

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Амёбные заболевания рыб в условиях Санкт-Петербургского океанариума АО «Рубин»

Исполнитель: Безух Анастасия Юрьевна *Безух*

Руководитель: канд. био. наук, доцент Шошин Александр Владимирович *Шошин*

Научный консультант: канд. био. наук, Юнчис Олег Николаевич

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой

С.В. Королькова

(подпись)

канд. техн. наук, Королькова Светлана Витальевна

«20» 06 2022 г.

Санкт-Петербург

2022

Оглавление

Введение.....	2
1. Биология амёб.....	6
1.1. Характеристика класса <i>Lobosea</i>	6
1.2. Характеристика класса <i>Heterolobosea</i>	18
2. Амёбы в системе паразит-хозяин.....	20
2.1. Комменсалы	20
2.2. Факультативные паразиты	23
2.3. Облигатные паразиты	28
3. Материалы и методы.....	30
4. Случаи заболевания рыб амёбиазами и их клинические признаки.....	37
4.1. Амёбные заболевания разных видов рыб, обнаруженные в океанариуме	37
4.1.1. Дискусы	37
4.1.2. Карпы кои	41
4.1.3. Гуппи	43
4.1.4. Другие виды рыб	44
4.1.5. Форель.....	48
5. Методы лечения	50
Заключение	51
Список использованной литературы	54
Терминологический словарь.....	57

Введение

Современная добыча рыб и пищевых гидробионтов в естественных водоемах не удовлетворяет растущую потребность населения. Большую перспективу в производстве беспозвоночных гидробионтов и рыбной промышленности представляют современные интенсивные методы товарной продукции, такие как садковое выращивание и выращивание гидробионтов в замкнутых системах водоснабжения (УЗВ).

Одним из факторов, снижающих продуктивность искусственного выращивания рыб, являются болезни. Следует отметить, что при разных формах (прудовой, бассейновой, садковой, УЗВ) появляются заболевания, наиболее часто встречающиеся в каждой из этих форм рыбоводства. Вместе с тем при появлении новых форм рыбоводства появляются «новые» болезни, ранее не известные или редко встречающиеся, например, вызываемые амёбами. Данные заболевания сравнительно мало освещены в литературе, но получили широкое распространение в хозяйствах определённого типа.

Вместе с тем появляются и новые отрасли рыбного хозяйства, оказывающие влияние на получение товарной рыбной продукции. Такой отраслью является декоративное рыбоводство, которое объединяет в мире колоссальное количество аквариумистов, содержащих в пресноводных и морских аквариумах как рыб, так и беспозвоночных. Существуют гигантские предприятия, занимающиеся не только добычей гидробионтов в естественных пресноводных и морских водоёмах, но и специализирующихся на их выращивании, проектировании и производстве систем жизнеобеспечения (СЖО), тестов и электронных приборов для определения качества воды и поддержания её определённых параметров (например, JBL, Sera, API, Tetra, Salifert), компании, специализирующиеся на транспортировке гидробионтов, а также на разработке и производстве кормов для потребностей декоративного рыбоводства. Проводятся ежегодные выставки аквариумного оборудования и

атрибутов, связанных с декоративным рыбоводством. В эту же отрасль входят декоративные пруды и бассейны, публичные аквариумы и океанариумы.

В настоящее время центром по разведению гидробионтов для декоративного рыбоводства стали страны Юго-Восточной Азии. Многие виды африканских, южно-американских рыб разводятся в водоёмах Юго-Восточной Азии. В этих регионах обычно не строятся системы очистных сооружений, препятствующих проникновению возбудителей болезней, присущих местным рыбам, но не характерных для завозимых из других зоогеографических регионов. В результате завезённые рыбы часто оказываются носителями непатогенных и условно патогенных видов и штаммов паразитов, которые в новых условиях наращивают свою численность, вызывая заболевания.

Актуальность работы: ввиду того, что на данный момент преобладающей формой рыбного хозяйства являются интенсивные методы выращивания (садковый и УЗВ), где рыбу обычно содержат при высоких плотностях посадки и высоких концентрациях органических соединений, амёбные заболевания являются одними из самых распространённых, вызывающих гибель ценной товарной продукции [30]. На данный момент почти вся литература, освещающая случаи амёбных заболеваний, находится в иностранных источниках. Данная работа была выполнена для того, чтобы показать значимость этих сравнительно новых заболеваний, чтобы в дальнейшем были разработаны наиболее эффективные методы борьбы, снижающие отход продукции.

Объект исследования: рыбы, выловленные из аквариумов Санкт-Петербургского океанариума, привезённые из стран Юго-Восточной Азии и из товарных фермерских садковых хозяйств и УЗВ.

Предметы исследования:

1. Клинические признаки амёбных заболеваний.
2. Распространение амёбных заболеваний.
3. Причины возникновения амёбных заболеваний.

Данная работа была выполнена с целью показать значимость амёбных заболеваний в условиях замкнутого водоснабжения на примере ближайшего аналога УЗВ – аквариумах, находящихся в Санкт-Петербургском океанариуме, и на основе имеющейся литературы.

Задачи работы:

1. На основании литературного материала ознакомиться с морфологией, биологией амёб и их способами размножения.
2. Собрать доступный литературный материал о паразитировании амёб на рыбах.
3. Освоить методику обнаружения амёб на рыбах.
4. Изучить распространение и особенности амёбных заболеваний на разных видах рыб, поступающих в океанариум.
5. Оценить меры профилактики и лечения рыб при амёбиазах.

Структура работы: выпускная квалификационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы и терминологического словаря, имеет 61 страницу, включает 28 рисунков, 4 таблицы.

Первая глава содержит полное биологическое описание подкласса *Gymnamoeba* и класса *Heterolobosea*, а также краткое биологическое описание раковинных амёб (подкласс *Testacealobosia* и подкласс *Testaceafilosia*).

Во второй главе раскрыты паразито-хозяйинные отношения между амёбами и рыбами, а также случаи заболеваний, вызванных амёбами, найденные в литературе.

Третья глава посвящена описанию материалов и методов, применяемых в данной работе.

В четвёртой главе описывается исследование амёбных заболеваний в условиях Санкт-Петербургского океанариума.

Пятая глава посвящена методам лечения амёбных заболеваний.

Заключение имеет выводы, опирающиеся на практику, полученные в ходе исследования.

Список используемой литературы имеет тридцать источников, из которых двадцать иностранных.

Материал работы был представлен на:

1. Итоговой конференции студенческого научного общества экологического факультета РГГМУ (20.04.2022).
2. Четвёртой межвузовской студенческой научно-практической конференции «Вопросы развития аквакультуры» (13.05.2022).
3. Второй ежегодной научно-практической конференции «Здоровая рыба в чистой воде» (25.05.2022).

1. Биология амёб

Амёбы в силу своих особенностей строения обитают во влажной и водной среде, а также могут присутствовать на наружных покровах и во внутренних органах рыб.

Амёбы могут вступать в разные типы отношений с рыбами, некоторые из них являются комменсалами, что проявляется в виде сожительства без причинения вреда. Однако, во многих случаях они могут действовать как паразиты и быть причиной тяжёлых заболеваний, поражающих преимущественно жабры, а также вызывающих соответствующие системные инфекции [25].

Паразитические амёбы встречаются на пресноводных и морских рыбах. У пресноводных рыб паразитируют только пресноводные амёбы, а у морских только морские, также есть виды, встречающиеся при слабой солёности [4].

Большинство свободноживущих, а также обнаруженных и описанных на рыбах амёб относятся к двум классам: *Lobosea* (подкласс *Gymnamoeba*) и *Heterolobosea*.

1.1. Характеристика класса *Lobosea*

Так как почти все свободноживущие, условно патогенные и патогенные амёбы, обнаруженные на рыбах, относятся к подклассу голых лобозных амёб (подкласс *Gymnamoeba*), за исключением двух видов раковинных амёб (*Rhogostoma minus* и *Cochliopodium minus*), полноценная классификация подкласса раковинных лобозных амёб (подкласс *Testacealobosia* класса *Lobosea*) и раковинных филозных амёб (подкласс *Testaceafilosia* класса *Filosea*) в данной работе исключена, но краткое упоминание о биологии данных видов присутствуют в данном разделе.

1.1.1. Голые амёбы

Голые амёбы населяют практически все существующие водные и наземные экотопы. Большинство амёб, относящихся к подклассу голых, - свободноживущие формы и являются неотъемлемой частью водного

биоценоза. Амёбы могут населять как пресные, так и морские воды, можно говорить о существовании специфической солоноводной и пресноводной фаун амёб, ареалы которых практически не перекрываются между собой [4].

И у морских и у пресноводных видов нет чёткого разделения на планктонных и бентосных амёб. В планктоне могут быть обнаружены флотирующие формы практически любых видов. В то же время многие мелкие виды амёб обитают в макроагрегатах водорослей, хлопьях детрита, бактериальной слизи и на других субстратах, «парящих» в толще воды. Они могут достигать значительной численности - до 68 тыс. экз./мл, а в эвтрофированных озёрах - до 380 тыс. экз./мл [1].

Классификация (Page, 1987)

Тип *Rhizopoda*

Класс *Lobosea*

Подкласс *Gymnamoebia*

Отряд *Euamoebida*

Семейство *Amoebidae*

Семейство *Thecamoebidae*

Семейство *Hartmannellidae*

Семейство *Paramoebidae*

Семейство *Vexilliferidae*

Семейство *Vannallidae*

Отряд *Leptomyxida*

Подотряд *Rhizoflabellina*

Семейство *Flabellulidae*

Семейство *Leptomyxidae*

Подотряд *Leptoramosina*

Семейство *Gephyramoebidae*

Семейство *Stereomyxidae*

Отряд *Loboreticulatida*

Семейство *Corallomyxidae*

Отряд *Acanthopodida*

Семейство *Acanthamoebidae*

Морфология

Амёба – одноклеточное животное, не имеющее спинной или вентральной поверхности из-за постоянно меняющейся формы тела [21]. Перемещается посредством амeboидного движения. Направленно передвигающаяся клетка обычно принимает характерную локомоторную форму тела, которая обладает динамически стабильными морфологическими особенностями [1].

Тело амёб покрыто снаружи тонким эластичным слоем эктоплазмы. Одноклеточное тело амёбы представляет собой постоянно изменяющуюся массу протоплазмы [21].

При движении большая часть амёб образует псевдоподии и иногда субпсевдоподии на переднем конце. Псевдоподии – различного рода клеточные отростки, временные выросты цитоплазмы, включающие в свой состав как гиалоплазму (цитоплазма, не содержащая включения), так и гранулоплазму (заполнена включениями). Субпсевдоподии состоят только из гиалоплазмы и не принимают участия в перемещении основной массы цитоплазмы клетки (рис.1) [1].

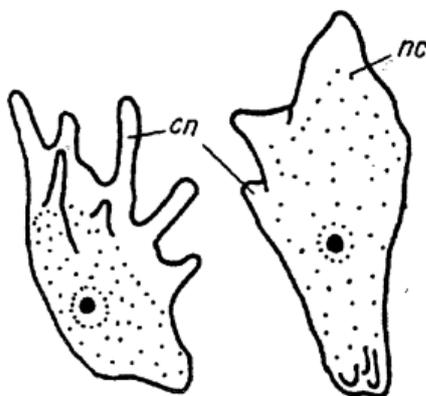


Рис. 1. Организация клетки голых амёб [1]. Субпсевдоподии (сп) слева и псевдоподии (пс) справа.

На заднем конце (уроидном) при движении простейшего происходит постоянная интернализация плазматической мембраны, с этим связано образование характерной морфологической организации уроида (рис. 2) [1].



Рис. 2. Основные типы организации уроидов у голых амёб [1].

А – бульбовидный, Б – морулярный, В – складчатый, Г – виллозно-бульбовидный, Д – «кустовидный».

Морфотип – совокупность признаков, описывающих динамически стабильную организацию локомоторной формы амёбы [1].

Некоторые из них (принадлежащие к отряду *Euamoebida*):

1. Политактический (рис.3) – полиподиальная форма с несколькими чётко дифференцированными, различного размера псевдоподиями, образующимися в передней части клетки. Пример: *Amoeba proteus* при своём обычном перемещении по субстрату [1].

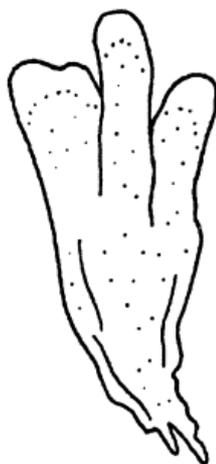


Рис. 3. Политактический морфотип амёб [1].

2. Ортотактический (рис.4) – ортотактическая форма; тело клетки сильно вытянуто и несколько сплющено с боков, разделённые псевдоподии на переднем конце тела отсутствуют. Пример: *Amoeba proteus* [1].



