

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

*Т. В. Портная*

# **БИОТЕХНОЛОГИЯ В РЫБОВОДСТВЕ**

## **ОЛИГОХЕТЫ И НЕМАТОДЫ**

*Методические указания и задания для лабораторных занятий  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки  
БГСХА  
2019

УДК 639.3:60:632.65(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета биотехнологии и аквакультуры.  
Протокол № 8 от 25 апреля 2018 г.*

Автор:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Портная*

Рецензент:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. А. Садовов*

**Биотехнология в рыбоводстве. Олигохеты и нематоды :** методические указания и задания для лабораторных занятий / Т. В. Портная. – Горки : БГСХА, 2019. – 26 с.

Содержатся методические указания и задания для лабораторных занятий по оборудованию, способам и методам культивирования олигохет и нематод. Для каждого лабораторного занятия определены цель, материалы и оборудование, приведены необходимый теоретический минимум, вопросы для самоконтроля.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Биотехнология в рыбоводстве излагает современное состояние актуального направления научно-технического прогресса в области получения наиболее качественной продукции рыбоводства за счет усовершенствования методов выращивания гидробионтов и производства наиболее ценных кормовых организмов для питания рыб.

Биотехнология в рыбоводстве включает в себя производство живых кормов и выращивание гидробионтов. Проблема получения живых кормов для выращивания в искусственных условиях молоди рыб занимает одно из центральных мест в индустриальном рыбоводстве.

Поэтому наиболее важно, чтобы студент в процессе обучения освоил современные и перспективные методы выращивания живых и получил практические навыки выращивания ценных кормовых организмов.

Производство живых кормов состоит в целенаправленном выборе объектов культивирования, всестороннем изучении их биологических особенностей, влияния абиотических факторов на рост и развитие кормовых организмов. Культивирование кормовых организмов в каждом конкретном случае предполагает применение различных методических приемов для получения высокой продуктивности.

Широко используются для кормления рыб олигохеты и нематоды. Малощетинковые черви являются важным кормом молоди рыб на рыбоводных заводах, где устраиваются специальные цеха для разведения живых кормов.

Методические указания включают темы по изучению особенностей биологии и методов культивирования красного калифорнийского червя, белого энхитрея, гриндальского червя, трубочника, аулофоруса, а также свободноживущих нематод. В процессе выполнения заданий студент должен освоить методы, способы, изучить оборудование для культивирования живых кормов как в лабораторных, так и в производственных условиях.

## Тема 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КРАСНОГО КАЛИФОРНИЙСКОГО ЧЕРВЯ (*EISENIA FOETIDA* ANGREI)

**Цель занятия:** изучить биологическую характеристику красного калифорнийского червя и овладеть методикой его выращивания.

**Задание 1:** 1) изучить биологическую характеристику красного калифорнийского червя; 2) приготовить подстилку для внесения маточной культуры; 3) отобрать из субстрата 100 шт. взрослых особей красного калифорнийского червя и разместить маточное стадо червей в экологические ящики.

**Задание 2:** 1) разобрать растущую популяцию червей по размерным группам; 2) определить относительную плодовитость; 3) определить биомассу червей.

**Материалы и оборудование:** совок; лейка; чашки Петри; пинцет; емкость для разведения (экологический ящик); компоненты подстилки (навоз, измельченная солома); маточная культура червя; линейка; весы.

Интерес к дождевым червям, как к объекту культивирования, возник в связи с возможностью их использования в качестве источника гумусового удобрения – червекомпоста (вермикомпоста, вермигумуса) и полноценного белка в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве.

Дождевые черви относятся к типу кольчатых червей (*Phylum Annelida*), подтипу поясковых (*Subphylum Clitellata*), классу малощетинковых червей (*Classis Oligochaeta*), отряду люмбрикоморфы, или высших малощетинковых (*Ordo Lumbricomorpha*). Центральным семейством отряда *Lumbricomorpha* является семейство люмбрицидов, или настоящих дождевых червей (*Familia Lumbricidae*), включающее до 200 видов. Среди 200 видов лишь немногие поддаются разведению. Наиболее привлекательными для вермикультивирования являются черви, относящиеся к виду красных червей. Один из наиболее яркоокрашенных червей – навозный (*Eisenia foetida*).

Дождевые черви содержат 70 % белка, витамин D, фосфолипиды, до 55 % ненасыщенных жирных кислот, 22 % насыщенных, 12 % полиеновых кислот. Из биомассы червей готовят белковую муку, содержащую 62–72 % белка.

Многолетними исследованиями была показана возможность и целесообразность культивирования червей на субстратах, приготовленных на основе навоза свиней, крупного рогатого скота, лошадей, помета птиц, сапропеля.

Чаще всего для культивирования используются следующие виды семейства *Lumbricidae*: *Eisenia foetida* – навозный червь, *Eisenia foetida angrei* – красный калифорнийский червь. В Беларуси выращивается гибрид «Красный пахарь».

Красный калифорнийский червь представляет собой продукт длительного отбора в условиях вермикультуры обычного навозного червя.

Оптимальная температура среды обитания красного калифорнийского червя +19–23 °С. При температуре ниже +14 °С черви перестают размножаться, а при температуре ниже +7 °С – перестают питаться, впадая в летаргическое состояние (анабиоз). Гибель красного калифорнийского червя наступает при охлаждении тела ниже 0 °С и нагреве свыше +42 °С. Ультрафиолет представляет смертельную опасность для червей, поэтому при их разведении следует избегать прямого действия солнечных лучей. Продолжительность жизни красного калифорнийского червя составляет 16 лет. Половой зрелости достигает в возрасте 70–90 дней. Калифорнийский червь – гермафродит, размножается только половым способом, очень плодовит, он превосходит все остальные виды люмбрицидов примерно на порядок по числу яйцеклеток в коконах и по крайней мере в 4 раза по частоте спаривания.

