



## БИОЛОГИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КОЛОВРАТОК

### 1. Нематова Гулафруз Насруллоевна

Received 20<sup>th</sup> Oct 2023,  
Accepted 21<sup>st</sup> Nov 2023,  
Online 25<sup>th</sup> Dec 2023

<sup>1</sup> Бухарский государственный  
университет магистр 1 курса

**Аннотация:** В статье рассматриваются особенности биологии данных растений, включая их размножение, структуру, и экологические адаптации. Авторы также предоставляют обзор методов культивирования с целью повышения урожайности и качества растений. В статье делается попытка синтезировать имеющиеся знания о биологии коловраток и определить оптимальные условия для успешного их выращивания в условиях культуры.

**Ключевые слова:** коловратки, растительная биология, культивирование растений, размножение растений, адаптации к среде, сельское хозяйство, урожайность, сельскохозяйственные культуры, сортоведение.

К наиболее естественным и доступным кормам для мальков практически любых рыб относятся коловратки (Rotatoria) - мелкие многоклеточные животные, по систематическому положению относящиеся к низшим червям. В настоящее время их насчитывается около 2000 видов, которые обитают в пресных водах, морях и гипергалинных водоемах. Длина большинства коловраток не превышает 0.15-0.30мм [1], поэтому они доступны для мальков всех аквариумных рыб с первых дней активного питания.

Тело коловраток прозрачно и почти бесцветно. Еле заметное окрашивание его зависит от содержимого пищеварительного тракта и некоторых внутренних органов. В большинстве случаев тело состоит из головы, туловища и ноги. На переднем конце головы расположен коловращательный аппарат (корона). Он состоит из двух колец быстро и согласованно движущихся ресничек, при помощи которых коловратки могут передвигаться в воде, улавливать кормовые частицы и направлять их в рот. Это наиболее характерная особенность коловраток, отличающая их от всех других мелких беспозвоночных животных.

Средняя часть тела - туловище - у некоторых коловраток (их называют панцирными) покрыто мягким прозрачным мешковидным панцирем. К ним относятся широко распространенные в природе коловратки рода *Brachionus*. Соответственно, не имеющих панциря *Rotatoria* (типичный представитель - *Philodina* spp.) называют соответственно беспанцирными. Задняя часть тела - нога - имеется у большинства коловраток, с ее помощью они регулируют направление движения. Благодаря особым железам, выделяющим клейкое вещество, коловратки могут прикрепляться к субстрату.

В зависимости от образа жизни большинство коловраток относится либо к планктонным, либо к бентическим. Планктонные виды предпочитают держаться в толще воды [2]. Они находятся в непрерывном движении. Скорость движения у коловраток заметно меньше, чем, например, у инфузорий, и составляет около 1 мм/с.

Бентические коловратки большую часть времени проводят на одном месте, прикрепившись ногой к твердым предметам, и, совершая повороты в разные стороны, отфильтровывают пищу.

Большинство коловраток - растительноядные животные, поедающие хлореллу, сценедесмус и другие микроводоросли. Есть коловратки, питающиеся бактериями и органическим илом - детритом, но встречаются и хищники, например коловратки рода *Asplanchna*, а также всеядные формы. При культивировании большинства коловраток можно использовать различные дрожжи: пекарские, кормовые и т.д.

Дышат коловратки всей поверхностью тела. Суточная потребность в кислороде в среднем составляет 30-40 мг на 1 г сырой массы организмов. При этом потребление кислорода мелкими, сытыми, а также половозрелыми коловратками увеличивается в 2-4 раза. При повышении температуры воды этот показатель также возрастает.

подавляющее большинство видов коловраток откладывают яйца. Существует два типа размножения. Первый тип - только партеногенетическое (однополое). При этом популяция коловраток состоит исключительно из самок. Так размножаются беспанцирные коловратки рода *Philodina*.

Для большинства видов коловраток характерна гетерогония, а самих червей называют гетерогенными. В этом случае однополое и двуполое размножение чередуется в зависимости от внешних условий [3]. Если условия среды благоприятны, то популяция коловраток состоит из самок, неспособных к оплодотворению и называемых амиктическими. Они размножаются партеногенетически, откладывая неоплодотворенные амиктические яйца. При неизменных благоприятных условиях это может продолжаться неограниченно долго.