Рис. 4. Ортотактический морфотип амёб [1].

3. Веерообразный (рис.5) – уплощённая, веерообразная, лопатовидная или полукруглая форма с широкой серповидной фронтальной зоной внутренней среды. Передняя кромка тела ровная; субпсевдоподий нет. Пример: *Vannella simplex* [1].

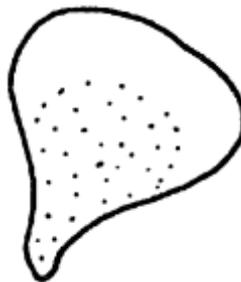


Рис. 5. Веерообразный морфотип амёб [1].

4. Парамёбный (рис.6) – уплощённая неправильно-веерообразная форма с чётко выраженной фронтальной зоной, из которой образуются небольшие пальцевидные субпсевдоподии. Пример: *Neoparamoeba aestuarina* [1].



Рис. 6. Парамёбный морфотип амёб [1].

5. Вексиллиферный (рис.7) – уплощённая неправильно-треугольная форма тела с многочисленными длинными и тонкими субпсевдоподиями, расположенными по направлению движения. Пример: *Vexillifera bacillipedes* [1].



Рис. 7. Вексиллиферный морфотип амёб [1].

Биология голых лобозных амёб (*Gymnamoeba*)

Представители подкласса *Gymnamoebia* в большинстве своём имеют хорошо дифференцированный надмембранный комплекс плазмалеммы (наружной цитоплазматической мембраны) [1].

Цитоплазма клетки подразделяется на оптически прозрачную гиалоплазму (эктоплазма), не содержащую включений, и заполненную различного рода включениями гранулоплазму (эндоплазму). В гиалоплазме сосредоточена основная часть цитоскелетных элементов клетки, а в

гранулоплазме – ядро, органеллы, вакуоли и различные цитоплазматические включения [1].

У многих видов амёб в цитоплазме присутствуют эндобиотические бактерии, либо лежащие свободно в цитоплазме клетки, либо заключённые в вакуоль. Бактерии способны заражать амёб, размножаться внутри их клеток, что приводит либо к смерти амёбы, либо к симбиотическим отношениям между амёбой и бактериями [15].

К включениям амёб относят: ядро, пищеварительные вакуоли, сократительные вакуоли и многие виды гранул, кристаллов и глобул, некоторые из которых являются запасными продуктами питания и другими продуктами обмена веществ [21].

Ядро единое, двояковыпуклое дискообразное или шаровидное, и не занимающее фиксированного положения в эндоплазме. Вся жизнедеятельность амёб контролируется ядром, форма которого варьирует у разных видов. Большинство амёб одноядерные, некоторые – двухъядерные, известно несколько многоядерных видов. Встречается 2 основных морфологических типа ядер: везикулярные (с 1 крупным ядрышком, занимающим более или менее центральное положение в ядре) и гранулярные (с большим количеством относительно мелких ядрышек, располагающихся преимущественно по периферии ядра) [1].

Сократительная вакуоль представляет собой внешнюю часть эндоплазмы. Обычно имеется одна сократительная вакуоль. Функции: экскреция, осморегуляция, дыхание. Это не постоянная структура, может появиться в любой области эндоплазмы. У морских амёб отсутствуют сократительные вакуоли [21].

В эндоплазме обнаруживаются мелкие и большие пищеварительные вакуоли, внутри которых происходит процесс пищеварения. Они исчезают с выбросом из организма неперевариваемой пищи [21].

Также у амёб присутствуют водяные вакуоли – прозрачные, бесцветные и не сокращающиеся, сферические органеллы, заполненные водой.

Существенные компоненты цитоплазмы амёб – специфические кристаллы. Они заключены в специальные вакуоли и у разных видов могут иметь различные строение и размеры [21].

Большинство описанных органелл видимы только частично ввиду их размеров и прозрачности.

У амёбы нет специальных органов дыхания и нет респираторных пигментов, дыхание осуществляется путем диффузии через поверхность тела. Процесс дыхания происходит за счёт обмена поступающего в цитоплазму кислорода и выходящего наружу диоксида углерода [21].

Протоплазма амёбы гипертоническая (имеет более высокое осмотическое давление, чем окружающая среда) через полупроницаемую плазмалемму в её организм по эндосмосу поступает регулярный ток воды [21]. Часть воды попадает вместе с проглоченными пищевыми организмами. Лишняя вода выбрасывается через сократительную вакуоль. Протоплазма морских амёб изотоническая с морской водой. Если морские амёбы помещены в пресную воду, у них развиваются сократительные вакуоли. У пресноводных амёб в морской воде сократительные вакуоли исчезают [21].

подавляющее большинство амёб – полифаги. Они не имеют строгой пищевой специализации и фагоцитируют бактерии, одноклеточные водоросли, других простейших и их цисты [1].

Амёбы питаются путем эндоцитоза, поглощая оформленные пищевые частицы посредством фагоцитоза, а жидкости, содержащие растворённые органические вещества с помощью пиноцитоза (процесс захвата клеточной поверхностью и последующего внутриклеточного разрушения макромолекул) [1].

Пищеварение внутриклеточное. Пищеварительная вакуоль, образующаяся в случае появления добычи, окружённая цитоплазмой вместе с некоторым количеством воды, служит временным местом для переваривания пищи. Амёба может содержать несколько пищеварительных вакуолей, свободно плавающих и изменяющихся по форме и размеру. В процессе

пищеварения участвуют два фермента: амилаза, которая переваривает крахмал и протеиназа, которая переваривает белки.

Амёба не имеет специальных органов чувств вкуса и запаха, но способна отличать частицы органической пищи от частиц неорганического происхождения [21].

Голые амёбы размножаются простым делением клетки, непосредственно перед которым обычно происходит митотическое деление ядра. У многоядерных видов ядра, как правило, делятся синхронно. Основным типом деления ядра у амёб является ортомитоз [1].

Непосредственно перед делением амёба прекращает передвигаться и «растекается» по субстрату, многие виды при этом принимают весьма характерную розетковидную форму (рис.8) [1].



Рис. 8. "Розетка деления" [1].

Происходит резорбция (разрушение) сократительных вакуолей [1]. При благоприятных условиях (питание и температура) амёба обычно размножается бесполом путем – бинарным делением, производя две дочерние амёбы (рис.9) [21], половой процесс ни у одного представителя этого таксона достоверно не описан [1].

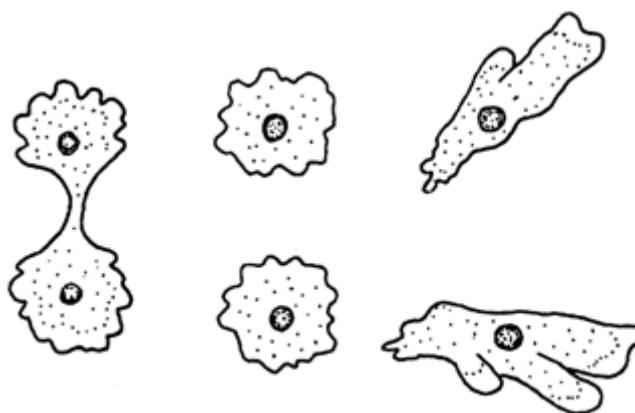


Рис. 9. Схема бинарного деления амёб [1].

При этом ядерная мембрана сохраняется, а ядрышки распадаются, образуя очень большое количество маленьких хромосом, которые располагаются на экваторе ядерного веретена(метафаза) [21].

Хромосомы расщепляются продольно и сами дублируются. Дочерние хромосомы движутся к противоположным полюсам, и ядерная мембрана начинает сужаться посередине (анафаза). По мере завершения сужения ядро окончательно делится на два дочерних ядра (телофаза). Таким образом, наследственный материал одинаково разделяется обоими дочерними ядрами. Далее следует цитокинез (образование двух дочерних клеток). Амёба удлиняется, и в середине цитоплазмы между двумя дочерними ядрами появляется сужение [21].

Частота клеточных делений у мелких амёб очень высока и может в лабораторных условиях достигать 3-4 раз в сутки. У крупных видов она существенно ниже – клетки делятся 1 раз в течение 2-3 сут [1].

Единственной стадией жизненного цикла у большинства амёб является амeboидный трофозоит, однако некоторые виды также способны образовывать покоящиеся стадии – цисты. При этом ядро многократно делится с образованием нескольких дочерних ядер, расположенных вблизи периферии. Каждое дочернее ядро обволакивает небольшое количество цитоплазмы, образуя дочернюю амёбу. Циста может иметь однослойную или двухслойную оболочку (рис.10). При инцистировании у амёб происходят очень серьёзные

морфологические изменения, затрагивающие практически все клеточные органеллы; уменьшается содержание воды в цитоплазме клетки, падает её объём. Клетка округляется и секретирует на своей поверхности плотную оболочку – стенку цисты. Таким образом образуются цисты с однослойной стенкой. В некоторых случаях после секреции наружной стенки цисты, которую также называют эктоцистой, клетка продолжает сжиматься, теряя воду. Цитоплазма её отделяется от стенки эктоцисты. После окончания сжатия клетка секретирует ещё одну, внутреннюю стенку цисты – эндоцисту. Так образуется циста с двухслойной стенкой. При эксцистировании амёба выходит наружу через образовавшееся отверстие в стенке цисты [1].

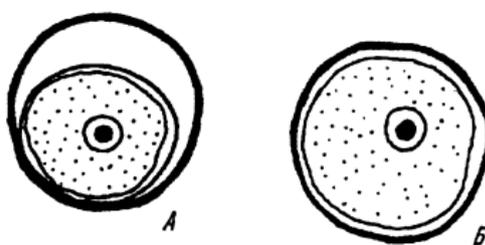


Рис. 10. Цисты амёб. Двухслойная (А) слева и однослойная (Б) справа [1].

1.1.2. Раковинные амёбы

Раковинные амёбы, обнаруженные на рыбах и спровоцировавшие заболевание в замкнутых условиях, принадлежат к подклассу класса *Lobosea: Testacealobosia* (раковинные лобозные амёбы) – *Cochliopodium minus* и к подклассу класса *Filosea: Testaceafilosia* (раковинные филозные амёбы) – *Rhogostoma minus*.

Род *Cochliopodium*

Классификация (Page, 1987)

Подкласс *Testacealobosia*

Отряд *Himatismenida*

Семейство *Cochliopodiidae*

Род *Cochliopodium*

Биология рода *Cochliopodium*

Представители этого рода с дорсальной стороны покрыты гибким щитком – тектумом, состоящим из одного слоя чешуек, который прилегает к цитоплазме клетки (рис.11) [1].

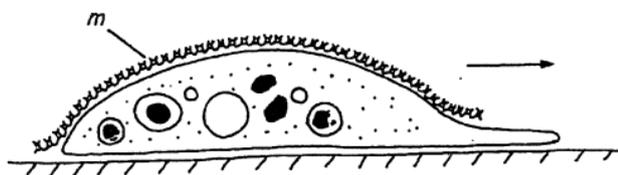


Рис. 11. Организация клетки *Cochliopodium sp.*, вид сбоку [1].

m – тектум

При перемещении по субстрату амёба образует псевдоподии, которые часто высовываются из-под переднего края тектума.

В цитоплазме находится ядро или ядра и набор органелл, свойственный аэробным корненожкам [1].

Фагоцитоз происходит только на вентральной стороне тела, свободной от тектума [1].

Размножение происходит путем бинарного деления [1].

Род *Rhogostoma*

Классификация (Page, 1987)

Подкласс *Testacea filosa*

Отряд *Gromiida*

Подотряд *Gromiina*

Семейство *Chlamydophryidae*

Род *Rhogostoma*

Биология рода *Rhogostoma*

Корненожки, тело которых заключено в раковину с 1 или 2 отверстиями (устьями) для выхода псевдоподий (филоподий) [1].

Раковина органическая или из кремниевых идиосом, округлая или вытянутая, как правило, секретированная и двухслойная [1].

Одноядерные или многоядерные формы [1].

Передвигаются с помощью филозных псевдоподий: прикрепление конца филоподии к субстрату с последующим сокращением филоподии и подтягиванием клетки [1].

Размножение происходит путем бинарного деления [1].

1.2. Характеристика класса *Heterolobosea*

Классификация (Page, 1987)

Тип *Rhizopoda*

Класс *Heterolobosea*

Отряд *Schizopyrenida*

Семейство *Vahlkampfiidae*

Семейство *Gruberellidae*

Отряд *Acrasida*

Семейство *Acrasidae*

Семейство *Guttulinopsidae*

Биология класса *Heterolobosea*

Представители класса распространены повсеместно и населяют почти все экотопы. Пресноводные и почвенные организмы. Подавляющее большинство видов облигатно свободноживущие, однако, был подчеркнут патогенный потенциал амёбы *Naegleria sp.* для рыб [12].

