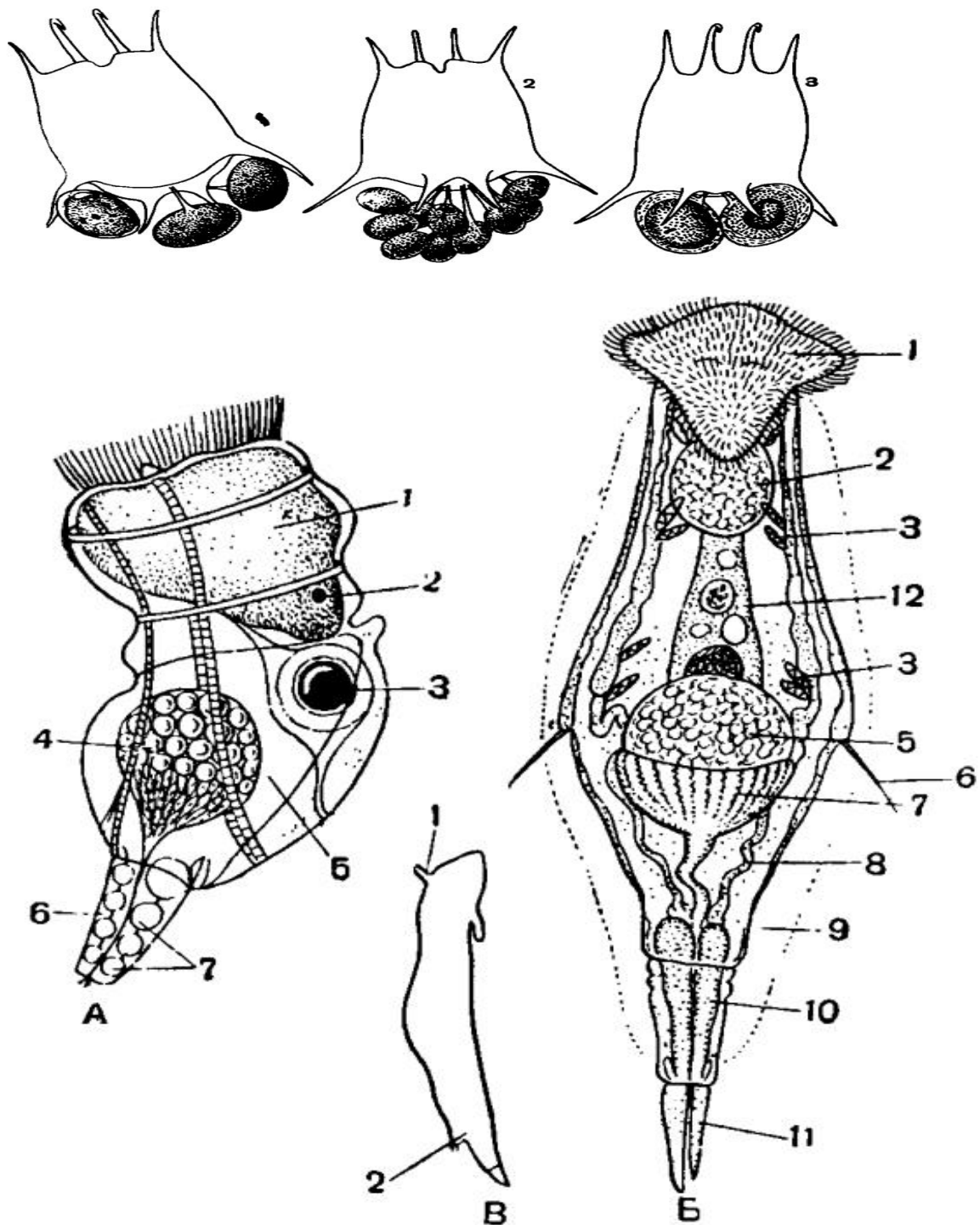


Рисунок 4. Развитие яиц у коловратки

Жизненный цикл и развитие. Жизненный цикл коловраток представляет чередование настоящих половых поколений (включают самцов и самок) с партеногенетическими, т. е. имеет характер гетерогонии. Обычно весной из яиц, пролежавших зиму, выходят партеногенетические самки, дающие начало опять-таки партеногенетическим самкам, и затем может следовать еще ряд таких же партеногенетических поколений. Далее наступает половой период, когда одно из поколений партеногенетических самок начинает откладывать яйца по объему в 2-3 раза мельче яиц, дававших до сих пор самок. Меньшим количеством материала в яйце объясняются карликовые размеры самцов и быстрота их развития. Из яиц вскоре выходят мелкие самцы, которые спариваются с самками полового, т. е. по отношению к самцам материнского поколения. Самки, которые партеногенетически производили самцов, после копуляции продуцируют особые оплодотворенные яйца. Они

крупны, одеты системой плотных оболочек и называются покоящимися, ибо нормальное развитие их происходит после длительного периода покоя, длящегося от двух недель до года. Оплодотворенные яйца впоследствии дают первое поколение партеногенетических самок, с которого цикл начинается заново.