При резких колебаниях условий среды, связанных с изменениями таких физико-химических факторов, как температура, pH, освещенность, содержание кислорода, растворенных солей, а также качества и количества доступной пищи, коловратки переходят к двуполому размножению. В этих случаях из амиктических (летних) яиц начинают выклевываться миктические самки, способные к оплодотворению. Если миктическая самка не оплодотворена, она откладывает яйца, из которых выклевываются только самцы, оплодотворенные особи откладывают покоящиеся (зимние) яйца. Развитие яиц (кроме зимних) продолжается до 24 ч в зависимости от внешних условий [4]. Покоящиеся яйца имеют фазу покоя и покрыты прочной защитной оболочкой, позволяющей им переносить неблагоприятные внешние условия, например высушивание, промораживание и т.д.

Период покоя может длиться несколько недель, месяцев, иногда годы. При наступлении благоприятных условий из яиц выклевываются только амиктические самки. Самцы у гетерогенных коловраток всегда значительно мельче самок, не имеют пищеварительной системы и не питаются. Живут они всего несколько дней и после оплодотворения самки обычно сразу погибают. При культивировании гетерогенных коловраток в популяции присутствуют самки обоих типов. Количественное соотношение между ними зависит от условий культивирования. Для характеристики состояния популяции используют понятие "миктичность культуры", которую определяют как отношение численности миктических самок к их общей численности. Чем больше условия внешней среды соответствуют потребностям данного вида, тем миктичность культуры ниже, популяция развивается интенсивнее, и наоборот. В случае стопроцентной миктичности культура полностью вымирает за несколько дней, оставляя после себя лишь покоящиеся яйца.

Продолжительность жизни коловраток в значительной степени зависит от внешних условий, главным образом от температуры, и колеблется от трех-четырёх дней до полутора месяцев. Повышение температуры "укорачивает" жизнь коловраток.

Весь жизненный цикл состоит из трех периодов. Первый - ювенильный, с момента выклева из яйца до откладки первого собственного яйца. У большинства коловраток такие организмы называются ювенильными. Через 0.5-1.5 сут. начинается основной репродуктивный период, который продолжается с момента откладки первого до откладки последнего яйца. Наконец, время жизни после откладки последнего яйца до момента естественной смерти называется сенильным периодом.

Коловратки могут существовать в довольно широком диапазоне температур - от 1-2 до 35-37°C. При этом наблюдается довольно четкое деление на термофильные (теплолюбивые) виды, встречающиеся в природе главным образом летом при температурах 18-30°C, и термофобные (холодолюбивые), характерные для осенне-зимнего зоопланктона и живущие в более холодной воде.

Обычно культивируют теплолюбивые виды, например представителей рода *Brachionus*.

Развитие популяции коловраток в решающей степени зависит от количества и качества используемого корма. При этом, важнейшее значение имеет режим питания, который обусловлен температурой среды, концентрацией пищевых частиц в ней и плотностью популяции, т.е. количеством особей, приходящихся на единицу объема среды. Повышение температуры увеличивает активность коловраток и, следовательно, их фильтрационную способность [5].

Концентрация кормовых частиц в среде определяет продукционные показатели культуры коловраток. При ее повышении весь жизненный цикл коловраток протекает быстрее, а плодовитость увеличивается.

Если коловраток содержат при оптимальной температуре, то увеличение концентрации корма приводит к уменьшению облавливаемого объема. При малых концентрациях корма фильтровальный аппарат коловраток работает с максимальной скоростью. Суточный рацион животных в этом случае составляет менее 100% массы их тела, а усвояемость корма (часть суточного рациона, ассимилированная организмом) наивысшая - 80%. В диапазоне концентрации корма 5-50 мг/л суточный объем воды, профильтрованный коловратками, уменьшается почти в два раза. При этом суточный рацион составляет 100-400% собственной

массы организмов, но усвояемость пищи уменьшается с 75 до 48%. При возрастании концентрации корма до 0.5-1.0 г/л объем отфильтрованной воды уменьшается еще почти в 10 раз, а рацион достигает максимальных значений - 500% и более при усвояемости 40%. Корм настолько быстро проходит через пищеварительный аппарат коловраток, что не успевает полностью усвоиться. Продуктивность культуры при этом снижается. Дальнейшее увеличение концентрации кормовых частиц угнетает развитие популяции.