Для успешного разведения червей необходимо соблюдение определенных требований к условиям среды их обитания:

- оптимальная температура для размножения и развития червя от +19 до +25 °С (при температуре свыше +38 °С и ниже +4 °С черви погибают);

- влажность среды от 70 до 80 %. На практике оптимально влажным является такой субстрат, который при сжатии в кулак уже не выделяет воду. Хотя черви и обладают способностью переносить высокий процент потери воды из организма, однако, если влажность субстрата длительное время ниже 35 %, черви могут погибнуть;

- оптимальная реакция среды нейтральная. Допускается использование компоста с рН от 6,0 до 8,0. При реакции среды ниже 5,5 (кислая) и выше 8,5 (сильнощелочная) черви могут погибнуть;

- при высокой влажности для дыхания червей необходимо обеспечение доступа кислорода. С этой целью уплотнившийся субстрат следует периодически рыхлить, стараясь не перемешивать при этом слои.

Биотехнологический процесс разведения красного калифорнийского червя состоит из следующих основных этапов: подготовка

субстрата, подготовка вермикультиваторов, закладка червей, уход и подкормка, выборка червей, зимовка.

Маточная культура красного калифорнийского червя содержится в так называемой подстилке. Подстилка готовится за 30 дней до ее заселения червями из конского или другого типа навоза, смешанного с соломой в соотношении 5:1, из расчета 7–10 л (1 ведро) на 1000 червей. Подстилка обильно смачивается водой и пребывает в увлажненном состоянии весь указанный срок, постепенно насыщаясь воздухом. Питательных веществ, содержащихся в подстилке, хватает червям на 7–10 дней (в зависимости от температуры среды).

Калифорнийских червей можно кормить экскрементами домашних и сельскохозяйственных животных, органическими остатками домашнего хозяйства, а также опилками, стружкой лиственных деревьев, травой, листьями и т. д. Настоятельно рекомендуется не давать в пищу червям кору и отходы древесины красного цвета, поскольку они содержат танин, являющийся ядом для червя. Также необходимо исключать из состава корма все вещества, неподдающиеся биологическому разложению (органику синтетического происхождения).

Оптимальным кормом для червей является конский навоз. Наибольшую опасность для красных калифорнийских червей представляет навоз, ферментация которого еще не завершилась и в котором происходит образование вредных, а иногда и смертельных для червей газов. Поэтому необходимо выдерживать навоз, смешанный с соломой, в течение одного месяца перед употреблением его в качестве корма для червей.

В течение суток червь съедает столько же пищи, сколько весит он сам. Но только 40 % пищи усваивается и идет на удовлетворение собственных энергетических потребностей, а 60 % – выделяется в виде капролитов. Капролиты представляют собой 100%-ное микробиологическое удобрение.

Необходимый для червей корм раскладывается еженедельно слоем в 5 см. При этом рекомендуется оставлять вдоль стенок ящика свободные полосы шириной около 3–5 см, они играют роль «предохранительных клапанов». В случае, если по какой-либо причине в кормовой смеси начнутся процессы ферментации, сопровождающиеся выделением ядовитых газов, черви будут скапливаться на свободных полосах. Наиболее эффективное использование кормовой смеси обеспечивается при еженедельной смене пищевого рациона (четные недели – один тип навоза, нечетные – другой).

## Контрольные вопросы

1. Какие виды люмбрицидов чаще всего используют для массового разведения?
2. Какая температура является оптимальной для разведения красного калифорнийского червя?
3. При какой температуре червь перестает питаться, размножаться?
4. Какова оптимальная влажность субстрата для разведения красного калифорнийского червя?
5. Что является кормом для *Eisenia foetida andrei*?
6. Как проводят кормление?
7. Назовите основные этапы биотехнологического процесса разведения красного калифорнийского червя.
8. Каким способом размножается красный калифорнийский червь?
9. В каком возрасте наступает половая зрелость?

## Тема 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ БЕЛОГО ЭНХИТРЕЯ (*ENCHYTRAEUS ALBIDUS H.*)

**Цель занятия:** изучить биологические особенности, развитие и размножение белого энхитрея и методы его культивирования.

**Задание:** 1) законспектировать биологические особенности белого энхитрея; 2) рассмотреть под бинокулярной лупой внешний вид энхитрея; 3) подготовить среду для культивирования белого энхитрея; 4) заложить опыт, посадив на культивирование по 25 половозрелых особей, предварительно измерив и взвесив их.

**Материалы и оборудование:** культура белого энхитрея; компоненты среды (богатая органикой почва, черствый белый хлеб, молоко); емкости для культивирования; пинцеты; лупа; иглы препаровальные; чашки Петри.

Энхитреиды – одно из семейств малоцетинковых червей (*Oligochaeta*), включающее в себя около 400 различных видов. Группа слабо изучена в систематическом и экологическом отношении. Среди представителей семейства наиболее известен белый энхитрей – *Enchytraeus albidus Henle*, называемый также горшечным червем, так как его часто обнаруживают в горшках с комнатными растениями.

*E. albidus* встречается не только в почве самых различных типов, но и в пресных и солоноватых водоемах, на литорали морей, где обитает в

накапливаемом среди камней детрите, а также в пучках выброшенной на берег водной растительности.

Белый энхитрей имеет стройное цилиндрическое тело белого или слегка кремового цвета, разделенное на отдельные сегменты. В природных условиях длина половозрелых особей составляет 25–35 мм, у культивируемых в искусственных условиях – 35–45 мм. В отличие от других почвенных олигохет энхитрей ведет малоподвижный образ жизни. Он обитает в местах, где накапливается значительное количество органики. Здесь также откладываются коконы и происходит развитие молоди, которая не совершает значительных перемещений.

Энхитрей – гермафродит. Самооплодотворение у энхитрея наблюдается как исключение, и это связано с неодновременным развитием половых продуктов. Сбрасывание коконов происходит в верхнем 5–7-сантиметровом слое грунта, часто у самой поверхности.

При комнатной температуре новорожденные энхитреи покидают кокон на двенадцатые сутки, выползая через разрывы в его сомкнутых краях. Новорожденные особи имеют длину тела от 1 до 1,5 мм и весят около 1 мг. Они сразу же оказываются способными самостоятельно отыскивать пищу и концентрируются около нее вместе со взрослыми червями.

Темп роста белого энхитрея наиболее высок в первые 15 дней и резко падает на 21–22-й день, когда наступает половая зрелость. К этому времени черви достигают длины 15–20 мм и массы 5–8,5 мг. В передней части их тела (в области XI–XII сегментов) появляется утолщение – пояска, или клителлум, – образующееся в результате деятельности кожных желез при половом созревании животных. По наличию пояска можно легко отличить половозрелую особь от неполовозрелой.