На рыбах были обнаружены представители этого класса, принадлежащие к отряду *Schizopyrenida*, семейству *Vahlkampfiidae*, родам: *Naegleria* и *Vahlkampfia*.

Амебоидные трофозоиты большинства представителей класса *Heterolobosea* организованы по одному плану и представляют собой мелких лимаксных амёб, демонстрирующих при локомоции чётко выраженное эруптивное (выпячивание псевдоподий в разные стороны «в объемной плоскости») движение. Направленный вперёд ток цитоплазмы неравномерный, происходит отдельными толчками. Каждый такой толчок

приводит к образованию новой гиалиновой полусферы (отчетливого выступа) в передней части амёбы – таким образом организм продвигается вперёд. Аналогично происходит и образование псевдоподий [1].

В составе класса имеются виды, способные к трансформации в жгутиконосцев. Организация жгутиков варьирует – они могут иметь или не иметь цитостом (т.е в ряде случаев жгутиконосец не способен питаться) [1].

Большинство видов в составе класса – одноядерные организмы.

Жизненный цикл включает в себя стадии трофозои́та и цисты покоя. Трофозоиты многих видов способны трансформироваться в жгутиконосцев, таким образом, в их жизненном цикле появляется третья стадия – жгутиковая. У разных видов амёб эта стадия варьирует в жизненном цикле. У некоторых видов жгутиковая трансформация происходит редко, при этом жгутиконосец не способен питаться и делиться. В других случаях жгутиконосец имеет цитостом и питается так же, как и амебоидный трофозоит (деление может осуществляться как на амебоидной, так и на жгутиковой стадиях цикла). У ряда видов жгутиковая стадия является доминирующей, жгутиконосец питается и делится, иногда образующаяся амебоидная стадия не способна к делению [1].

В семействе *Vahlkampfiidae* фактически все виды, не способные к жгутиковой трансформации объединены в род *Vahlkampfia*, тогда как остальные входят в состав других родов, представители которых способны формировать жгутиконосцев различной организации [1].

Циста покоя как правило имеет однослойную стенку.

Все представители класса питаются посредством эндоцитоза, основная пища – бактерии [1].

Naegleria fowleri образует для захвата пищевых частиц специализированные трубчатые псевдоподии, которые называют амёбостомами. Эти псевдоподии не имеют постоянной локализации и могут образовываться в любом месте клетки [1].

2. Амёбы в системе паразит-хозяин

В основной массе амёбы обитают в тёплых пресных водоёмах, преимущественно в придонных илах. Наличие большого количества органических веществ и высокая температура воды в водоёмах способствуют резкому увеличению в них популяций амёб [6].

Поскольку амёбы являются постоянными членами водного биоценоза существовало предположение, что амёбы, найденные на рыбе естественных водоёмов, попадают на рыб случайно во время отбора проб и во время отлова или манипулирования рыбой. Такая ситуация особенно вероятна для идентификации амёб, выделенных с кожи или жабр. Однако во многих случаях отношения между амёбой и рыбой оказываются более прочными. Большинство этих отношений основаны на четырех типах: эктокомменсалы, эктопаразиты, эндокомменсалы и эндопаразиты [25].

Представители классов *Lobosea* и *Heterolobosea* демонстрируют различную степень адаптированности к паразитическому образу жизни – от паразитов, стоящих на грани с комменсалами, до настоящих паразитов (как факультативных, так и облигатных).

Число настоящих паразитов среди *Lobosea* и *Heterolobosea* после исключения копрофилов и комменсалов сравнительно невелико. Как факультативные, так и облигатные паразиты во многих случаях приводят к гибели своих хозяев [7].

В данной работе паразито-хозяинные отношения между амёбами и рыбой поделены на 3 группы: комменсалы, факультативные паразиты, облигатные паразиты. Это деление довольно условно, так как в большинстве случаев можно говорить о паразитизме, стоящем на грани с комменсализмом.

2.1. Комменсалы

В данный раздел работы помещён обзор литературы на амёб, находящихся на дикой рыбе и, по-видимому, находящихся на ней в качестве носителей. Основным источником, который использовался в данной работе –

иллюстрированный гид по свободноживущим амёбам Дуковой И., так как в её работах амёбы определены с помощью ПЦР-теста [13].

Видимо, можно говорить о том, что любую свободноживущую амёбу можно обнаружить на дикой рыбе и почти всегда это носит случайный характер, так как для многих свободноживущих амёб, населяющих естественную среду озёр, рек, ручьев, прудов, благоприятной средой обитания являются жабры и кожа, поскольку находящиеся там бактерии, слизь и отмирающие эпителиальные клетки, являются ценным источником питания эктокомменсальных амёб.

По-видимому, то же самое можно сказать и о внутренних органах. Попадая в ткани тела, эндокомменсальные амёбы питаются там бактериями, и стареющими и травмированными клетками хозяина и размножаются [25].

Большинство эндокомменсальных амёб, описанных у рыб, были обнаружены в пищеварительном тракте и лишь в единичных случаях были связаны с заболеванием [19]. Меньшее количество обнаружено в мозгу, почках. Было установлено, что для *Vahlkampfia* и *Naegleria* пресноводные рыбы в естественных условиях являются случайными хозяевами. При их попадании в слизь жабр или тела никакой патологии рыб не наблюдалось [27].

Дуковой И. были обнаружены и определены через ПЦР-тест следующие амёбы: *Naegleria* была обнаружена во многих внутренних органах у разных видов рыб в естественных условиях, в частности: *Naegleria clarki* была обнаружена в почке (4564), селезёнке (4709) европейского окуня (*Perca fluviatilis*) из ручья Черновицкого потока в Чехии, на жабрах (TMR) плотвы (*Rutilus rutilus*) из реки Лужнице в Чехии, на жабрах (2HZ), в мозге (3HZ) горчака (*Rhodeus sericeus*) из природного бассейна в Чехии, *Naegleria pagei* из почки (4830) бурой форели (*Salmo trutta fario*) в ручье Либеховка в Чехии, *Naegleria pagei* была обнаружена в печени (A22) леща (*Abramis brama*) из естественного пруда в Чехии, *Naegleria australiensis* из жабр (BCZ4) гитарного сома (*Bunocephalus coracoideus*), импортированного из Амазонки в Чехию, *Naegleria clarki* в мозгу (CL) сома коридораса (*Corydoras lucomelas*),

импортированного из Амазонки в Чехию, *Naegleria clarki* в жабрах (GP3) нильского слоника (*Gnathonemus petersii*), импортного из реки Конго в Чехию [13].

Vahlkampfia avara была обнаружена Дуковой И. в почке (4171L) леща (*Abramis brama*) в чешском водохранилище – Орлике [13].

Vexillifera bacillipedes была выделена Дуковой И. из жабр: (1HZ, 6HZM) горчака (*Rhodeus sericeus*), (P2OZ) рыбка (*Vimba vimba*), обитающих в естественных водоёмах Чехии [13].

Амёбы рода *Acanthamoeba* были выделены и определены Дуковой И. с большого количества диких рыб, видимо, в виде носительства.

Неопределённые до вида амёбы рода *Acanthamoeba* были обнаружены в селезёнке (3668) обыкновенного сома (*Silurus glanis*), обитающего в реке Скалице в Чехии, мозгу (4337), почке (4528) голавля (*Squalius cephalus*), обитающего в реке Мальше в Чехии, в печени (4339, 4706, 4800J) и мозгу (4465) европейского окуня (*Perca fluviatilis*), обитающего в реке Мальше в Чехии, в почке (4436) плотвы (*Rutilus rutilus*) из реки Лужнице в Чехии [13].

Амёбы рода *Hartmannella* были обнаружены Дуковой И. в разных органах у разных видов рыб. *Hartmannella vermiformis* на жабрах (PFG) европейского окуня (*Perca fluviatilis*) из естественного пруда в Чехии, в печени (4391) линя (*Tinca tinca*) и в печени (4394) красноперки (*Scardinius erythrophthalmus*) обитающих в реке Лужнице в Чехии.

Protacanthamoeba bohémica была выделена Дуковой И. из печени линя (*Tinca tinca*) [18].

Штамм *Cochliopodium* был выделен из печени, почки, мозга, селезёнки и жабр окуня (*Perca fluviatilis*), пойманного в реке Влтава, Южная Богемия, Чешская Республика [15].

Основные роды амёб, найденных на рыбе в естественных условиях представлены в таблице №1.

Таблица 1 –

Роды амёб, обнаруженные на дикой рыбе [13].

Роды амёб Виды рыб	<i>Acanth.</i>	<i>Cochl.</i>	<i>Prot- acant.</i>	<i>Naegl.</i>	<i>Hartm.</i>	<i>Vann.</i>	<i>Vexil.</i>	<i>Vahlk.</i>
Линь	+	-	+	-	+	+	-	-
Плотва	+	-	-	+	-	-	+	-
Горчак	-	-	-	+	-	-	+	-
Лещ	-	-	-	-	-	-	+	+
Окунь	+	+	-	+	+	-	-	-

**Acanth.* – *Acanthamoeba*, *Cochl.* – *Cochliopodium*, *Protacant.* – *Protacanthamoeba*, *Naegl.* – *Naegleria*, *Hartm.* – *Hartmannella*, *Vann.* – *Vannella*, *Vexil.* – *Vexillifera*, *Vahlk.* – *Vahlkampfia*.

С одной стороны, во всех этих случаях сожители используют хозяев в качестве среды обитания и источника пищи, не внедряются в метаболические процессы хозяина и не оказывают на них глубокого воздействия, в связи с чем отношения амёб и хозяев обычно носят нейтральный, а не антагонистический характер. Поэтому есть все основания рассматривать эту форму симбиоза как комменсализм.

С другой стороны, амёбы перечисленных видов характеризуются определённой локализацией в теле хозяина, широкой или иногда даже узкой специфичностью по отношению к своим хозяевам [7].

2.2. Факультативные паразиты

Немногочисленные виды факультативных паразитов, принадлежащих к родам *Naegleria*, *Acanthamoeba*, *Vexillifera*, *Thecamoeba*, *Hartmannella*, *Paramoeba*, *Protacanthamoeba*, и также возможно *Neoparamoeba* были обнаружены у рыб [7].

Также, вероятно, к этой группе можно отнести два рода раковинных амёб: *Rhogostoma* и *Cochliopodium*.

Амфизойные амёбы, в отличие от истинных паразитов, плохо приспособлены к паразитизму, поэтому они склонны быть очень

агрессивными внутри хозяина, что в большинстве случаев приводит к их гибели.

Наиболее изученными родами амёбам на рыбах сейчас считаются те, что были обнаружены на атлантическом лососе [25].

На данный момент одними из самых распространённых заболеваний, поражающих лососевых рыб, выращиваемых в искусственных условиях, являются AGD (амёбная болезнь жабр) и NGD (узловатая болезнь жабр).

Амёбная жаберная болезнь (AGD) стала одной из наиболее серьёзных болезней, поражающих лососевых рыб, выращиваемых на садковых фермах. Возбудитель болезни *Neoparamoeba perurans*. Видимо, повышенная температура, снижающая физиологический статус рыб, и солёность связаны с резкими вспышками данного заболевания. По-видимому, эту болезнь можно назвать аналогичной NGD, только в морской воде [25].

До сих пор нет точных данных о возбудителе AGD. Первоначально возбудитель был определён как *Paramoeba pemaquidensis*, эпизоотии в 1985, 1986, 1987 годах у рыб, выращиваемых в Вашингтоне были связаны с амёбой *Paramoeba pemaquidensis* [20], позже возбудитель был переклассифицирован в *Neoparamoeba pemaquidensis*. Однако, еще позже возбудитель был определён, как *Neoparamoeba perurans*, как преобладающая патогенная амёба у лосося в Тасмании [28]. Есть данные о том, что *Neoparamoeba perurans* влияет на лососевых, тюрбо (*Scophthalmus maximus*), аю (*Plecoglossus altivelis*) европейского морского окуня (*Dicentrarchus labrax*), при этом Африка и Антарктика оставались единственными континентами, где AGD не обнаруживался [23]. Однако, в работе Мутона А. были описаны 2 случая заболевания AGD в Африке в 2 разных географических точках. У поражённых рыб отсутствовали внешние симптомы. В данном исследовании была показана корреляция между температурными условиями и возникновением данного заболевания [23].

В исследовании 2007 года, посвященном амёбам рода *Neoparamoeba* у атлантического лосося (*Salmo salar*) были выделены также и другие роды, в

том числе род *Flabellula* [10], который в дальнейшем был определён Дуковой И. на выращиваемом в Испании тюрбо (*Scophthalmus maximus*) [13], о патогенности этого рода пока недостаточно информации.