Эти закономерности проявляются, если плотность культуры коловраток постоянна и меняется только концентрация пищевых частиц. Однако в процессе культивирования плотность культуры коловраток также меняется. Опыт показывает, что более полной трофической характеристикой является не просто концентрация пищевых частиц, а соотношение этих частиц и количества коловраток в культуре. Этот показатель называется пищевая обеспеченность, показывающий, сколько миллионов пищевых частиц приходится на одну коловратку. Он зависит от вида коловраток и корма. Например, для коловраток рода *Brachionus* при кормлении их хлореллой оптимальная пищевая обеспеченность 0.1 млн кл/экз. Избыточная или недостаточная пищевая обеспеченность по сравнению с оптимальной угнетает рост популяции коловраток.

В процессе культивирования в среде постепенно накапливаются продукты жизнедеятельности коловраток, погибшие черви и несъеденные частицы корма. При их разложении накапливаются вещества, например аммиак, угнетающие развитие культуры коловраток. Накопление продуктов жизнедеятельности выше допустимого уровня приводит к гибели животных. Для разведения коловраток используют сосуд - культиватор, объем которого зависит от продуктивности популяции и необходимого ежедневного количества организмов. В культиватор вносят культуру коловраток, полученную из покоящихся яиц либо из другого культиватора. Параметры среды в культиваторе (температура, солевой состав, аэрация, освещенность и т. д.) должны быть оптимальными [6].

Популяция развивается в несколько стадий. На первой (лаг-фаза) коловратки проходят период адаптации, приспособляясь к новой среде. Лаг-фаза обычно длится от нескольких часов до одних-двух суток. Затем начинается фаза экспоненциального роста популяции, когда плотность культуры увеличивается с максимальной скоростью. Далее, по мере увеличения численности коловраток и накопления продуктов жизнедеятельности в среде скорость роста культуры постепенно снижается, так как ухудшение условий угнетает размножение коловраток и увеличивает число погибших организмов. Наконец, наступает стационарная фаза, во время которой число особей, родившихся и погибших за единицу времени, сравнивается. В этот период культура достигает максимальной плотности, величина которой зависит от вида коловраток и конкретных условий культивирования. При правильном ведении культуры максимальная плотность популяции может достигать 300-1000 и более коловраток в одном миллилитре среды, что соответствует биомассе 1-2 г/л. В дальнейшем, как правило, происходит постепенное отмирание культуры. Гетерогенные коловратки в этом случае в массе переходят к половому размножению. В предельном случае коловратки могут исчезнуть совсем, оставив покоящиеся яйца. Если первоначальная плотность культуры составляет 10% максимальной, то для достижения максимальной плотности продуктивным видам потребуется 3-4 дня [7].

Кормление мальков на первых стадиях их развития представляет большие трудности для недостаточно опытных аквариумистов. Для выкармливания мальков большинства рыб пригодна

так называемая “живая пыль”, т.е. мельчайший планктон, тщательно отсортированный с помощью сита; наилучшей оказывается “живая пыль”, взятая из временных луж. В состав “живой пыли” входят инфузории, коловратки, молодь ветвистоусых рачков и науплиусы веслоногих рачков.

Инфузории. Эти простейшие являются составной частью “живой пыли”, первым живым кормом для личинок икротечущих аквариумных рыб. Это одноклеточные организмы, передвигающиеся с помощью ресничек. Для выкармливания обычно используют инфузорию-туфельку (*Paramecium caudatum*), размеры которой колеблются от 0,1 до 0,3 мм. При разведении инфузории-туфельки обычно используют цельностеклянные сосуды от 3 л и более. Хорошие результаты получаются при комнатной температуре, но оптимум размножения наблюдается при 22-26°C. Для создания питательной среды для инфузории можно использовать сенной настой, высушенные корки банана, тыквы, дыни, желтой брюквы, нарезанную кружочками морковь, гранулы рыбьего комбикорма, молоко, сушеные листья салата, кусочки печени, дрожжи/водоросли, т.е. те субстанции, которые или непосредственно потребляются туфельками (дрожжи, водоросли), или являются субстратом для развития бактерий.

Для приготовления сеяного настоя берут 10 г сена и помещают в 1 л воды, кипятят в течение 20 минут, затем фильтруют и разбавляют равным количеством или двумя третями отстоянной воды. За время кипячения погибают все микроорганизмы, но сохраняются споры бактерий. Через 1-3 дня из спор развиваются сенные палочки, служащие пищей для инфузорий. В приготовленную среду вносят культуру инфузории. Через 5-6 дней инфузорий становится достаточно для начала кормления. По мере необходимости настоем добавляют в культуру. Можно также подкармливать культуру раз в 2-3 дня 1-2 каплями кипяченого молока на литр среды. Перед скармливанием малькам инфузорий необходимо отделить от настоя, в котором они содержатся.