С наступлением периода размножения рост червей замедляется, но не прекращается в течение всей остальной жизни. В лабораторных условиях 50 % опытных животных доживают до 200 дней. Максимальный срок жизни 313 дней.

Наиболее интенсивно энхитрей растет и размножается в культуре при плотности 400–500 г/м<sup>3</sup> в слое грунта 12–15 см в первые 30 дней культивирования. Максимальная биомасса червей при высокой плотности составляет 2000 г/м<sup>2</sup>.

Самой благоприятной средой для жизни белого червя являются структурные плодородные почвы. Оптимальные для культивирова-



ния – легкие и среднесуглинистые почвы. Песчаные и тяжелые глинистые почвы, содержащие малое количество органических веществ, для выращивания энхитрея не используются.

Не имея специальных покровов, предохраняющих тело от высыхания, энхитрей может нормально существовать лишь при условии достаточной влажности, на изменение которой он реагирует очень чутко. Оптимальная влажность почвы с хорошей структурой – 22–25 %. Влажность грунта 8–10 % летальна для червя. Повышенная влажность почвы (более 30–35 %) также является неблагоприятной из-за ухудшения условий дыхания. При хорошем кислородном режиме энхитрей длительное время может жить в воде, и развитие яиц в коконах идет так же нормально, как и в почве.

В природных условиях наиболее высокая численность энхитрея отмечается осенью и отчасти весной при умеренной температуре и достаточной влажности почвы. В условиях культивирования он успешно размножается при температуре от 8 до 25 °С. Снижение температуры до 0 °С не вызывает гибели червей и их яиц, которые при постепенном понижении переносят даже отрицательную температуру.

В природных условиях энхитрей питается разлагающейся органикой растительного и животного происхождения. Черви хорошо реагируют на вносимый в грунт корм и постепенно собираются возле него, образуя большие скопления в виде рыхлых гроздей или тяжей, в зависимости от того, как был расположен корм.

Культивирование олигохет происходит, как правило, в почве, хотя имеются способы разведения и на других субстратах: битом кирпиче, шлаке и гальке, между листами фильтровальной бумаги, между полотнищами ткани.

Современные способы массового культивирования белого энхитрея основываются на содержании культуры в почве. Почвы берут обычно в садах, огородах, парниках, на пашнях. Почву просеивают через сетку 3–4 мм, очищая от посторонних примесей, смешивают с перегноем и увлажняют, поливая навозной жижей (коровяком).

Для разведения олигохет используют ящики из простых некрашеных досок несмолистых пород деревьев (рис. 2.1).

Высота ящика 10–15 см, площадь 0,2–0,3 м<sup>2</sup>. На дно насыпают торф, затем садовую землю, на 2–4 см ниже верхнего края. Червей вносят в грунт на глубину 3–4 см. Культуру вносят из расчета 40–50 г на ящик размером 50×40×12 см (200–250 г/м<sup>2</sup>). Сюда же закладывают корм. Поверхность грунта выравнивают и ящик накрывают крышкой,

которая помогает поддерживать благоприятную для культивирования температуру (17–18 °С) и оптимальную влажность (23–25 %), а также чтобы не попадали насекомые.

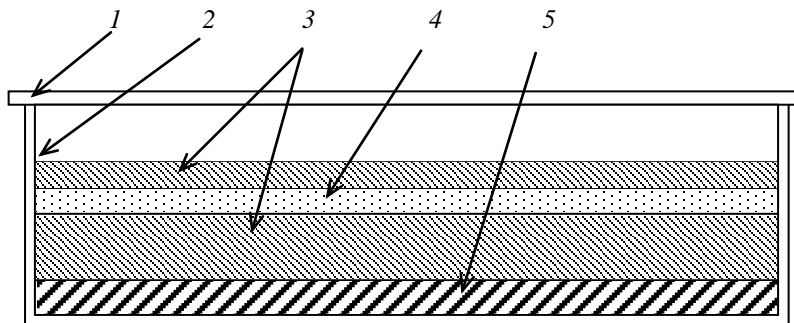


Рис. 2.1. Схема ящика для выращивания олигохет: 1 – крышка; 2 – корпус; 3 – грунт; 4 – корм и культура; 5 – торф

В качестве корма используют белый хлеб без корки, смоченный в молоке, вареные отходы картофеля, кабачков, тыквы, арбузов, дынь, моркови, фруктов, манную кашу. Без молока развитие червей идет значительно медленнее.

Корм закапывают в грунт с периодичностью 1–2 раза в неделю. Для этого в ящике делают на всю его ширину 3–4 глубокие бороздки шириной 5 см, в которые на глубину 2–4 см укладывают корм и присыпают землей или накрывают стеклом, для лучшего контроля за поедаемостью. По отношению к предлагаемым кормам черви проявляют определенную избирательность (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Избирательность различных кормов белым энхитреем

| Корм          | Количество червей, концентрирующихся у корма (в % от величины скопления у дробины) |
|---------------|--|
| Дробина       | 100  |
| Овсяная крупа | 87,6   |
| Хлеб          | 87,6   |
| Отруби        | 82,1   |
| Мука          | 74,1   |
| Картофель     | 58,0   |
| Тесто         | 51,0   |
| Морковь       | 24,7   |

Наиболее интенсивно рост и размножение энхитреев происходят при питании мукой. При кормлении отрубями темп роста червей высокий, однако активность размножения самая низкая (табл. 2.2).

Таблица 2.2. **Продукция яиц белого энхитрея при питании различными кормами при температуре 20 °С**

| Корм      | Интервалы в сбрасывании коконов, сут | Среднее количество яиц в коконе, шт. | Среднесуточная продукция яиц одного червя, шт. |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Мука      | 2,6                                  | 11,9                                 | 4,6  |
| Отруби    | 10,0                                 | 6,1                                  | 0,6  |
| Картофель | 3,1                                  | 10,0                                 | 3,2  |
| Дробина   | 6,7                                  | 7,6                                  | 1,1  |

Животные, питающиеся хлебом и картофелем, имеют наиболее низкий темп роста, но продуцируют значительное количество яиц.

Энхитрей обладает способностью длительное время жить без пищи. При обычной комнатной температуре он может выдерживать голод в течение 2,5 месяцев, теряя при этом до 80 % массы тела. К концу срока голодания выживает от 20 до 70 % животных. В условиях низкой температуры (0–5 °С) продолжительность периода голодания увеличивается до 3–4 месяцев.