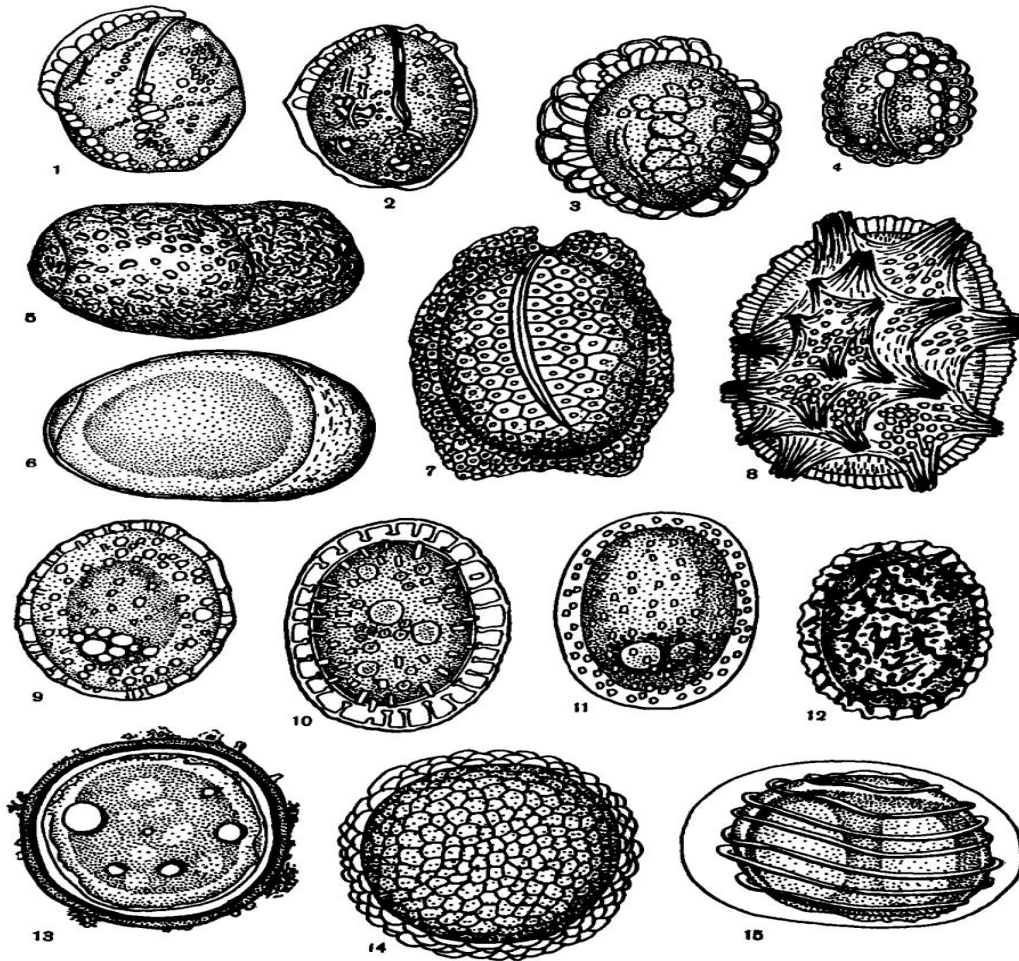


Рисунок 5. Яйца коловраток

Количество жизненных циклов в течение одного года варьирует у различных коловраток: соответственно различают моноциклические, дициклические и полициклические виды. Впрочем, нередко один и тот же вид, но в разных странах или даже в разных водоемах одной и той же местности обнаруживает различное годовое число циклов. Это показывает, что цикличность коловраток в значительной мере зависит от внешних условий, меняющихся в разных водоемах и местностях. От внешних же факторов, по-видимому, зависит и появление полового поколения самок, производящих самцов. В результате значительного количества экспериментальных работ выясняется, что появление самок полового поколения обуславливается и ускоряется различными факторами: условиями питания (пониженное питание, голодание ведет к продукции самцов), химическим составом среды.

Цикличность коловраток усложняется наличием у многих видов сезонных изменений, не связанных с характером размножения. Так, например, у ряда следующих друг за другом в течение года поколений длинно шипная зимняя форма *Anuraea cochlearis* может постепенно превращаться в формы со слабо развитыми шипами и, наконец, совершенно лишается большого заднего шипа, переходя в поколение, которое называется *A. cochlearis tecta* и раньше считалось за самостоятельный вид. К зиме она вновь возвращается к исходной форме. Такие периодические изменения в строении отдельных поколений коловраток называются цикломорфозом.

Развитие. Раздельнополы. Самки имеют яичник, желточник и яйцевод, который

открывается в клоаку; самцы семенник, семяпровод, предстательные железы и копулятивный орган с острым хитиновым стилетом, которым прокалываются покровы самки. Сперма вносится в полость тела и уже из нее проникает в яичник. Оплодотворенные яйца заключены в скорлупу. Самцы обнаружены не у всех. Если они имеются, то размножение происходит с чередованием партеногенетических поколений и полового. Партеногенетические поколения развиваются из яиц с диплоидным набором хромосом и представлены только самками. После ряда поколений самки дают яйца с гаплоидным набором хромосом. Из таких яиц развиваются самки и самцы. Оплодотворенные самки откладывают покоящиеся яйца. У сидячих форм из яиц сначала выходит личинка свободноплавающая. Подобное наблюдается и у сидячих животных других типов. Такие "бродяжки" способствуют распространению вида в пространстве^[2].