Используя положительную реакцию на свет, инфузорий отбирают следующим образом. Сосуд затемняют, оставляя небольшой участок освещенным, где и концентрируются инфузории, которых собирают шлангом. Другой способ – настоем с инфузориями заполняют бутылку доверху, затем в горлышко вставляют фильтр, чтобы он слегка погрузился в настой, и осторожно доливают свежую воду. Инфузории перемещаются в свежую воду, откуда их отсасывают пипеткой или шлангом.

Коловратки (*Rotatoria*) также являются частью так называемой “живой пыли”. Есть они почти в каждом водоеме или луже. Появляясь в массовом количестве весной, они живут здесь вплоть до самой осени. В домашних условиях хорошо разводится *Brachionus calyciflorus*, имеющий личинку размером 0,1-0,3 мм. Оптимальная температура воды для разведения 22-30°C. Созревают самки в течение суток, продолжительность жизни взрослой особи до трех недель. Самка откладывает яйца каждые 12 часов. Кормом для коловраток могут служить гидролизные или пекарские дрожжи (1 г на 50 л).

Солоноватоводная коловратка (*Brachionus plicatilis*) культивируется для выкармливания морских и пресноводных рыб. В домашних условиях ее можно получать в любое время года и в нужном количестве. Малые размеры (0,15-0,35 мм), высокая пищевая ценность,

нетребовательность к условиям среды, большая скорость размножения сделали эту коловратку одним из главных кормовых объектов марикультуры.

Для разведения коловраток можно брать самые разнообразные емкости, от одного литра и более, стойкие к действию раствора солей. Среда – раствор аптечной морской соли (одна полная столовая ложка на литр воды или 20 г NaCl +6-10г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Температура культивирования 26-28°C. Необходима слабая аэрация. Корм – пекарские или гидролизные дрожжи (чайная ложка на 20 литров раствора). После внесения корма среда слегка мутнеет. Просветление ее – сигнал к добавлению новой порции. Раз в месяц полезно обновить половину объема раствора. Угасающую культуру всегда можно восстановить из покоящихся яиц. Для этого сливают со дна осадок старого раствора (в нем того покоящихся яиц), подсушивают и помещают в холодильник на длительное время. По мере надобности берут немного яиц и культивируют их [8].

Размножение коловраток происходит настолько быстро, то уже через 2-4 дня можно выловить достаточное количество для внесения в аквариум. Их сливают в сачок из мельничного газа. Перед скармливанием коловраток промывают в пресной воде той же температуры. Поскольку в аквариуме эти коловратки быстро опускаются на дно, давать их следует столько, сколько нужно на одно кормление на токе воды, создаваемом распылителем или обогревателем. Необходимо помнить, что в пресной воде они живут всего несколько часов.

Целью культивирования может быть либо получение единовременно большой порции коловраток, либо ежесуточный отбор части популяции. В первом случае есть смысл достичь максимальной плотности культуры, во втором выгоднее иметь максимальный прирост биомассы за единицу времени при плотности культуры 50-60% максимальной.

#### Библиографический список

1. Ходоровская, Н.И. Физико-химические и гидробиологические методы исследования экологического состояния водоемов: учебное пособие / Н.И. Ходоровская, О.Н. Кандерова. – Челябинск, 2007. – 70 с.
2. Определитель гидробионтов / под ред. В. Сладечека. – М.: СЭВ, 1977. – 227 с.
3. Баринава, С.С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности / С.С. Баринава, Л.А. Медведева. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.
4. Левич, А.П. Теоретическая и экспериментальная экология фитопланктона: управление структурой и функциями сообществ / А.П. Левич, В.Н. Максимов, Н.Г. Булгаков. – М.: 2007. – 175 с.
5. Барабанов, Е.И. Ботаника : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.И. Барабанов, С.Г. Зайчикова. – М.: Академия, 2010. – 448 с.
6. Снитько, Л.В. Фитопланктон разнотипных озер Ильменского заповедника : автореферат дис. ... канд. биол. наук / Л.В. Снитько. – Сыктывкар, 2008. – 224 с.
7. Вассер, С.П. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
8. Балашова, Н.Б. Водоросли / Н.Б. Балашова, В.Н. Никитина. – Л.: Лениздат, 1989. – 92 с.