Пользование культурой червей следует начинать в период максимального прироста массы, т. е. через 45–50 дней с момента начала их разведения.

Отделять червей от земли можно несколькими способами: на поверхность земли кладут сыр, и черви собираются под него; или собирают в местах закапывания каши, далее помещают на стекло в виде горки и подогревают снизу лампой накалывания, черви, спасаясь от тепла и света, собираются на вершине горки кучкой. Их собирают пинцетом, промывают в воде и скармливают рыбам. Энхитреи – это очень калорийный корм, и кормить ими рыб необходимо не чаще чем через день.

Выращенных энхитрей хранят в помещениях при температуре 0 °С в ящиках с почвой при плотности посадки до 4–5 кг/м<sup>3</sup>. В таких условиях энхитреи могут храниться до 100 дней, давая незначительный отход и незначительно теряя в массе.

Производственное культивирование белого энхитрея осуществляется в специальных помещениях – олигохетниках. Подготовленные

ящики устанавливают в стеллажи. Обычно стеллажи содержат 8–10 ярусов. Проходы между стеллажами 1–1,5 м.

При олигохетниках строят кухню для приготовления корма, кладовую для хранения продуктов, а также отборочную комнату для выгонки червей из грунта.

### Контрольные вопросы

1. Где обитает белый энхитрей?
2. Назовите способ размножения белого энхитрея.
3. В каком возрасте белый энхитрей достигает половой зрелости?
4. Какова продолжительность жизни белого энхитрея?
5. Что является субстратом для культивирования белого энхитрея?
6. Что используется в качестве корма для белого энхитрея?
7. Какие существуют способы отделения червей от земли?
8. Как правильно хранить выращенных червей?

### Тема 3. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ГРИНДАЛЬСКОГО ЧЕРВЯ (*ENCHYTRAEUS BUCHHOIZI*)

**Цель занятия:** изучить технологию культивирования гриндаля.

**Задание:** 1) изучить методы и способы культивирования гриндаля; 2) законспектировать, пользуясь методическими рекомендациями, технологию культивирования гриндальского червя.

**Материалы и оборудование:** культура гриндальского червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; пинцеты.

Гриндальский червь (*Enchytraeus buchhoizi*) – это мелкий, длиной 0,5–12 мм и диаметром 0,4 мм червячок (рис. 3.1). Он обладает огромной репродуктивной способностью – при оптимальных условиях содержания он удваивает свою биомассу за трое суток.

Для разведения гриндаля лучше всего использовать деревянный ящик размером 20×15×8 см. Использование жестяных, стеклянных, пластмассовых емкостей нежелательно из-за того, что они плохо пропускают воздух.

Ящик с культурой следует полностью прикрывать крышкой или стеклом, с тем чтобы в него не проникали насекомые. Между крышкой и субстратом в ящике должно оставаться пространство в 1–2 см. В качестве субстрата используют влажные пенопластовые плитки, общим объемом около 2 см<sup>3</sup>, или кубики рыхлого вываренного торфа.

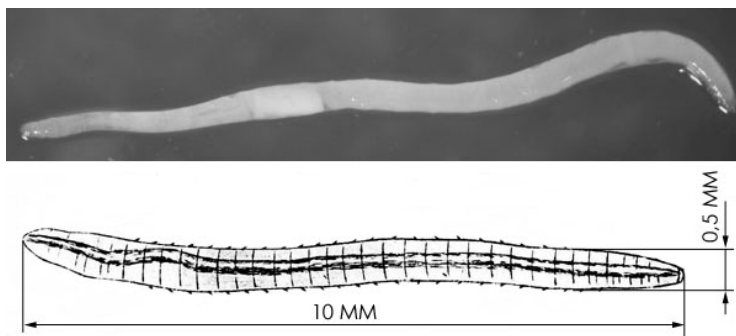


Рис. 3.1. Внешний вид и размеры гриндального червя (*Enchytraeus buchhoizi*)

Можно применять перегной из лиственного леса, наполовину смешанный с торфом. Также можно применять ошпаренный торфяной длинноволокнистый мох – сфагнум. Субстрат увлажняют и помещают в ящик. Затем в субстрат закладывают столовую ложку питательной смеси (мелко перемолотые и ошпаренные кипятком спиртовые дрожжи с овсяными хлопьями), перемешивают ее с субстратом и после этого вносят культуру червей. Кормить червей желателно каждый день, в крайнем случае не реже одного раза в два дня.

Один раз в неделю в смесь необходимо добавлять витамины или рыбий жир, молоко и сахар. В смесь можно добавлять тщательно перемолотую пророщенную пшеницу, зерносмесь, овсяную муку, кефир, детское питание на основе овсянки, толокно. Хорошие результаты дает использование добавки в виде смеси сыра с крапивой (сыр неострый и нежирный). Для этого сыр необходимо подсушить, натереть на терке, затем высушить, перемолоть в муку, перемешать с порошком сухой крапивы в соотношении 5:1, смочить водой и внести в субстрат.

Оптимальная температура для разведения гриндаля 18–24 °С. При температуре 14 °С размножение червей прекращается, при температуре 30 °С и выше гриндаль, спасаясь от жары, покидает ящик. При температуре 26 °С усиливается размножение червей, но одновременно возникает опасность быстрого размножения клещей, часто попадающих в культуру с торфом или мхом. Появление клещей приводит к исчезновению гриндаля. Разделить клещей и червей можно, поместив их в стакан с водой. Гриндаль в воде опускается на дно, а клещи всплывают. Субстрат и ящик следует простерилизовать,

опустив в кипящую воду, просушить и после этого можно возобновить в нем культуру гриндаля.

Перед скармливанием рыбам червей отделяют от субстрата. Для этого помещают субстрат с червями в капроновом сачке в воду, сквозь который черви при намачивании попадают в воду. Гриндаль в воде остается живым в течение суток.

Хранить большое количество червей можно в помещении с температурой 0 °С до 100 дней при плотности 4–5 кг на 1 м<sup>2</sup>.

### Контрольные вопросы

1. Какой субстрат применяется для культивирования гриндальского червя?
2. Назовите оптимальную и летальную температуры культивирования гриндаля.
3. Почему нельзя культивировать червя при температуре 26 °С?
4. Как отделить червей от субстрата?
5. Каковы размеры гриндальского червя?