Дуковой И. в 2010 г. было опубликовано исследование, касающееся амёб, обнаруженных на фермах по разведению радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). В данном исследовании были идентифицированы различные штаммы *Acanthamoeba*, *Hartmannella*, *Naegleria*, *Protacanthamoeba* и *Vannella* из жабр у рыб с явными симптомами NGD (узловатой болезни жабр) [14]. Позднее раковинная амёба *Rhogostoma minus* была идентифицирована, как еще один возможный возбудитель болезни NGD, что говорит о возможной гетерогенной этиологии заболевания, в отличие от AGD, вызываемой только одним видом амёб [17].

Амёбы рода *Acanthamoeba*, являющиеся свободноживущими, при каких-то условиях, которые остались пока невыясненными могут становиться патогенными и вызывать у рыб заболевания, приводящие к их гибели. Например, заражение рыб амёбами *A. polyphaga* приводило к системной инвазии с поражением многих органов (жабр, печени, селезёнки, кишечника и даже мозга) без значительных патологических их изменений. Рыбы при этом не погибали [7].

Также амёбы этого рода были обнаружены Дуковой И. на карпе (*Cyprinus carpio*) в искусственных условиях в Чехии [13].

У аквариумных золотых карасей (*Carassius auratus*), были выделены амёбы и идентифицированы, как *Vannella platypodia* (из почечной ткани). Установлено, что эта амёба не связана с развитием гранулём у этих рыб [7].

18 амёб рода *Vannella* были обнаружены Дуковой И. на жабрах камбалы тюрбо (*Scophthalmus maximus*), выращиваемой в Испании, также эти амёбы были найдены на жабрах атлантического лосося (*Salmo salar*), выращиваемого в Тасмании. Среди декоративных рыб *Vannella sp.* была выделена с жабр (4362V) малой псевдорасборы парва (*Pseudorasbora parva*), с кожи (BOTM) боции клоуна (*Botia macracantha*) [13].

В статье Сопиной В.А упоминалось, что свободноживущая *Vexillifera bacillipedes* оказалась возбудителем сезонной эпизоотии амёбиаза у сеголеток радужной форели, выращиваемой на рыболовной станции в Италии. У заболевших сеголеток наблюдалась гипертрофия почки и селезёнки. Амёбы были обнаружены в узелковых утолщениях печени, брыжейки, мускулатуры и повторно выделены из рыбы, которая была накормлена заражённой накрошенной почечной тканью [7].

Также *Vexillifera bacillipedes* была выделена Дуковой И. в искусственных условиях из жабр (TIL2) нильской тиляпии (*Oreochromis niloticus*), выращиваемой в Чехии, и *Vexillifera tasmanidna* из жабр (RMT) атлантического лосося (*Salmo salar*) из Тасмании.

У декоративных рыб в аквариумах была обнаружена *Vexillifera multispinosa* на жабрах (P124) лепорина (*Leporinus fasciatus*) [13].

Свободноживущая *Thecamoeba hoffmani* может заражать мальков лососевых рыб (*Salmo gairdnerli*, *Oncorhynchus kisutch* и *O.tschawytscha*), поражая их жабры [7].

Также *Thecamoeba hilla* была обнаружена на жабрах (AF12B) тюрбо (*Scophthalmus maximus*), выращиваемого в Испании [13].

Амёбы рода *Hartmannella* были обнаружены Дуковой И. в селезёнке (4480) обыкновенного карпа обыкновенного карпа (*Cyprinus carpio*) из экспериментального объекта в Чехии, на жабрах (GERF1) радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), выращиваемой в Германии, в почке (TN102) нильской тиляпии (*Oreochromis niloticus*), выращиваемой в Чехии [13].

Амёбы рода *Naegleria* были выделены Дуковой И. в искусственных условиях: на жабрах (Pd72Z) радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), выращиваемой в Германии, также *Naegleria* была обнаружена у декоративных рыб, в частности: *Naegleria fultoni* в мозгу (GG1BV) золотой рыбки (*Carassius auratus auratus*), *Naegleria sp.* из мозга (GG4BV) золотой рыбки (*Carassius auratus auratus*), выращиваемых на декоративной ферме в Чехии [13].

Также амёбы рода *Saccamoeba* были идентифицированы Дуковой И. у атлантического лосося (*Salmo salar*) и гурами (*Trichogaster leeri*) [13].

В статье И. Дуковой об амёбах, обнаруженных в органах окуня, есть данные, что амёбы из семейств *Cochliopodidae* и *Thecamoebidae* были зарегистрированы как агенты тяжёлых жаберных поражений на пресноводных фермах у разводимой там форели (*Oncorhynchus mykiss*) [15].

Таблица 2 –

Амёбы, обнаруженные на рыбе в искусственных условиях [13].

Роды амёб	<i>Acan.</i>	<i>Coch.</i>	<i>Prot.</i>	<i>Naeg.</i>	<i>Hart.</i>	<i>Vann.</i>	<i>Vex.</i>	<i>Thec.</i>	<i>Rhog.</i>	<i>Neop.</i>
Виды рыб										
Атл. лосось	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Рад. форель	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Кумжа	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Нил. тиляпия	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Тюрбо	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Обыкн. каarp	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Сеголетки рад. фор.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Мальки лососевых	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

**Acan.* – *Acanthamoeba*, *Coch.* – *Cochliopodium*, *Prot.* – *Protacanthamoeba*, *Naeg.* –

Naegleria, *Hart.* – *Hartmannella*, *Vann.* – *Vannella*, *Vex.* – *Vexillifera*, *Thec.* – *Thecamoeba*,

Rhog. – *Rhogostoma*, *Neop.* – *Neoparamoeba*.

Таблица 3 –

Амёбы, обнаруженные на аквариумных рыбах [13].

Роды амёб Виды рыб	<i>Naegleria</i>	<i>Vannella</i>	<i>Vexillifera</i>	<i>Saccamoeba</i>
Золотая рыбка	+	-	-	-
Золотые караси	-	+	-	-
Лепорин	-	-	+	-
Псевдорасбора парва	-	+	-	-
Боция клоун	-	+	-	-
Нильский слоник	+	-	-	-
Сомик коридорас	+	-	-	-
Жемчужный гурами	-	-	-	+

2.3. облигатные паразиты

Среди амёб наряду с факультативными имеются и облигатные паразиты, относящиеся к родам *Entamoeba* и, возможно, *Paramoeba* [7].

Системные амёбные инфекции, вызванные *Entamoeba* и *Paramoeba*, у рыб известны давно, однако сообщалось, что они вызывают значительные поражения во внутренних органах лишь изредка [7].

Системная инвазия амёбоподобными организмами описывалась у лягушки (*Colisa lalia*) [9].

У культивируемого европейского сома (*Silurus glanis*) системный амёбиаз был установлен Нэшем Г. 1988 г. [22].

Патология, вызванная амёбами, была описана у линя (*Tinca tinca*) [26].

Амёбы, принадлежащие к роду *Entamoeba*, в отличие от свободноживущих амфизойных амёб, характеризуются отсутствием митохондрий, вероятно, связанных с их адаптацией к паразитизму [25].

Entamoeba salpae [25], *E. gadi* [11], *E. molae* [24] были описаны у морских видов рыб.

E. pimelodi, *E. ctenopharyngodoni*, *E. chiangraiensis* были описаны у пресноводных рыб [25].

Таким образом, на основании анализа приведённых работ можно сделать вывод о том, что среди *Lobosea* и *Heterolobosea* к настоящим паразитам можно отнести небольшое число амёб, также некоторые амёбы могут изменить свой образ жизни и стать патогенными для рыб.

Как факультативные, так и облигатные паразиты во многих случаях приводят к гибели своих хозяев. Эта выраженная патогенность паразитических амёб свидетельствует о неустойчивости системы паразито-хозяйинных отношений и об относительной молодости её возникновения у разных систематических групп [7].

3. Материалы и методы

Перед началом работы с амёбами длительное время было затрачено на ознакомление с методикой паразитологического исследования рыб. После освоения методики паразитологического исследования рыб Павловской-Быховской [2] и знакомства с разными видами паразитов рыб, был получен навык находить амёб. На основании работы с амёбами был сделан вывод, что в коматозном состоянии наиболее ярко выраженными симптомами при заболевании, вызванном амёбами, у рыб является отсутствие реакции на попытку отлова, судорожные движения, учащённое дыхание, а также чаще всего рыба плавает на поверхности воды вверх брюшком. Было установлено, что у погибших рыб, находящихся в воде более одного часа, найти амёб практически невозможно ввиду того, что они образуют цисты и покидают хозяина. У рыб, находящихся в «коматозном» состоянии вне воды после их гибели численность амёб уменьшается за счет интенсивного образования цист, амёб обнаружить можно, но в гораздо меньшем количестве, чем у рыб из того же аквариума, но ещё не впавших в состояние комы. Это наблюдение позволило сделать вывод о том, что амёбы обладают чувствительностью к биохимическим изменениям организма хозяина, находящегося в предсмертном состоянии, и реагируют на него интенсивным образованием цист и покиданием хозяина. Погибших амёб, находящихся среди тканей хозяина обнаружить чрезвычайно тяжело. Первоначально, обнаружение амёб представляло трудность ввиду того, что тело амёбы прозрачное, и они имеют мало специфических морфологических признаков. Кроме того, амёб легко спутать с нормальными клетками хозяина, с клетками белой крови, обладающими подвижностью, в частности нейтрофилами и с плазмодиальными стадиями миксоспоридий. Легче всего обнаружить амёб по их подвижности. В связи с этим была применена методика именно для сбора амёб.

Отличие амёб от клеток крови, в частности от нейтрофилов.

Необходимо исследование при большом или иммерсионном увеличении на разных уровнях толщины клетки при помощи медленного вращения микровинта с целью установления формы ядра. У амёб ядро всегда круглое, у нейтрофилов палочкообразное или сегментированное (рис.12).

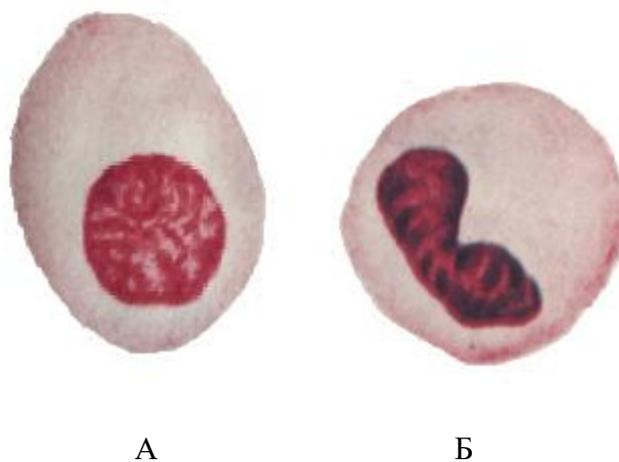


Рис. 12. Нейтрофилы крови линя (*Tinea tinca*) [3].

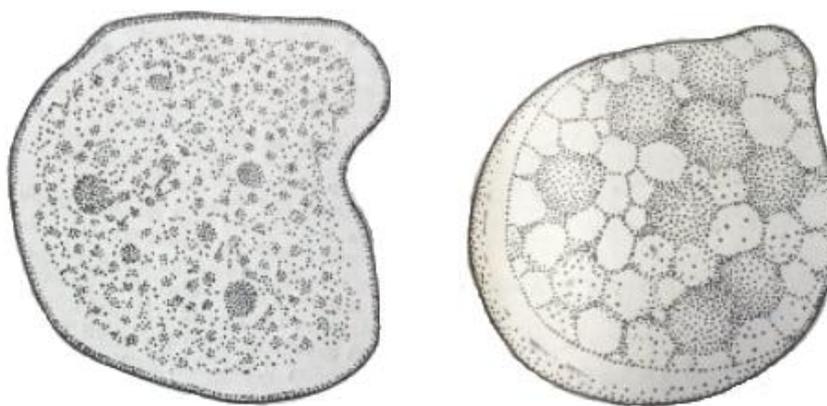
А – миелоцит нейтрофила линя, Б – палочковидный нейтрофил линя

Второй отличительный признак – наличие у амёб пищеварительных вакуолей.

К общим признакам можно отнести: подвижность, способность менять форму, часто одинаковые размеры.

Отличие амёб от плазмодиальной стадии микроспоридий.

У плазмодиальной стадии микроспоридий всегда имеется многоядерность (рис.13), или формирующиеся споры, плазмодии менее подвижны.



А

Б

Рис. 13. Плазмодиальная стадия микроспоридий [5].

А – плазмодий *Myxidium truttae*, Б – плазмодий *Chloromyxum truttae*

Отличие амёб от клеток хозяина: клетки хозяина не обладают подвижностью и всегда однородны, также более многочисленны.

Методика вскрытия рыбы.