Развитие яиц коловраток идет быстро; у партеногенетических яиц, не имеющих периода покоя, развитие длится 3 - 4 дня. Развитие прямое, без метаморфоза; в общем дробление очень рано становится двустороннесимметричным. Другая характерная черта развития - формирование органов из небольшого числа клеток, после чего размножение клеток в них на всю жизнь прекращается. Результатом этого является постоянство клеточного состава *Rotatoria*, подобное отмеченному у представителей кл. *Nematoda*. Для многих коловраток точно доказано, что тело их состоит из небольшого, вполне определенного и постоянного числа клеток. Так, например, у *Epiphanes senta* покров состоит из 301 клетки, глотка - из 165, средняя кишка - из 76, половой аппарат - из 19, мускулатура - из 122, нервная система - из 247, выделительная система - из 24, а все тело животного - из 959 определенным образом расположенных клеток. У самцов в связи с редукцией кишечника клеток еще меньше. Постоянство клеточного состава связано с тем, что после эмбрионального периода клетки коловраток перестают делиться. С последним обстоятельством, в свою очередь, связано отсутствие у коловраток способности к регенерации. Утраченные или удаленные экспериментально участки тела не восстанавливаются. Та же особенность наблюдается и у других животных, обладающих постоянством клеточного состава, например у нематод.

Экология. Большинство коловраток живет в пресных водах, причем они делятся на донные и планктонные формы. Донные коловратки большей частью ползают или плавают у дна, но среди них имеется и целый ряд сидячих видов, последние прикрепляются выделением цементных желез ноги к субстрату, причем нога изменяется в своего рода стебелек. Большинство сидячих коловраток выделяет вокруг себя защитную трубку из прозрачного студенистого вещества или склеенных вместе в правильные комочки испражнений коловратки, которыми трубки обложены как микроскопическими кирпичами. У типичных планктонных коловраток на теле вырастают различного рода придатки, увеличивающие поверхность животного. У некоторых это длинные неподвижные шипы панциря (*Notholca*), у других - подвижно сочлененные с телом гребные щетинки (*Polyarthra*) или это особые, снабженные мышцами и усаженные щетинками выросты самого тела (*Pedalion*).