### Тема 4. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ТРУБОЧНИКА (*TUBIFEX TUBIFEX*)

**Цель занятия:** изучить технологию культивирования трубочника.

**Задание:** 1) изучить биологические особенности трубочника; 2) зарисовать схему культивирования трубочника; 3) законспектировать технологию культивирования трубочника.

**Материалы и оборудование:** культура червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; предметные стекла; пинцеты.

Ценным универсальным кормом для рыб с усвояемостью 71–85 % является обыкновенный трубочник (*Tubifex tubifex*). Он относится к типу кольчатых червей, классу поясковых червей, отряду *Harplotaxida*, семейству *Naididae*, роду *Tubifex*. Им кормят как мальков, так и взрослых рыб. О питательной ценности трубочника можно судить по данным, приведенным в табл. 4.1.

Трубочник – обитатель мелководных участков медленно текущих ручьев и речек, канав и водоемов со стоячей водой. Наибольшие скопления его бывают в местах сброса вод со скотных дворов, пивоваренных заводов и других пищевых предприятий. Трубочники –

типичные донные животные, могут жить не только в илистом, но и в песчаном грунте.

Таблица 4.1. Химический состав основных кормовых объектов, %

| Кормовые объекты | Углеводы | Жиры | Белки | Минеральные вещества | Вода |
|------------------|----------|------|-------|----------------------|------|
| Трубочник        | 3        | 2    | 8     | 1                    | 86   |
| Мотыль           | 4        | 2    | 8     | 1                    | 85   |
| Дафнии           | 4        | 0,5  | 4     | 1,5                  | 90   |

Представители семейства *Tubificidae* обладают длинным и тонким нитевидным телом, обычно красноватого цвета, состоящим из большого количества сегментов. Длина червей составляет от 20 до 70 мм. Трубочники питаются в основном органическими остатками грунтов водоемов, пропуская через себя за сутки такое количество грунта, которое превышает их собственную массу во много раз. При этом грунт минерализуется и освобождается от остатков органического происхождения. Таким образом происходит биологическое самоочищение загрязненных водоемов.

Трубочник – культура эвритермная. При температуре 1–4 °С животные дают потомство, но развитие идет очень медленно. Трубочник живет до 4–6 лет. Половая зрелость наступает в возрасте 2–3 месяцев. Трубочники – гермафродиты. Размножается трубочник только половым путем, в основном в летние месяцы. В коконах содержится по несколько яиц (1–8), из которых уже через месяц появляются маленькие трубочники (рис. 4.1).

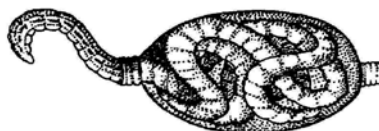


Рис. 4.1. Ювенильный *Tubifex tubifex*, выползающий из яйцевого кокона (внутри кокона еще 2 или 3 червячка)

Среди известных способов культивирования тубифицидов надежного способа до сих пор не разработано. Тем не менее его

успешно культивируют в проточной воде на органических отходах (коровьем навозе). В таких установках на 1 кг трубочника требуется 18 кг навоза и 38 л воды.

Для снижения расхода воды при выращивании трубочника применяется установка с замкнутым циклом водоснабжения, которая размещается на полках или стеллажах (рис. 4.2). Установка состоит из 270-литрового танка-накопителя размером 75×60×60 см, устанавливаемого на высоту 3 м. Вода поступает в верхнюю часть танка и выливается из нижней в лотки.

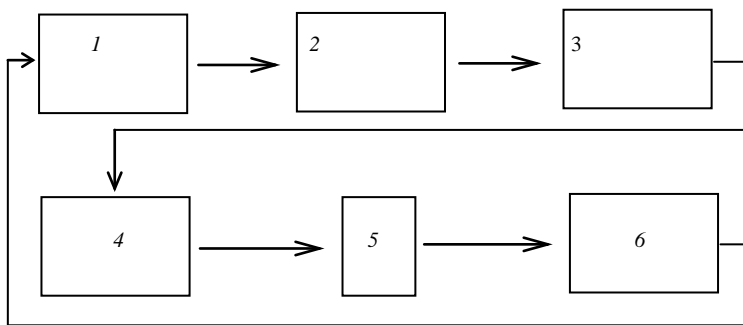


Рис. 4.2. Схема установки замкнутого типа для культивирования трубочника:  
1 – танк-накопитель; 2 – лотки; 3 – отстойник; 4 – фильтр (гравий и песок);  
5 – аэратор; 6 – узел аэрации и денитрификации

Лотки объемом 18 л каждый размещают по 12 шт. в три ряда на рамах из уголка. Размер лотка 45×30×15 см. Между собой они соединены полихлорвиниловыми трубками диаметром 19 см, регулирующими уровень воды до 12 см.

Вода из лотков со скоростью 86 л/сут поступает в отстойник, в котором осаждаются частицы размером от 1000 мкм, и далее в блок фильтрации – емкость с установленными в нее двумя фильтрами. Фильтр представляет собой две перфорированные цементные пластины, пространство между которыми заполнено песком. Один фильтр заполнен крупным песком (размер частиц менее 5000 мкм), другой – мелким (размер частиц более 100 мкм).

Блок аэрации и денитрификации состоит из полихлорвиниловых трубок диаметром 0,5 см, заполненных чередующимися кусочками гравия, древесного угля, известковых раковин и песком. Воздух продувается через трубки. Блок устанавливают в танк, оборудованный



электродатчиком уровня воды, который при достижении критического значения включает насос.

Лотки заполняют на 2/3 глубины субстратом, состоящим из навоза (75 %) и мелкого песка (25 %). Затем вносят культуру червей в количестве 400 экз/м<sup>2</sup>. Оптимальная скорость тока воды через лотки составляет 100 мл/мин.

Вытекающая из лотков вода содержит: органических веществ – 175, кислорода – 2,5, углекислоты – 7 мг/л, аммония – 95 мкг/л, pH – 4,4. После прохождения узла водоподготовки качество воды улучшается: концентрация кислорода достигает уже 4 мг/л, углекислоты – 2,2 мг/л, аммония – 16 мкг/л, pH – 5,6.