Существует общепринятый порядок полного паразитологического вскрытия рыб, составленный Быховской-Павловской И.Е. [2], однако, в данной работе порядок был несколько изменён ввиду того, что задача была исследовать не всех паразитов, обнаруженных на рыбе, а только амёб.

Для исследования рыб на наличие амёб необходимо брать живую или только что погибшую рыбу. Нельзя допускать долгого нахождения мёртвой рыбы в воде ввиду того, что часть амёб очень быстро её покинет, а остальная часть начнёт образовывать цисты.

В самом начале производится внешний осмотр рыбы, но, как правило, внешние изменения отсутствуют. Чаще всего наблюдается повышенное ослизнение у большинства рыб и поражение жабр в случае амёбного заболевания форели.

Для исследования берётся очень незначительное количество слизи с поверхности тела, плавников, жабр и внутренних органов, переднего, среднего и заднего отделов пищеварительного тракта.

С поверхности тела берётся соскоб скальпелем, далее соскоб необходимо поместить на предметное стекло, и взять небольшое количество слизи разбавить водой или физиологическим раствором и прикрыть предметным стеклом.

Для исследования жаберного аппарата, необходимо снять жаберную крышку, вырезать ножницами все жаберные дуги, далее необходимо скальпелем соскоблить с жаберных лепестков слизь и эпителий, каплю соскоба поместить на предметное стекло, также разбавить водой или физиологическим раствором и накрыть покровным стеклом.

Далее исследуется кишечник. Как правило, он рассматривается частями, начиная с заднего конца к переднему, или наоборот. При исследовании кишечника он отрезается в области глотки и анального отверстия с двух сторон. Далее кишечник отделяется от всех органов брюшной полости и укладывается на компрессионное стекло, если он берётся от крупной рыбы, или на предметное, если исследуется мелкая рыба. От кишечника отрезаются небольшие участки, из которых выдавливается всё содержимое, разбавляется водой или физиологическим раствором и просматривается отдельно небольшими порциями. В дальнейшем участки кишечника разрезаются вдоль, и делается соскоб с внутренней части кишечника разбавляются водой или физиологическим раствором, придавливаются предметным стеклом и также медленно просматриваются под большим увеличением микроскопа.

Основная задача при исследовании на наличие амёб получение как можно больше тонкого мазка. Исследование проводится при помощи микроскопа среднем увеличении 10x20 с последующим исследованием при большом (40x10) и иммерсионном увеличении (90-100x10). Важным моментом при обнаружении амёб является установление их движения. На разных видах рыб были обнаружены амёбы разного размера, формы и подвижности. Одним из основных признаков амёб считается обнаружение их подвижности. В связи с этим, если в поле зрения обнаружена клетка или какой-

либо другой объект, похожий на амёбу, необходимо длительно исследовать его в одном поле зрения при помощи большого увеличения в течение 5-10 минут, чтобы убедиться в его подвижности. В ряде случаев только тогда можно обнаружить ядро и другие детали строения.

Материалы, используемые в данной работе:

1. Оптика

- Оптический микроскоп Olympus BX53 (рис.14).



Рис. 14. Olympus BX53.



Рис. 15. Фотография рабочего места.

2. Инструменты для вскрытия:

- Ножницы разных размеров, прямые и изогнутые.
- Скальпели разных размеров.
- Пинцеты разных размеров с тонкими и толстыми, гладкими и зазубренными краями.
- Препаровальные иглы разной толщины.
- Пипетки разного диаметра с резиновыми грушами и с простыми резиновыми колпачками.

3. Стёкла:

- Препаровальные для компрессорного исследования. Размер 6x15-18 см.
- Предметные стёкла для мазков, простые и шлифованные.
- Покровные стёкла для мазков (18x18 и 20x20).

4. Посуда:

- Ванночки, оцинкованные разных размеров.
- Чашки Петри.

За время работы в Санкт-Петербургском океанариуме были исследованы следующие виды рыб:

1. Гуппи (*Poecilia reticulata*) в количестве 18 штук.
2. Дискусы (*Symphysodon discus*) в количестве 11 штук.
3. Стекланные сомы (*Kryptopterus minor*) в количестве 2 штук.
4. Акантофтальмусы (*Acanthophtalmus kuhli*) в количестве 2 штук.
5. Барбусы (*Puntius tetrazona*) в количестве 12 штук.
6. Араваны (*Osteoglossum bicirrhosum*) в количестве 2 штук.
7. Рыбы-слоны (*Gnathonemus petersii*) в количестве 1 штуки.
8. Золотые рыбки (*Carassius auratus auratus*) в количестве 10 штук.
9. Карпы кои (*Cyprinus carpio haematopterus*) в количестве 26 штук.
10. Форель (*Oncorhynchus mykiss*) в количестве 3 штук.
11. Налимы (*Lota lota*) в количестве 3 штук.

- 12.Золотые рыбки породы Шубункин (*Carassius auratus gibelio*) в количестве 9 штук.
- 13.Серебряные караси (*Carassius gibelio*) в количестве 3 штук.

4. Случаи заболевания рыб амёбиозами и их клинические признаки

В данной работе в основном описаны амёбы, встретившиеся на аквариумных рыбах.

В связи с завозом разных видов рыб из азиатского региона участились случаи гибели рыб одного вида в течение 10 дней после привоза. Часто у таких рыб внешние изменения или отсутствуют, или бывают незначительные [8].

Рыбы, поражённые амёбами, вялые, не стремятся спрятаться или уйти с освещённого места, отказываются от корма. Рыбы приобретают более тёмную окраску тела, покрываются слизью больше нормы. У заражённых рыб усиливается интенсивное дыхание, иногда рыбы мечаются. После гибели их тело сильно ослизняется.

Заражение амёбами происходит через рыб-носителей амёб, растения, грунт, живые корма, отловленные из водоемов, где амёбы обитали, предметами ухода за аквариумами. Возникает амёбное заболевание чаще всего при неблагоприятных условиях содержания рыб и наличии стрессов, снижающих физиологический статус гидробионтов. Большинство амёб считается условно патогенными видами.

Ввиду того, что идентифицировать амёб очень сложно из-за недостатка морфологических признаков и возможно только при использовании молекулярно-генетического анализа, в данной работе приведены наблюдения о ходе и особенностях болезней, вызываемых амёбами.

4.1. Амёбные заболевания разных видов рыб, обнаруженные в океанариуме

4.1.1. Дискусы

Наибольшее количество амёбиозов регистрируется на дискусах (*Symphysodon discus*), завозимых из Юго-Восточной Азии. Обычно клинические признаки заболевания начинают появляться на рыбах после 5-10 дня прибытия. Кроме того, заболевание в острой форме проявляется при

контакте дискусов, завезённых из Восточных регионов с рыбами местных разведений. В этом случае заболевание проявляется после 10 дня контакта.

Возникновение симптомов болезни, после завоза, вероятно, возникает ввиду стресса, возникающего при транспортировке рыб. Этот процесс усиливается при больших плотностях рыб в транспортировочных ёмкостях. Наиболее частыми симптомами заболевания является ослабление яркости окраски, повышение ослизнения покровов, усиление частоты дыхательных движений жабр. С поверхности тела начинают отторгаться слизистые тяжи и участки эпителия, появляются язвы неправильной формы. Рыбы отказываются от корма и погибают. У молодых дискусов резко замедляется рост. Если в аквариуме присутствуют харациновые такие как данио и барбусы, они не заболевают. Диагноз ставится на основании нахождения амёб в соскобах с поверхности тела и жабр. В условиях океанариума при исследовании рыб, завозимых из Юго-Восточной Азии, были обнаружены амёбы не только на поверхности тела, но и очень мелкие амёбы в пищеварительном тракте. Был произведён посев амёб с жабр, поверхности тела и пищеварительного тракта на питательные среды и переданы в Зоологический институт РАН. Предварительный результат исследований установил, что у дискусов имеет место паразитирование трёх видов амёб с разных частей тела: в кишечнике, на жабрах и на поверхности тела.

В пищеварительном тракте дискусов обнаружены паразитические амёбы (рис.16) размером 11.0-25.0x10-20 мкм. овальной формы, обладающие очень медленным движением. При паразитировании этого вида амёб у рыб отмечается потеря окраски.

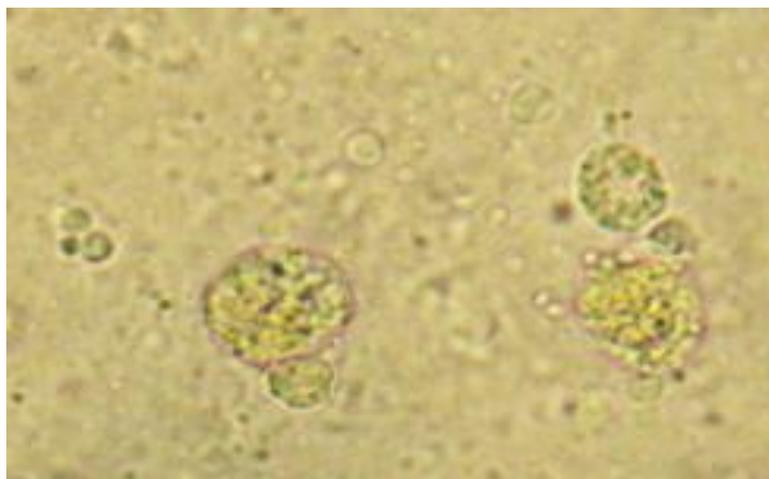


Рис. 16. Амёбы в пищеварительном тракте дискуса. (Иммерсия)

При патологоанатомическом исследовании погибающих рыб отмечается повышенное содержание прозрачной внутриполостной жидкости, сильное увеличение желудка. В желудке – плотный, не переваренный корм. Кишечник здорового дискуса имеет хорошо выраженную складчатость. Кишечник больного дискуса наполнен слизистым содержимым, не содержит пищевых компонентов, складчатость слизистой оболочки слабо выражена или вообще отсутствует. Из паразитов пищеварительного тракта редко можно найти единичных жгутиконосцев или протоопалин. При микроскопии соскобов со слизистой оболочки кишечника в слизи, сильно разбавленной физиологическим раствором, обнаруживаются многочисленные амёбные клетки, иногда с двумя ядрами размером 11,2-22,3 мкм, диаметр ядер 2,6 мкм.

Помимо кишечной амёбы у дискусов встречается другой вид амёб, паразитирующий на жабрах (рис.17). Видимо, этот паразит относится к условно патогенным.

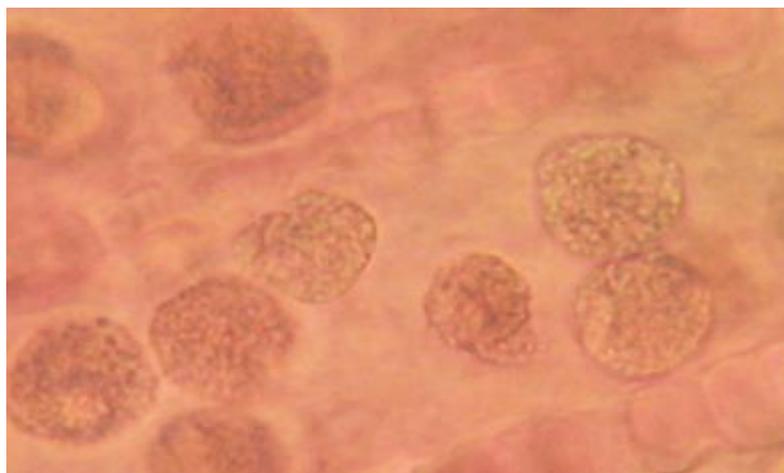


Рис. 17. Амёбы на жабрах дискуса. (Увеличение x400)

При жаберной форме амёбиаза заболевание проявляется при пониженных температурах или их колебании, органическом загрязнении воды, при влиянии факторов, снижающих физиологический статус рыб.

Симптоматикой заболевания также является потеря окраски, жабры бледнеют, жаберные лепестки срстаются, этот процесс часто осложняется аэромонозом или флексибактериозом.

Амёба, обнаруженная на поверхности тела (рис.18), почти всегда встречалась на дискусах с симптомами, известными как «азиатка».

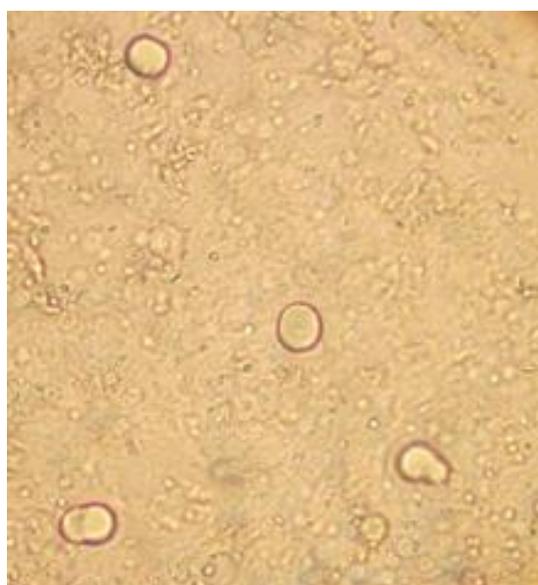


Рис. 18. Амёбы на поверхности тела дискуса. (Увеличение x200)

На поверхности тела появляются обесцвеченные пятна, тело покрывается очагами с повышенным ослизнением, слизь с эпителиальными тканями отходит от поверхности тела.