Пресноводные коловратки играют немаловажную роль как пища различных, более крупных пресноводных организмов. Морских коловраток значительно меньше.

Небольшое количество коловраток приспособилось к жизни на суше, главным образом во влажном мху, среди лишайников и т. п. Некоторые из них (*Callidina*) охотно поселяются в особых мешочках на слоевище печеночных мхов, в которых долго удерживается вода.

Наземные, а также некоторые водные коловратки способны выдерживать полное высыхание, не погибая. При этом они впадают в анабиотическое состояние (мнимая смерть), но после осторожного смачивания оживают. Оживание коловраток было впервые открыто Левенгуком в 1701 г. и с тех пор многократно исследовалось. При применении ряда предосторожностей смоченные водой коловратки оживают после многолетнего высушивания. Мало того, высушенные коловратки способны в течение 4 ч выдерживать понижение температуры до -270°C (в жидком гелии) и в течение 5 мин повышение температуры до $+100^{\circ}\text{C}$.

Филогения коловраток. О происхождении коловраток существовали различные точки зрения. Долгое время их считали неотеническими личинками каких-то кольчатых червей на основании сходства коловраток с личинкой *Polychaeta* трохофорой.

В последние годы установилось мнение, что сходство коловраток с трохофорой следует считать результатом конвергенции, или совпадения, связанного с одинаковым образом жизни, путь же эволюции группы *Rotatoria* идет от прямокишечных турбеллярий.

Защитники этого мнения считают наиболее примитивными не плавающих, а ползающих коловраток и исходным типом не хорошо дифференцированные венчики, а сплошную брюшную площадку ресниц, окружающую рот. Эта площадка - остаток общего мерцательного покрова *Rhabdocoela*. О близости к турбелляриям свидетельствует примитивное строение протонефридиев коловраток и брюшное положение рта. Из первичнополостных червей к кл. *Rotatoria* ближе всего стоит кл. *Gastrotricha*. Их сближает отсутствие кожно-мускульного мешка, наличие протонефридиев, некоторое сходство в строении мерцательного аппарата^[1].

Коловратки - корм для планктоноядных [рыб](#) и мальков всех видов рыб. Потребление коловратками бактерий указывает на значение их как санитаров.

Способность переходить в состояние анабиоза характерна у живущих в почве, во мху и у обитателей придонной зоны водоемов. Коловратки переносят длительное высушивание и промораживание в высушенном виде. Они сохраняют жизнеспособность при нагреве свыше 100°C и охлаждение до крайне низких температур. Характерно, что планктонные виды не выносят высушивание даже нескольких часов. У них стойкостью обладают покоящиеся яйца^[2].

По способу движения коловраток можно сгруппировать следующим образом.

К первой группе относят только плавающие формы (*Asplanchna*, *Synchaeta*, *Keratella* и др.)

Эти типично планктонные животные всю жизнь

проводят в толще воды, находясь в непрерывном движении и не имея ни

минуты покоя. Характер движения у большинства планктонных коловраток очень своеобразный: они плывут, вращаясь вокруг собственной

оси, вперед по винтовой линии. Только немногие виды передвигаются без вращательного движения —

одни вперед головой, например *Asplanchna* (табл. 23, 6), другие

вперед ногой, например *Conochiloides* (рис. 245, 15). При сравнении с другими микроскопическими животными, которые передвигаются тоже