В связи с тем, что летальными для трубочника являются концентрации кислорода менее 2 мг/л, аммония – 100 мкг/л, а к четвертой циркуляции эти показатели составляют соответственно 3 мг/л и 85 мкг/л и к тому же оставшиеся после фильтрации частицы размером около 100 мкм образуют постоянную взвесь в циркулирующей воде, весь объем воды после четвертой циркуляции, т. е. через каждые четверо суток, меняют.

Производительность установки 5,6 кг в месяц трубочника при расходе навоза 25 кг/кг червя и 193 л воды в месяц. Одним из существенных недостатков данного метода выращивания трубочника является вымывание током воды навоза и молодых червей из лотков. В отличие от проточного метода выращивания эта система требует и большего расхода навоза на 1 кг трубочника – 25 против 18 кг.

Преимущество рециркуляционной установки состоит в значительной экономии воды.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова пищевая ценность *Tubifex tubifex*?
2. Чем питаются трубочники?
3. Как размножается трубочник?
4. В каком возрасте трубочник достигает половой зрелости?
5. Что используют в качестве субстрата в установке замкнутого водоснабжения при культивировании трубочника?
6. Охарактеризуйте установку для культивирования трубочника.
7. Дайте характеристику замкнутой системе культивирования трубочника.

## Тема 5. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АУЛОФОРУСА (*AULOPHORUS FURCATUS*)

**Цель занятия:** изучить биологические особенности и культивирование аулофоруса.

**Задание:** 1) изучить биологические особенности аулофоруса; 2) законспектировать технологию культивирования аулофоруса.

**Материалы и оборудование:** культура червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; предметные стекла; пинцеты.

Новым кормовым объектом, который мог бы заинтересовать рыбоводные хозяйства и уже получившим признание у аквариумистов, является червь *Aulophorus furcatus* (рис. 5.1).

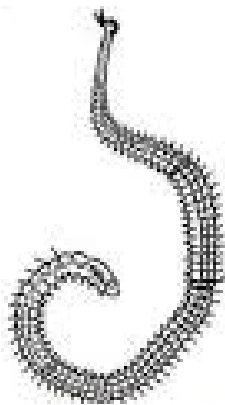


Рис. 5.1. Внешний вид  
*Aulophorus furcatus*

*Aulophorus furcatus* относится к семейству *Noididae* – водяные змейки. Обитают они на илистых грунтах в пресных водоемах, питаются илом, гниющими растениями и другой доступной органикой. Длина взрослых особей 10–20 мм, толщина около 0,2 мм. Как большинство олигохет аулофорус – гермафродит. В отличие от трубочника половым путем размножается редко. Обычно же взрослые особи делятся пополам или на большее число особей. Характерной особенностью аулофоруса является наличие жабр. Жаберные придатки расположены на расширении вокруг анального отверстия на конце тела. Аулофорус может образовывать колонии на питательном субстрате. Передняя часть тела червя погружена в субстрат, а задняя с жабрами находится в воде. Дыхательных колебаний, как трубочник, он не совершает. Брошенные в сосуд с водой черви расплываются во все стороны, а в дальнейшем концентрируются небольшими клубочками у поверхности воды, вдоль стенок или на дне сосуда. Исходную культуру червей можно найти в сильно загрязненных природных водоемах (пробы тщательно отбирают под микроскопом).

Культивирование аулофоруса помогает разрешить проблему выкармливания мальков, особенно в зимнее время. На таком корме мальки растут очень быстро и по своим размерам различаются весьма значительно. В колониях аулофоруса постоянно присутствует большое

количество мельчайших водных животных – различных инфузорий, коловраток и прочих организмов, которые также являются отличным стартовым кормом.

Для небольшого аквариумного хозяйства культивировать червей удобно в прямоугольной столитровой емкости. Этого достаточно, чтобы обеспечить кормом 500–1000 мальков в месяц. Можно использовать и низкие кюветы с уровнем воды 1,0–1,5 см. Размеры кювет зависят от того, какое количество культуры необходимо. Лучше иметь несколько небольших кювет, чтобы сохранить культуру.

В лабораторных условиях в качестве корма используют морковь, травяную муку, крапиву, клевер, банановые корки, мякоть тыквы и т. д. Лучше использовать комбинированные смеси: травяная мука – 500 см<sup>3</sup>, клевер луговой – 300 см<sup>3</sup>, морковь – 100 см<sup>3</sup>, дрожжи пивные – 100 см<sup>3</sup>, дафния – 5 см<sup>3</sup>, минеральные удобрения – 2 г, глюкоза – 5 таблеток.

Все сухие составные части тщательно замешивают на крутом кипятке до консистенции очень густого теста. Затем смесь снова высушивают или хранят в таком виде в холодильнике.

Воду берут только из аквариума или водопроводную, отстоянную не менее двух суток. Черви отрицательно реагируют на свет.

Десятилитровую емкость заливают водой и устанавливают аэратор (иначе при большом количестве органики вода испортится и черви погибнут). На поверхность воды помещают рамку из пенопласта, на которую натянута сетка из капрона № 40–64 в один или несколько слоев. На сетку один раз в 2–3 дня кладут корм. Первую партию корма вносят одновременно с культурой червей. Для начала достаточно буквально 2–3 десятка особей, которые очень быстро разрастаются в колонию. На 10 л воды оптимальной является биомасса червей в 100–150 г. При большой плотности культура погибает. В процессе выращивания необходим постоянный отбор червей, что стимулирует их размножение.

Уход за культурой несложен. Оптимальная температура 25–28 °С. Основное требование – систематическая подкормка и смена воды. Корм следует давать понемногу, добавляя его по мере поедания. Воду надо менять через один-два дня (от 1/2 до 4/5 объема). Очень быстро вода приобретает темный зеленовато-коричневый оттенок, но на культивировании червей это не отражается. Культиватор нужно плотно закрывать стеклом. Как правило, черви концентрируются на нижней стороне плавающей кормушки или на дне. При недостатке кислорода

они поднимаются вверх и розовыми клубками собираются у стенок и на поверхности кормушки. В это время удобнее всего брать червей для кормления рыб. Достаточно уменьшить аэрацию для получения необходимого количества червей. Перед скармливанием их рыбам червей помещают в небольшую пробирку, наполненную на 2/3 водой, где они собираются в клубочек. Если кормят рыб, которые берут корм в толще воды, клубочек разбивают. Для этого пробирку тщательно встряхивают, пока черви не распределятся равномерно в воде, а затем выливают содержимое в аквариум.