В условиях океанариума были испробованы профилактические лечебные обработки дискусов препаратом тиберал 25 мг на 10 литров 5-10 часов. В том случае, когда у рыб не происходило отторжения кожи и образования язв, лечение имело положительный результат. Кроме этого, в случаях, когда дискусы принимают корм, с кормом вводился фуразолидон 50 мг с трихополом 100-150 мг на 100 г корма в течение 3 дней. Исследование рыб после применения лечебного корма показывало отсутствие амёб в пищеварительном тракте.

4.1.2. Карпы кои

В аквариуме «Речка» (рис.19) совместно содержались карпы кои (*Cyprinus carpio haematopterus*), радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), золотые рыбки породы Шубункин (*Carassius auratus gibelio*), серебряные караси (*Carassius gibelio*) и налимы (*Lota lota*).

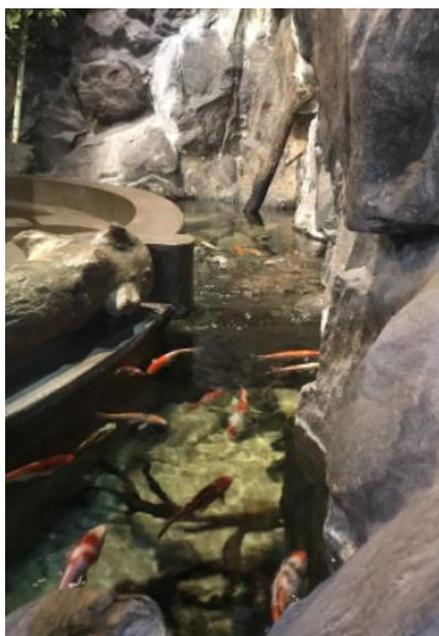


Рис. 19. Аквариум "Речка".

Рыбы содержались при температуре 16 градусов, кормили рыб кормом с высоким содержанием животного белка. В этом аквариуме произошла гибель карпов кои.

Было произведено полное вскрытие одного погибшего карпа кои, также были взяты соскобы с рыб в количестве: 26 карпов кои, 3 форели, 3 налима, 9 Шубункинов. При исследовании соскобов слизи с поверхности тела и жабр

были обнаружены амёбы в количестве 2-3 штуки в поле зрения у форели и серебряных карасей, у карпов было обнаружено более 30 штук амёб в поле зрения, у налимов амёбы отсутствовали. Самое низкое заражение было зафиксировано у радужной форели и серебряного карася.

Амёбы были высеяны на питательную среду и переданы для определения видовой принадлежности при помощи полимеразноцепной реакции в лабораторию протозоологии Зоологического института РАН, где была определена, как *Rhogostoma minus* [4] – возбудитель узелковой болезни радужной форели [17] (рис.20). Однако в условиях океанариума заболевания форели и её гибели не происходило.

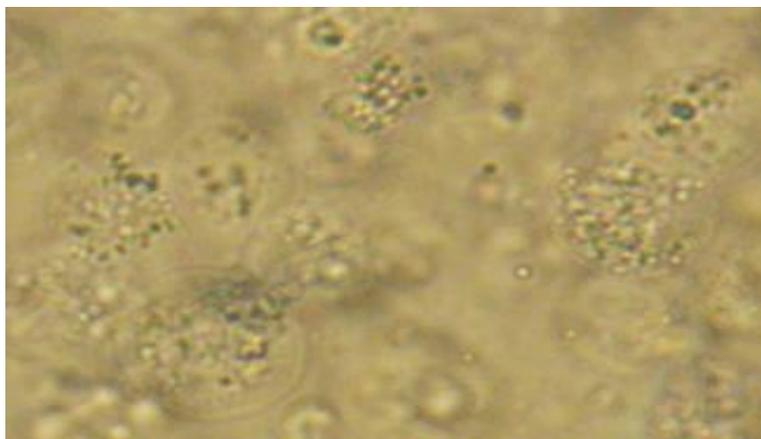


Рис. 20. *Rhogostoma minus*. (Увеличение x400)

Исследование донных осадков показало наличие большого количества амёб, то есть они оказались и сапрофитами.

Гибель произошла только среди карпов кои. Такое положение можно объяснить следующим: для радужной форели оптимальной является температура 14-16 градусов, для карпов 20-24, для Шубункинов 18-20, для серебряных карасей 16-20, для налима 4-14. В этих интервалах оптимальных температур у рыб наблюдается наиболее высокий физиологический статус и устойчивость против неблагоприятных условий.

Таблица 4 –

Заражение амёбами и гибель в аквариуме «Речка».

	Оптимальная температура	Заражение амёбами	Гибель
Карпы кои	20-24°C	Высокое	Да
Радужная форель	14-16°C	Низкое	Нет
Шубункин	18-20°C	Умеренное	Нет
Налим	4-14°C	Отсутствие	Нет
Серебряный карась	16-20°C	Низкое	Нет

Так как оптимальная для карпов кои температура – 20-24 градуса, а в этом аквариуме температура держалась около 16, они оказались самыми ослабленными. Второй причиной ослабленного физиологического статуса карпов послужил высоко белковый корм с большим содержанием животного белка.

Отсутствие амёб у налима, позволяет сделать предположение о наличии у этого вида амёб специфичности.

Этот факт позволяет сделать вывод о том, что чаще всего амёбные заболевания возникают на фоне снижения резистентности организма рыб. Таким образом, большинство амёб являются комменсалами, способными при определённых условиях переходить в патогенные формы.

4.1.3. Гуппи

Неоднократно при завозе кормовых гуппи (*Poecilia reticulata*) на них находились амёбы. В случаях длительного содержания гуппи в аквариумах часто наблюдалась бессимптомная гибель. При исследовании соскобов покровов тела всегда обнаруживалось большое количество амёб.

В общем было обследовано 18 рыб. Амёбы всегда обнаруживались на поверхности тела (рис.21) и на жабрах.



Рис. 21. Амёба на поверхности тела гуппи. (Увеличение x400)

Помимо гуппи, привозимых в океанариум в качестве корма, были обследованы гуппи в любительских аквариумах, которых также приносили в океанариум для диагностики. Гибель гуппи в любительских аквариумах констатировалась в основном при увеличении численности рыб и снижении рН ниже 5, что также говорит о возникновении данного заболевания в первую очередь при повышенной концентрации органических соединений в замкнутой системе и снижении физиологического статуса рыбы.

Было рекомендовано проведение лечебных ванн ФМС 1мл/5л. в течение 15-20 минут. Обычно ванны такого рода вызывали полное уничтожение паразитов.

4.1.4. Другие виды рыб

Помимо карпов кои, дискусов и гуппи, амёбы обнаруживались у многих аквариумных рыб, завезённых из стран Юго-Восточной Азии.

У обследованных стеклянных сомов (*Kryptopterus minor*) в количестве 2 штук, амёбы обнаруживались на поверхности тела и имели продолговатую форму, а также паразитировали в мягких тканях брюшных плавников (рис.22). Паразиты частично были погружены в эпителий.

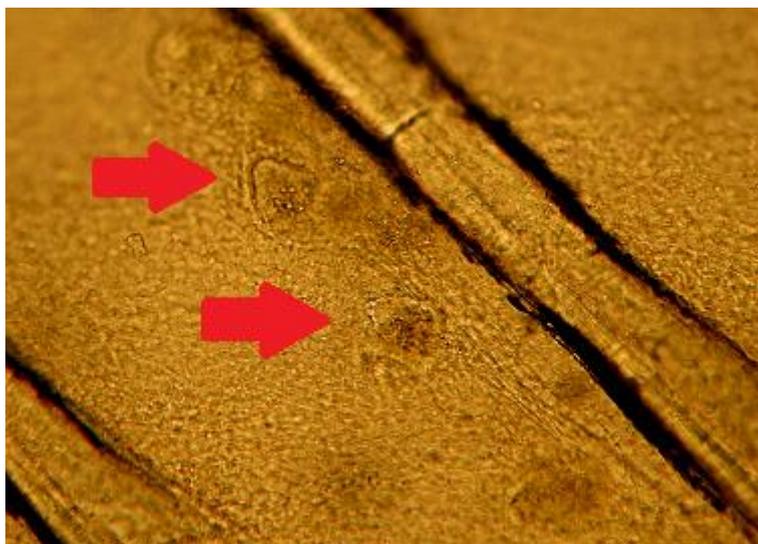


Рис. 22. Амёбы на плавниках стеклянных сомов. (Увеличение x400)

У погибающих акантофтальмусов (*Acanthophtalmus kuhli*) и боций (*Botia macracanthus*) амёбы паразитировали на поверхности тела (рис.23) и жабрах, вызывая очаговое ослизнение, покраснение покровов и учащённое дыхание.



Рис. 23. Амёбы на поверхности тела акантофтальмусов. (Увеличение x400)

Суматранские барбусы (*Puntius tetrazona*) были исследованы в количестве 12 штук, у них амёбы вызывали снижение яркости окраски, повышенное ослизнение покровов тела, учащение дыхания. В некоторых случаях наблюдалось незначительное увеличение брюшной области за счёт асцита. При паразитологическом исследовании барбусов в прозрачной асцидной жидкости наличия амёб не отмечалось.

Амёбы были обнаружены на поверхности тела (рис.24).

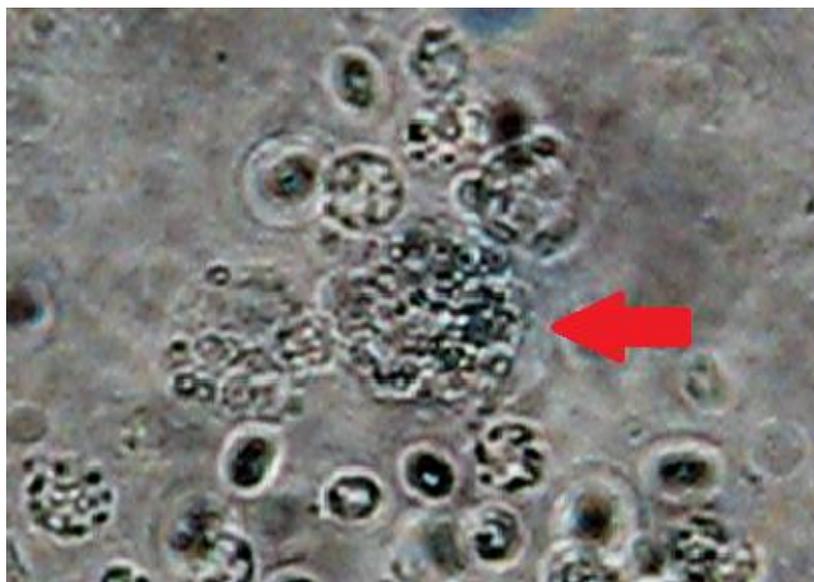


Рис. 24. Амёбы на поверхности тела барбусов. (Увеличение x400)

У 2 погибающих араван (*Osteoglossum bicirrhosum*) амёбы были обнаружены на жабрах (рис.25). Заболевание характеризовалось отказом от корма.

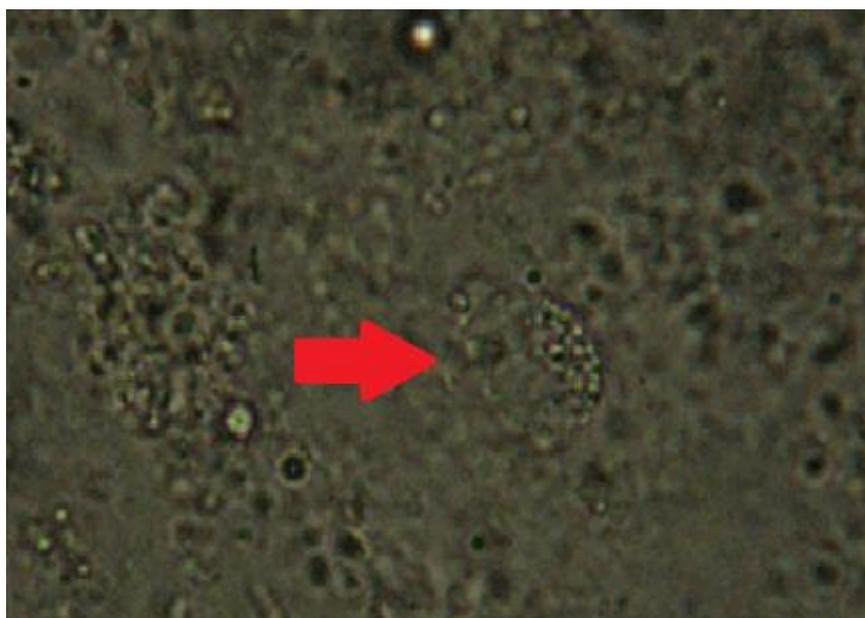


Рис. 25. Амёбы на жабрах араван. (Увеличение x400)

У рыбы слона (*Gnathonemus petersii*) амёбы паразитировали на поверхности тела (рис.26), вызывая очаговое ослизнение и отслоение эпителия.