при помощи ресничек (инфузории, турбеллярий), медленнее всего оказывается

движение коловраток. Эта медлительность позволяет коловратке во

время движения питаться, захватывать

ресничками пищевые частицы, взвешенные в воде. Чрезвычайно

интересно, что виды, плавающие очень

быстро (*Brachionus bennini*), для отыскания пищи выпускают длинную

нить из затвердевающей в воде слизиножных желез, которая, зацепившись за что-

либо, останавливает коловратку, как на якоре. Во время такой

стоянки коловратка отфильтровывает пищевые частицы, что трудно

делать при быстром движении, особенно при небольшом количестве

пищи в данном водоеме. Через 1—2 минуты коловратка резким

движением ноги отрывает нить и быстро уносится на другое место,

выделяя новую нить, и т. д. Есть данные, обнаруживающие связь

между длиной нижних шипов у *Brachionus calyciflorus* и количеством пищи в

окружающей воде. При небольшой концентрации кормовой

взвеси шипы длиннее, и наоборот. По-

видимому, длинные шипы являются как бы тормозами, которые замедляют движение коловратки и облегчают

отфильтровывание пищевых частиц. Таким образом, эти данные дают возможность рассмотреть явление цикломорфоза (периодическое изменение формы тела, в данном случае изменение задних шипов панциря) как приспособление для лучшего улавливания пищи. Многие из плавающих коловраток способны делать прыжки, которые не являются нормальным способом движения, а представляют собой защитное приспособление. Внезапные довольно длинные прыжки, резко меняющие направление движения, значительно содействуют спасению от врагов, охотящихся за коловратками, — хищных рачков, личинок комаров и других мелких хищников.

Вторую группу, наиболее многочисленную, образуют коловратки, которые и ползают, и плавают, и временно прикрепляются к какому-либо предмету. Сюда относятся виды, живущие в береговой зоне различных водоемов от больших глубин до прибрежных песчаных отмелей. В этой группе можно встретить самые разнообразные формы движения. Есть много видов, которые большей частью плавают и только временно прикрепляются ногой к предметам (многие *Brachionidae*, *Testudinella*, *Euchlanis*, *Lepadella* и др.) Это типичные формы береговых зарослей. У донных форм преобладает ползающее движение. У *Notommatidae* — путем главным образом скольжения при помощи ресничек коловращательного аппарата, расположенных вокруг рта; у *Vdelloidea* ползающее движение осуществляется ногой и хоботком, находящимся на голове. Это ползание происходит при втянутом коловращательном аппарате следующим образом: хоботок своей конечной чашечкой с ресничками прикрепляется к какому-либо предмету, затем конец вытянутой ноги подтягивается к хоботку и клейкими выделениями желез фиксируется, после чего хоботок отрывается, тело вытягивается на всю длину и хоботок снова прикрепляется, а нога вновь подтягивается и т.д. Так осуществляется «шагающее» движение, как у пиявки или гусениц пяденицы. Виды, живущие во влажном песке, мху и в почве, передвигаются ползанием и только редко, при попадании в места, где много воды, плавают; возможно, некоторые вообще лишены способности плавать, например *Lindia*. Есть песчаные коловратки, имеющие на голове длинные щетинки, которые помогают лазить им между песчинками. И наконец, многие коловратки перешли к сидячему образу жизни, они плавают только несколько часов по выходе из яйца, а затем прикрепляются обычно к веточке какого-либо водяного растения. Шея имеется у многих коловраток, особенно хорошо она выражена у морских *Seisonidae*, у *Lindia* и у пиявководных коловраток (рис. 246, 1).

Домики коловраток

У многих видов коловраток вокруг тела образуются футляры, чехлики, домики, которые служат им как защитные образования. Прикрепленные коловратки не могут активно избежать опасности и спасаются от врагов, целиком втягиваясь в домик и закупориваясь свернутым коловращательным аппаратом, словно пробкой. Чрезвычайно разнообразны сооружаемые коловратками постройки. У одних имеется совершенно прозрачный, почти невидимый футляр из студенистого вещества,

выделенного кожей, у других этот футляр хорошо заметен. Бывают домики плотные, бутылкообразные у одних видов к ли пким наружным стенкам футляра приклеиваются посторонние частицы, у других сооружаются трубки из мягких частей ила, из плотных шариков или колец. Домики и футляры защищают не только коловратку, но также и откладываемые ею яички.