По скорости размножения аулофорус – рекордсмен. Через каждые пять суток количество червей удваивается, если есть колония червей биомассой 100–200 г, то без всякого ущерба из нее можно ежедневно изымать 20–40 г аулофоруса. Для самых молодых мальков червей можно порезать на кусочки, при этом несъеденные остатки червей могут регенерировать и превращаться в новую особь.

При разведении аулофоруса аквариумистами самым простым известным и популярным способом является культивирование его в полуводной среде на поролоновой губке, где выступающая часть губки остается не затопленной водой на 2–3 мм.

Губку укладывают в небольшой пластиковый контейнер обязательно с закрывающейся крышкой, в которой для поступления воздуха проделывают несколько небольших отверстий. В корм аулофорусам можно использовать спирулину, травяную муку, кусочки вареной моркови, кабачков, капусты, кожуру бананов и т. п.

Считается, что аулофорусы больше всего обожают овсяную муку. Кормить аулофорусов нужно небольшими порциями, рассыпав корм по поверхности губки. Повторно вносить корм необходимо только тогда, когда он полностью или почти полностью будет съеден. Если в корм используется овсяная мука или спирулина, насыпать их можно небольшими кучками в центр или в разных местах губки. На мокрой поверхности мука и спирулина быстро размокают и становятся доступными для поедания червями. Черви аулофорусы собираются вокруг корма и постепенно его съедают. По мере разведения червей корм поедается ими быстрее и кормление нужно повторять чаще.

При культивировании аулофоруса важно, чтобы отверстия были наименьшего диаметра, в контейнере не поселились пищевые конкуренты, например плодовые мухи, избавиться от которых будет непросто.

Для разведения аулофоруса лучше подходит вода аквариумная, а наливать ее нужно в контейнер столько, чтобы выступающая часть губки оставалась не затопленной водой на 2–3 мм. Черви аулофорусы живут в губке, заполняя ее микроскопические пустоты, но питаются они выбираются на не покрытую водой поверхность.

Уход за аулофорусом связан с частичной промывкой губки и полной подменой воды в контейнере.

### Контрольные вопросы

1. Дайте краткую характеристику аулофорусу.
2. Какова оптимальная температура культивирования аулофоруса?
3. Как правильно проводить кормление червя?
4. Чем питается *Aulophorus furcatus*?
5. Как правильно скармливать аулофоруса рыбам?
6. Как часто и в каком объеме меняют воду при культивировании *Aulophorus furcatus*?
7. Назовите основные правила культивирования аулофоруса.

### Тема 6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НЕМАТОД (*NEMATODA*)

**Цель работы:** изучить состав и приготовление питательных сред для культивирования нематод.

**Задание:** 1) рассмотреть под микроскопом и зарисовать культуру микрочервя; 2) приготовить питательные среды для культивирования укусной угрицы.

**Материалы и оборудование:** маточная культура укусной угрицы; компоненты питательной среды (густо сваренная овсянка, молоко, хлеб, тертая морковь); кюветки с крышками (стекло); микроскоп; предметное и покровное стекла; пинцет.

Свободноживущие нематоды (тип *Nemathelminthes*, класс *Nematoda*) широко распространены в почве и различных водоемах. Некоторые из них благодаря малым размерам хорошо доступны личинкам рыб. Культивирование мелких нематод из родов *Panagrellus*, *Rhabditis* и *Turbatrix* осуществляется аквариумистами-любителями.

Укусные нематоды (*Turbatrix aceti*, *Turbatrix silusae*) обычно заводятся в непастеризованном уксусе (рис. 6.1).

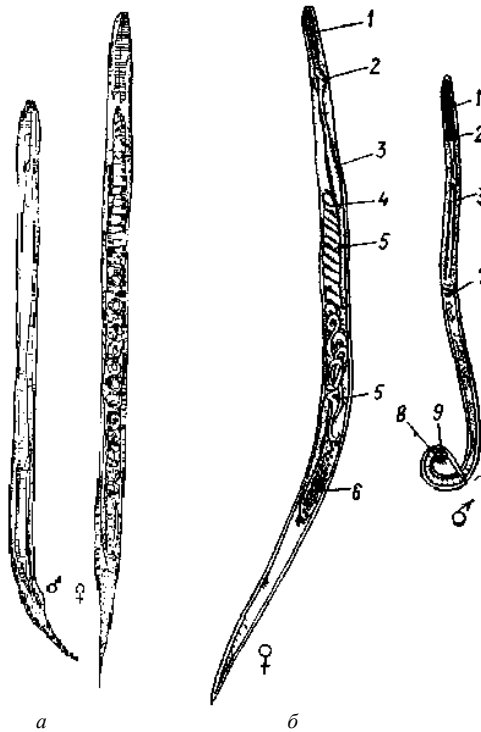


Рис. 6.1. Нематоды: а – *Turbatrix acetii*; б – *Panagrellus redivivus*:  
 1 – глотка; 2 – глоточное вздутие; 3 – кишечник; 4 – матка;  
 5 – эмбрионы на разных стадиях развития; 6 – яичник; 7 – семенник;  
 8 – спикулы; 9 – клоака

Размер микрочервя, или уксусной угрицы, 1–2 мм. Они раздельнополюе, живородящие. У самок яйца развиваются восемь дней. После развития яиц внутри самки хорошо видны скрученные спиралью молодые особи.

Живут и размножаются нематоды в условиях уксусного брожения. Культивируется микрочервь на кашецеобразном толокне, геркулесе, булке, смоченной в молоке или воде, на тертой моркови и т. д.

Для разведения используют эмалированные, стеклянные или пластмассовые кюветы с крышкой. Перед применением их необходимо сполоснуть кипятком. При культивировании микрочервя необхо-

димо соблюдать стерильность, поскольку при обрастании кашицы плесневыми грибами культура микрочервя полностью гибнет.

На внутреннюю поверхность крышки кюветки приклеивают кусок поролона, который смачивают в воде, создавая таким образом влажную среду в кюветке. Кюветку устанавливают в наклонном положении. В нижнюю половину кюветки помещают сметанообразную массу толокна. Толокно предварительно заваривают в кипятке, размешивают, остужают и добавляют мелко натертую морковь, а также поливитамины. В качестве витаминных добавок можно использовать растертую внутреннюю часть таблетки гендевита, ревита, ундевита или премикс.