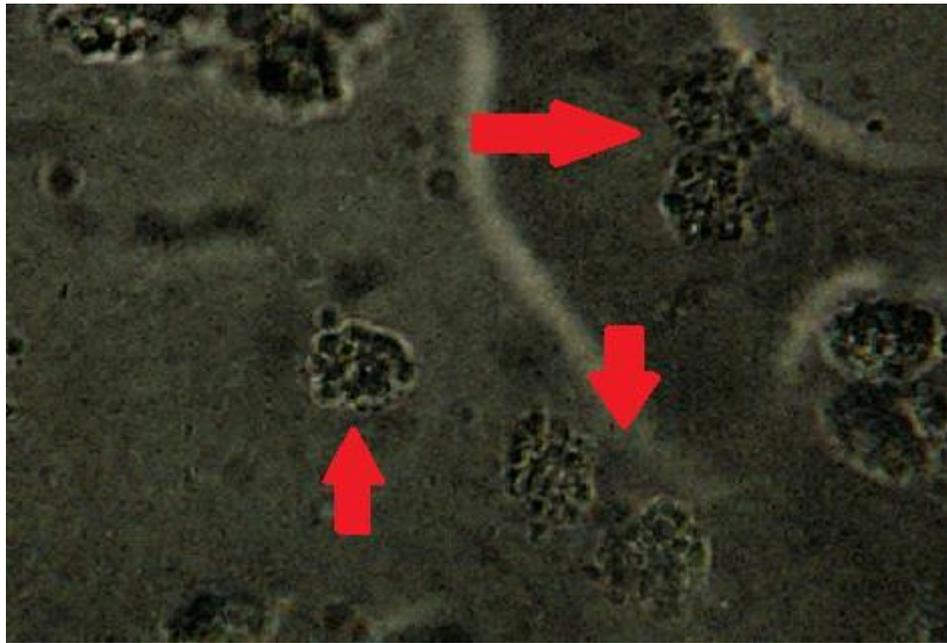


Рис. 26. Амёбы на поверхности тела рыбы-слона. (Увеличение x400)

У бессимптомно погибающих золотых рыб из любительского аквариума, принесённых в океанариум для диагностики, были обнаружены амёбы на поверхности тела в количестве 16-18 экземпляров при увеличении 20x10, в жабрах 10-15 экземпляров и на плавниках 25-30.

Амёбы, обнаруженные на поверхности тела (рис.27) и жабрах имели овальную округлую форму и обладали слабой подвижностью.

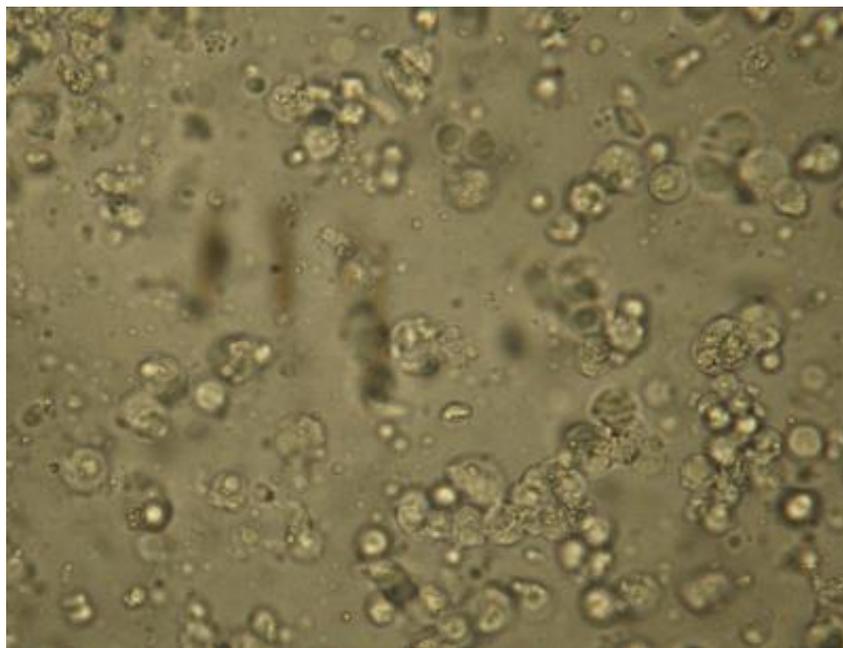


Рис. 27. Амёбы на поверхности тела золотой рыбки. (Увеличение x200)

Амёбы на плавниках были более крупные с постоянно меняющейся формой и подвижностью.

Амёбы в брюшной полости были идентичны амёбам с поверхности тела и жабр.

Помимо золотых рыб в аквариуме содержались и несколько харациновых рыб, тернеций, при исследовании этих рыб амёбы не были обнаружены.

4.1.5. Форель

Также за данный период работы в океанариуме неоднократно поступали сообщения от фермеров, работающих в садковых хозяйствах и УЗВ по поводу бессимптомной гибели товарной форели.

Во всех случаях была обнаружена инвазия жабр и меньшей поверхности тела паразитическими амёбами.

Основными признаками заболевания являлись: повышенное ослизнение, резкое снижение интенсивности питания при хорошем содержании растворённого кислорода в воде (8-9 мг/л), рыба поднималась к поверхности, интенсивность дыхания увеличивалась, у некоторых экземпляров приподнимались жаберные крышки, жабры были отёчные, бледно-окрашенные.

При исследовании таких форелей жаберные лепестки были гипертрофированы, бугристые, переполненные кровью с очагами некроза, а также сильно ослизнены (рис. 28).



Рис.28. Поражённые жабры форели при амёбном заболевании.

При исследовании органов брюшной полости наблюдалось незначительное увеличение головной почки, в паренхиме спинного отдела почки было большое количество гемосидерина и больше никаких признаков не наблюдалось

По результатам исследования были даны рекомендации по профилактике и лечению заболеваний.

Была установлена основная причина возникновения данного заболевания в системах замкнутого водоснабжения – повышенная концентрация органических соединений, также вспышку заболевания сильно спровоцировала высокая плотность посадки.

5. Методы лечения

Почти все случаи заболеваний выявлены у рыб в искусственных условиях, так как в естественных условиях существует баланс паразито-хозяйинных отношений. Амёбы в большинстве случаев обитают на донных отложениях, в искусственных условиях их также можно обнаружить на биологическом фильтре, поэтому для того, чтобы предотвратить вспышку амёбного заболевания, в первую очередь необходимо снизить концентрацию органических соединений. Также можно говорить о том, что в искусственных условиях рыба испытывает больший стресс, чем в естественных условиях, обусловленный, как правило, высокой плотностью посадки и неправильным содержанием, поэтому необходимо искусственно повышать резистентность организма рыб, для этого в условиях океанариума был использован ветеринарный препарат «Чиктоник», содержащий набор незаменимых аминокислот, в дозировке 1 мл на 100г корма. На начальной стадии заболевания необходимо давать рыбам витамин С от 10-20 мг на 100 г корма в течение 3 дней для повышения устойчивости слизистых оболочек. Также рекомендован витамин В9 (фолиевая кислота), повышающий второй уровень защиты иммунной системы, усиливая гемопоэз, в дозировке 0,01-0,03мг на 100 г корма в течение 10 дней.

В тяжёлых случаях амёбного заболевания требуется противоамёбная обработка. В условиях океанариума были использованы 2 препарата в зависимости от локализации амёб. Для уничтожения эктопаразитических амёб применялись ванны ФМС в дозировке 1мл на 5 литров воды в течение 15-20 минут. Для уничтожения эндопаразитических амёб применялся препарат тиберал в дозировке 100мг на 100г корма два раза через сутки.

Ковалёвым В.В. был предложен метод лечения амёбиазов в лёгкой форме аптечной 3% перекисью водорода в дозировке 40 мл на 100 л воды, в тяжёлых случаях фуразолидон (50 мг на 10-15 л) и доксициклин (40 мг на 10-15 л) [29].

Заключение

На основании анализа литературы можно предположить, что носительство амёб разными видами рыб в естественных водоёмах распространено довольно широко и носит форму комменсализма. Также можно говорить о том, что амёбы являются неотъемлемой частью водного биоценоза и их источниками питания являются среды, где обнаруживается большое количество бактерий. Такими средами и являются кожа и жабры рыб, видимо, поэтому у диких рыб очень широко распространено носительство амёб, однако глубокого воздействия они на рыбу не оказывают.

Заболевания, вызываемые амёбами, чаще всего встречаются в искусственных условиях: садковых, бассейновых и аквариумных хозяйствах. Это связано с тем, что в замкнутой системе, как правило, обнаруживается повышенный уровень органических соединений, вследствие чего повышается количество бактерий, которыми и питаются амёбы, и высокая плотность посадки, что способствует, во-первых, снижению физиологического статуса рыбы, а, во-вторых, быстрой передаче болезни от одной рыбы к другой. Амёбы в силу своих биологических особенностей в большинстве случаев обитают в разного рода грунтах, илах, а также на биологических фильтрах в установках замкнутого цикла. И, как правило, при возникновении стресс-факторов и ухудшении условий содержания, снижающих физиологический статус рыбы и создающих благоприятные условия для обитания амёб, носительство очень быстро переходит в форму паразитизма.

После ознакомления с литературными данными, а также на основании исследований, было сделано заключение, что главными признаками амёб является подвижность паразитов, возможность изменения формы тела и перетекания протоплазмы в образующиеся выпячивания (псевдоподии или субпсевдоподии), наличие круглых ядер и пищеварительных вакуолей.

В ходе исследований было установлено, что видовая принадлежность амёб может быть идентифицирована только с помощью полимеразно-цепной

реакции (ПЦР), ввиду отсутствия достаточного количества морфологических признаков у амёб и их большой изменчивости. Также был сделан вывод, что для обнаружения паразитических амёб необходимо исследовать материал, только взятый с живых или погибающих рыб, ввиду того, что при наступлении неблагоприятных условий для амёбы (коматозное состояние рыбы или её смерть), она способна очень быстро покинуть хозяина или же инцистироваться.

В ходе настоящей работы было исследовано распространение амёб в условиях замкнутого цикла водоснабжения, а именно в аквариумах Санкт-Петербургского океанариума, а также на рыбах, разводимых на садковых фермах и в УЗВ, привезённых на диагностику в океанариум. Был сделан вывод, что в искусственных условиях распространение амёб распространено намного шире, чем в естественных условиях. На основании проделанной работы можно предполагать, что амёбному заболеванию теоретически могут быть подвержены все виды рыб в условиях замкнутого цикла водоснабжения. Заболевание тропических рыб и форели почти всегда было вызвано эктопаразитическими амёбами, находящимися либо на поверхности тела, либо на жабрах. Также была произведена оценка методов лечения и профилактики, наиболее эффективным для предотвращения возникновения амёбного заболевания является отсутствие большого количества органических соединений и высокий физиологический статус рыбы, при заболевании наиболее эффективными оказались ванны ФМС для эктопаразитических амёб и тиберал для эндопаразитических амёб.

Исходя из задач были сделаны выводы:

1. Большинство амёб, обнаруженных на рыбах, относятся к голым лобозным амёбам. К главным особенностям амёб можно отнести: наличие ядра (иногда нескольких), пищеварительных вакуолей и, как правило, одной сократительной вакуоли, наличие псевдо или субпсевдоподий, образование цист, размножение простым делением клетки.

2. В литературе амёб условно разделяют на три группы: комменсалы, факультативные паразиты, облигатные паразиты, однако при снижении физиологического статуса рыбы, форма носительства очень быстро может перейти в паразитизм. На данный момент наибольший ущерб выращиваемой рыбе наносят два заболевания – AGD (амёбная жаберная болезнь) и NGD (узловатая жаберная болезнь).
3. Для обнаружения амёб необходимо исследовать живую или только что погибшую рыбу, мазки следует брать очень тонкие и разбавленные водой или физиологическим раствором, необходимо долго наблюдать за клеткой (5-10 минут) ввиду того, что амёбы очень медленно двигаются.
4. В условиях океанариума было обследовано 13 видов рыб, а также форель, привезённая с садковых ферм и УЗВ. Был сделан вывод, что носительство амёб очень широко распространено в искусственных условиях, а при снижении физиологического статуса рыбы и повышении органических соединений носительство переходит в форму паразитизма. При амёбном заболевании, как правило, отсутствовали какие-либо клинические признаки, помимо повышенного ослизнения у большинства рыб и поражения жабр в случае форели.
5. Для предотвращения возникновения амёбного заболевания в первую очередь необходимо снизить уровень органических соединений и повысить физиологический статус рыбы, в тяжёлых случаях применяются противоамёбные обработки.