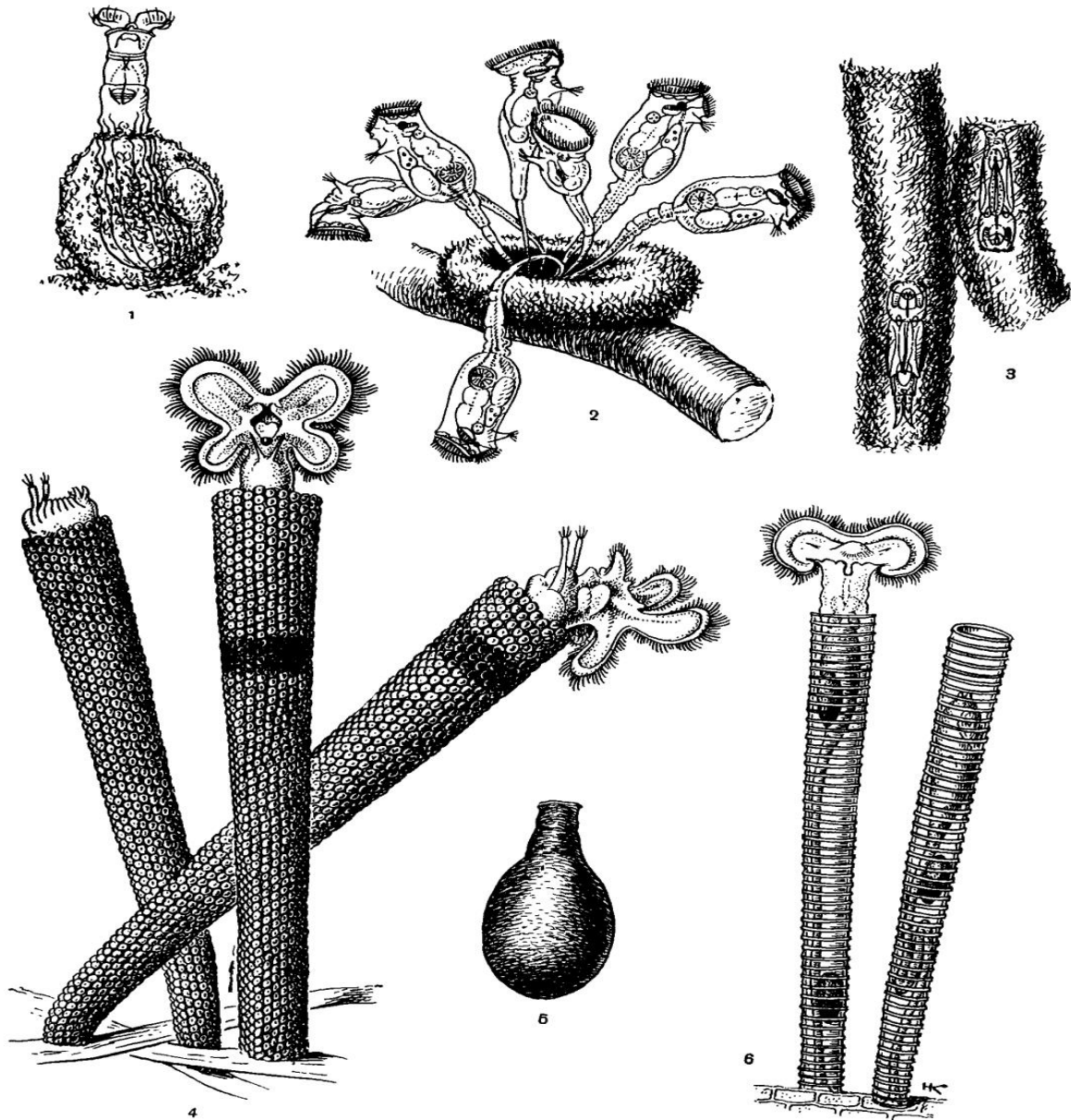


Рисунок 6. Домики и футляры коловраток
Классификация коловраток

Класс коловраток делится на три отряда.