На поверхность этой кашицы наносится культура червя. Через 2–3 дня при температуре 20–22 °С происходит бурное развитие микрочервя. Червячки выползают на влажные участки стенок и свободные части дна кюветки, оттуда их снимают кисточкой и переносят в стакан с водой для отмывания от кислоты.

Перезарядку культуры делают через 1–3 месяца (когда сметанообразная масса становится жидкой).

Микрочервя также разводят на густо сваренной овсянке, на кашнице, состоящей из хлеба и молока, или мякише белого хлеба. Мякиш белого хлеба мочат в кипятке, отжимают и помещают в кюветку. На его середину помещают культуру и закрывают стеклом.

Отлично разводится червь на тертой моркови. Для этого морковь ошпаривают кипятком, натирают на мелкой терке, отжимают от сока и помещают в кюветку. Далее на нее помещают промытых микрочервей. Они быстро размножаются, имеют красный цвет и хорошо поедаются мальками всех видов рыб.

Недостатком этого метода является быстрое протухание или зарастание моркови плесневыми грибами. Хороших результатов можно добиться при добавлении моркови в другие среды.

Можно разводить червя на тертом сыре. Для этого кусочки торфа хорошо вываривают и укладывают в один слой в кюветку, вносят культуру червей, посыпают тертым сыром, увлажняют из пульверизатора и прикрывают крышкой. Периодически в кюветку необходимо вносить свежий сыр и увлажнять ее.

Очень популярен способ разведения уксусной угрицы на кефире. Обычный глиняный горшок наполняют смесью: 50 % чернозема, 30 % песка, 20 % торфа и мха. Все компоненты кипятят отдельно 10 минут и затем перемешивают. Для постоянного увлажнения ставят культуру

на блюдце с водой, сверху на смесь помещают культуру, заливают тонким слоем кефира и накрывают горшок стеклом. Червей подкармливают кефиром несколько раз в неделю.

Скармливать микрочервя малькам, которые держатся в толще воды, необходимо небольшими дозами, так как они быстро оседают на дно.

Панагрелл (*Panagrellus redivivus*) встречается в местах избыточной влажности: под пивными бочками, на свалках среди гниющей растительности, в бродящих субстратах (см. рис. 6.1).

Размер его 1,5–2,5 мм. Существует половой деморфизм: самцы мельче, стройнее самок, имеют загнутую в спираль хвостовую часть. В культуре на одного самца приходится четыре самки, при угасании культуры – две. Половозрелость наступает на 3-й день, черви живородящие. Развитие яиц при температуре 20–22 °С длится 2–2,5 суток. В пищу используют овсяную или ячневую крупу, заваренную в виде кашицы. Обычно в 1 л кипящей воды вносят 200 г овсяной муки, или 150 г овсяной крупы, или 300 г фуражного овса, или 250 г ячменной муки и варят эту массу 7–10 минут (фуражный овес – 40–50 минут), затем остужают. Можно использовать вареные овощи с микродобавкой молока, витаминов, печеночного экстракта. Методика культивирования, как у микрочервя. Пересев культуры проводят через 20–40 дней.

### Контрольные вопросы

1. Назовите особенности биологии нематод.
2. Как происходит размножение нематод?
3. Какие среды применяются для культивирования уксусной угрицы?
4. Как часто производится перезарядка культуры микрочервя?
5. Какова оптимальная температура культивирования нематод?
6. Существует ли половой деморфизм у нематод и в чем он выражается?
7. Что свидетельствует об угасании культуры панагрелла?



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатова, И. Б. Рыбоводная гидробиология / И. Б. Богатова. – Москва: Пищевая пром-сть, 1980. – 160 с.
2. Васильева, Л. М. Методические рекомендации по культивированию красного калифорнийского червя *Eisenia foetida angrei* / Л. М. Васильева, Н. А. Абросимова, Е. А. Петрова. – Астрахань, 2003. – 20 с.
3. Иванов, А. П. Рыбоводство в естественных водоемах / А. П. Иванов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 367 с.
4. Козлов, В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин. – Москва: Колос, 2006. – 445 с.
5. Микулин, А. Е. Живые корма / А. Е. Микулин. – Москва: Дельфин, 1994. – 104 с.
6. Моисеев, Н. Н. Живые корма (культивирование и использование): учеб. пособие / Н. Н. Моисеев, С. В. Севастеев. – Новосибирск, 2016. – 115 с.
7. Привезенцев, Ю. А. Интенсивное прудовое рыбоводство: учебник для вузов / Ю. А. Привезенцев. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
8. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – Москва: Мир, 2004. – 456 с.
9. Садчиков, А. П. Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы) / А. П. Садчиков. – Москва: Изд-во «МАКС Пресс», 2009. – 272 с.
10. Терещенко, П. В. Вермикультура и биогумус: учеб. пособие / П. В. Терещенко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. – 52 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение .....   | 3  |
| Тема 1. Культивирование красного калифорнийского червя ( <i>Eisenia foetida</i><br><i>angrei</i> ) ..... | 4  |
| Тема 2. Культивирование белого энхитрея ( <i>Enchytraeus albidus</i> H.) .....                           | 7  |
| Тема 3. Культивирование гриндальского червя ( <i>Enchytraeus buchhoizi</i> ) ....                        | 12 |
| Тема 4. Технология культивирования трубочника ( <i>Tubifex tubifex</i> ) .....                           | 14 |
| Тема 5. Культивирование аулофоруса ( <i>Aulophorus furcatus</i> ) .....                                  | 18 |
| Тема 6. Биологические особенности развития и культивирование нематод<br>( <i>Nematoda</i> ) .....        | 21 |
| Библиографический список .....   | 25 |

Учебное издание

**Портная** Галина Владимировна

**БИОТЕХНОЛОГИЯ В РЫБОВОДСТВЕ**

**ОЛИГОХЕТЫ И НЕМАТОДЫ**

Методические указания и задания для лабораторных занятий

Редактор *Е. В. Ширалиева*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Корректор *Н. П. Лаходанова*

Подписано в печать 17.05.2019. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,12.

Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.