Класс: Bdelloidea = Пиявковидные коловратки

Класс: Monogononta

Класс: Seisonidea

Отряд Seisonidea содержит всего несколько видов, живущих на жабрах морского рачка *Nebalia* (рис. 245, 1). Эти виды характеризуются тем, что размножаются всегда с оплодотворением. Самцы существуют постоянно наряду с самками. Они имеют два семенника. Все остальные органы такие же, ка

к у самки. У самок два яичника, желточник отсутствует. У обоих полов коловращательный аппарат редуцирован.

Отряд Bdelloidea, или пиявковидные коловратки, назван так потому, что они передвигаются, как пиявки.

Их называют также Digononta, так как у них два яичника и два желточника. Самцов у этих видов нет. Размножаются исключительно партеногенетически. У многих видов выработалось замечательное приспособление к сохранению жизни при исчезновении воды. Они могут высыхать, впадая в анабиотическое состояние, т. е. в состояние скрытой жизни. У некоторых видов такая способность настолько резко закрепилась в процессе эволюции, что коловратки не могут уже существовать в водоемах без периодического их высыхания.

И наконец, отряд Monogononta, т.е. однояичниковые. У самок имеются один яичник и один желточник. Самцы появляются спорадически, у многих видов даже не каждый год. Самцы сильно редуцированы, пищеварительная система у них отсутствует; у некоторых видов отсутствует и выделительная система; имеют один большой семенник. У большинства видов самцы в несколько раз меньше самок, живут один-два дня, в то время как жизнь самки в среднем продолжается две-три недели. Без самцов самки размножаются партеногенетически. С появлением самцов происходит двуполое размножение и у оплодотворенных самок формируются покоящиеся яйца, которые способны переносить неблагоприятные условия и из которых не сразу развивается коловратка.

У некоторых видов Monogononta ясно выражена гетерогония, т. е. чередование однополого размножения (партеногенетического) с двуполым после чего все самки погибают, а сохраняются только покоящиеся яйца, из которых обычно через несколько месяцев, преимущественно зимних, выходят самки, начинающие новый цикл размножения. Но у многих видов двуполое размножение идет параллельно с однополым (смешанное размножение), и существование вида в активной форме с образованием покоящихся яиц не прекращается. Есть виды, занимающие как бы промежуточное положение в отношении размножения: в одном водоеме или в одном году они размножаются и партеногенетически и с оплодотворением, а в другом водоеме или в другом году однополое размножение полностью сменяется двуполым, или, наконец, размножение происходит только партеногенетическим путем в течение всего года.

Однояичниковые коловратки наиболее разнообразны и многочисленны. Многие их представители заслуживают особого внимания, так как в прудах, озерах, реках они часто значительно преобладают над всеми животными планктона, составляя до 99% от общего их числа, развиваясь временами в огромных количествах. В период массового развития в 1 куб. см воды может быть несколько сот экземпляров, и конечно, при таком количестве коловратки не могут не играть существенной роли в переработке органических веществ водоема. Они очищают воду, уничтожая массы бактерий, водорослей и детрита (разложившиеся остатки отмирающих

животных и растений), которые им служат пищей. В то же время коловратки сами служат пищей другим организмам, и особенно только что вылупившимся из икры личинкам многих видов рыб. При искусственном

рыборазведении вопрос о живых кормах специально для личинок рыб, когда наблюдается наибольший процент гибели молоди, стоит очень остро, и с этой точки зрения коловратки одни из первых кандидатов на детальное, все стороннее изучение, особенно изучение их биологии, что до сих пор еще не сделано с такой полнотой, которая позволила бы в практических целях управлять их жизнью.

Список использованной литературы

- 1. Жизнь животных: в 6-ти томах. — М.: Просвещение. Под редакцией профессоров Н.А.Гладкова, А.В.Михеева. 1970.*
2. Малахов В.В. Загадочные группы морских беспозвоночных. Трихоплакс, ортонектиды, дициемиды, губки. — М. Издательство МГУ. 1990.
3. Зенкевич Л.А. 1963. Биология морей СССР. — М. Изд-во АН СССР.
4. Беклемишев К.В. 1966. Экология и биогеография пелагиали. — М. Наука. Биологическая структура океана. 1977. М. Наука.
5. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. — М. Советская наука. 1947.