Список использованной литературы

1. Алимов А.Ф. Протисты. Руководство по зоологии. Наука. – СПб. – 2000. – Ч.1. – С. 679.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. В серии «Методы паразитологических исследований». Изд-во «Наука», Ленингр. отд. – 1969. – вып. 1. – С. 107.
3. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. Легкая и пищевая пром-сть. – 1982. – С. 184.
4. Кудрявцев А.А., Юнчис О.Н, Волкова Е.Н. Амёбное заболевание карпов кои (*Cyprinus carpio haematopterus*), вызванное амёбой *Rhogostoma minus* // Вестник Сыктывкарского университета. – 2019. – Серия 2. Выпуск 9. – С. 45-52.
5. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. – Л.: Наука, т. 1, Паразитические простейшие. Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР. – 1984. – вып. 140. – С. 428.
6. Пакшина Н.С. «Животные паразиты – возбудители инвазий человека и животных». Учебное пособие по паразитологии для студентов медицинских техникумов и колледжей. - Санкт-Петербург. – 2004. – С. 49.
7. Сопина В.А. Паразитические амёбы и амёбофлагелляты классов *Lobosea* и *Heterolobosea* // Паразитология. – 1998. – 32, 4. – С. 332-346.
8. Юнчис О.Н. Некоторые малоизвестные заболевания аквариумных рыб. Проблемы аквакультуры. Вып.2. Мат. Междунар.науч.-практ.конф. по аквариологии. // Межвед.сб.науч. и науч.-метод.тр. – М.: Московский зоопарк, ЗАО «Аква Лого». – 2007. – С. 76-82.
9. Anderson I., Prior H., Rodwell B., Harris G. Iridovirus-like virions in imported dwarf gourami (*Colisa lalia*) with systemic amoebiasis // Australian Veterinary Journal. – Feb.1993. – PP. 66-67.

10. Bermingham M.L., Mulcahy M.F. *Neoparamoeba* sp. and other protozoans on the gills of Atlantic salmon *Salmo salar* smolts in seawater // Diseases of Aquatic Organisms. Vol. 76. – 2007. – PP. 231-240.
11. Bullock W. *Entamoeba gadi* sp. n. from the rectum of the pollock, *Pollachius virens* (L., 1758), with some observations on its cytochemistry // The Journal of Parasitology. Vol. 52. – Aug. 1966. – PP. 679-684.
12. Dykova I. Identity of *Naegleria* strains isolated from organs of freshwater fishes // Diseases of Aquatic Organisms. Vol. 46. – 2001. – PP. 115-121.
13. Dykova I., Kostka M. Illustrated Guide to Culture Collection of Free-Living Amoebae. Academia; Praha, Czech Republic. – 2013. – PP. 363.
14. Dykova I., Kostka M., Wortberg F., Nardy E., Peckova H. New data on aetiology of nodular gill disease in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // Folia Parasitologica. – 2010. – PP. 157-163.
15. Dykova I., Lom J. Advances in the knowledge of amphizoic amoebae infecting fish // Folia Parasitologica – 2004. – PP. 81-97.
16. Dykova I., Lom J., Machackova B. *Cochliopodium minus*, a scale-bearing amoeba isolated from organs of perch *Perca fluviatilis* // Diseases of Aquatic Organisms. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic. – Vol 34. – 1998. – PP. 205-210.
17. Dykova I., Tysl T., Fish J. Testate amoeba *Rhogostoma minus* (Belar, 1921), associated with nodular gill disease of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // Journal of Fish Diseases. – 39(5). – May. 2016. – PP. 539-46.
18. Dykova I., Veverkova-Fialova M., Fiala I., Dvorakova H. *Protacanthamoeba bohémica* sp. n., Isolated from the Liver of Tench, *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) // Acta Protozool. – 44(4). – 2005. – PP. 369 – 376.
19. Guz L., Szczepaniak K. Intestinal amoebiasis in Heckel discus *Symphysodon discus*. A case report // Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. – 29(1). – 2009. – PP. 28–33.
20. Kent M., Sawyer T., Hedrick R. *Paramoeba pemaquidensis* (Sarcomastigophora: Paramoebidae) infestation of the gills of

- coho salmon *Oncorhynchus kisutch* reared in sea water // Diseases of Aquatic Organisms. – Vol.5. –1988. – PP. 163–169.
21. Kotpal R.L. Zoology Phylum-1. Protozoa. – 2002-2003. – PP. 377.
22. Nash G., Nash M., Schlotfeldt H.-J. Systemic amoebiasis in cultured European catfish, *Silurus glanis* L // J. Fish Dis. – Vol.11. –1988. – PP. 57–71.
23. Mouton A., Crosbie P., Cadoret K., Nowak B. First record of amoebic gill disease caused by *Neoparamoeba perurans* in South Africa // Journal of Fish Diseases. – 37(4). – Apr. 2013. – PP. 407-409.
24. Noble E., Noble G. Amebic parasites of fishes // J Protozool. – 13(3). – Aug. 1966. – PP. 478-80.
25. Padros F., Constenla M. Diseases Caused by Amoebae in Fish: an Overview // J. Animals (Basel). – v.11(4). – 2021. – P. 17.
26. Palíkova M., Navratil S., Dykova I., Pavlik I., Slany M., Tichy F., Novotny L., Zendulkova D., Laichmanova M., Mares J. Archamoeba infection manifested by in European tench, *Tinca tinca* (L.) // Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. – 32(5). – 2012. – PP. 174–180.
27. Taylor P.W. Isolation and experimental infection of free living amebae in freshwater fishes // J. Parasitol – Vol.63. – 1977. – PP. 232–237.
28. Young N., Crosbie P., Adams M., Nowak B., Morrison R. *Neoparamoeba perurans* n sp an agent of amoebic gill disease of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // International Journal for Parasitology. – 37(13). – 2007. – PP. 1469-1481.
29. Ковалёв В.В. «АквариумОк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aquariumok.ru/> (дата обращения: 01.06.2022).
30. Моисеева Е. В. Пресноводный амёбиаз радужной форели – новый вызов форелеводству [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fishnet.ru/news/aquaculture_news/presnovodnyy-amebiaz-raduzhnoy-foreli-novyy-vyzov-forelevodstvu-foto-/? (дата обращения: 23.06.2022).

Терминологический словарь

Амфизойные амёбы – амёбы, способные существовать как свободноживущие, так и как паразитические организмы.

Ареал – область распространения – пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности.

Асцит – скопление свободного трансудата (жидкости) в брюшной полости.

Аэробы – организмы, способные жить только в кислородной среде.

Аэромоноз – инфекционное заболевание рыб, вызываемое аэромонадами (бактериями рода *Aeromonas*).

Бентос – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте морских и континентальных водоёмов.

Бинарное деление – деление, при котором образуются две равноценные дочерние клетки.

Биоценоз – совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определённую территорию (акваторию).

Веретено деления – динамичная структура, образующаяся в митозе и мейозе для обеспечения сегрегации (отделения) хромосом и деления клетки.

Водородный показатель (рН) – величина, характеризующая концентрацию ионов водорода в растворе.

Второй уровень защиты иммунной системы – процессы, активизирующиеся только при внедрении патогена.

Гемопоз – процесс образования, развития и созревания клеток крови.

Гемосидерин – тёмно-жёлтый пигмент, состоящий из оксида железа, образуется при распаде гемоглобина.

Гетерогенное заболевание – заболевание с несколькими этиологиями.

Гидробионты – морские и пресноводные организмы, постоянно обитающие в водной среде.

Гипертоничные растворы – растворы с осмотическим давлением, имеющим более высокое осмотическое давление, чем окружающая среда.

Гипертрофия – увеличение объёма ткани или органа.

Гранулёма – скопление макрофагов, которое образуется в ответ на хроническое воспаление.

Детрит – это продукты распада или остатки разложившихся организмов.

Диффузия – процесс взаимного проникновения различных веществ, обусловленный тепловым движением молекул.

Дочерняя клетка – клетка, образующаяся в результате деления единичной материнской клетки.

Жаберные дуги – ряд костных «петель», присутствующих у рыб и поддерживающих жабры.

Жаберные лепестки – многочисленные тончайшие кожные складки в виде лепестков, расположенные на жаберных дугах.

Жгутиконосцы – простейшие, передвигающиеся с помощью жгутиков, могут быть паразитами рыб.

Идиосомы – эндогенные минеральные частицы, представленные пластинками правильной формы.

Изотоничные растворы – растворы с осмотическим давлением, равным осмотическому давлению жидкостей организма.

Инвазия – проникновение паразита (из царства Животных) в тело хозяина.

Инфекция – заражение живого организма инфекционным агентом, процесс его размножения или развития в организме, а также реакция организма на присутствие в тканях инфекционного агента и на выделяемые им токсины.

Комменсализм – это тип отношений, между двумя живыми организмами, в которых один организм получает выгоду от другого, не навредив ему, но и не принося пользы.

Копрофилы – организмы, чья среда обитания связана с экскрементами различных видов животных.

Корреляция – статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин.

Митоз – непрямоe деление, основной способ деления эукариотических клеток.

Митохондрия – органоиды, обеспечивающие организм энергией (синтез АТФ) и осуществляющие функцию внутриклеточного дыхания (кислородное расщепление органических веществ).

Морфология – учение о внешнем строении, структуре объектов живой природы.

Морфотип – совокупность признаков, описывающих динамически стабильную организацию локомоторной формы амёбы.

Некроз – омертвление отдельных клеток или их групп, участков тканей и органов, наступающее при жизни организма.

Облигатный паразит – это паразитический организм, который не может завершить свой жизненный цикл без использования подходящего хозяина.

Ортомитоз – форма митоза, для которого характерно наличие типичного двуполюсного веретена.

Осморегуляция – совокупность процессов, происходящих в организме, направленных на поддержание постоянного осмотического давления.

Паренхима – ткань внутренней среды многоклеточных организмов, состоящая из приблизительно одинаковых неполяризованных клеток.

Патология – наука, изучающая закономерности возникновения и развития болезней, отдельных патологических процессов и состояний.

Пиноцитоз – процесс активного поглощения клеткой жидкостей или коллоидных растворов с участием вакуоли.

Пищеварительная вакуоль – вакуоль, образующаяся в процессе фагоцитоза, внутри которой происходит пищеварение.

Плазматическая мембрана – мембрана, отделяющая содержимое клетки от внешней среды, обеспечивая её целостность.

Планктон – совокупность организмов, обитающих в воде и неспособных двигаться против течения.

Полиподиальные амёбы – амёбы, имеющие несколько псевдоподий.

Полифаги – животные, использующие различную животную и растительную пищу.

Протоопалины – род, относящийся к классу эукариотических одноклеточных организмов *Opalina*, имеющих крупные клетки и множество жгутиков.

Протоплазма – содержимое живой клетки, включая её ядро и цитоплазму.

ПЦР-тест (полимеразно цепная реакция) – метод молекулярной биологии, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определённых фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) в биологическом материале.

Резистентность – устойчивость организма к воздействию различных факторов.

Сапрофиты – микроорганизмы, питающиеся отмершими органическими веществами.

Симбиотические отношения – форма тесных взаимоотношений между организмами разных видов, при которой хотя бы один из них получает пользу.

Сократительная вакуоль – мембранный органокд, осуществляющий выброс излишков жидкости из цитоплазмы.

Трофозоит – вегетативная форма, активно питающаяся и перемещающаяся в пространстве.

УЗВ – установка замкнутого водоснабжения.

Условно патогенные возбудители - это естественные обитатели различных биотопов, вызывающие заболевания при резком снижении общего или местного иммунитета.

Уроид - задняя часть клетки двигающейся амёбы.

Фагоцитоз – процесс активного поглощения и переваривания клетками организма попавших в него инородных частиц.

Факультативные паразиты – это виды, которые на одной и той же стадии развития могут вести и свободный, и паразитический образ жизни в зависимости от условий.

Физиологический раствор – это 0,9-процентный раствор NaCl.

Флексибактериоз – инфекционное заболевание рыб, вызываемое бактерией *Flexibacter columnaris*.

Хромосома – это структура клеточного ядра, которая содержит гены и несет наследственную информацию о признаках и свойствах организма.

Циста – временная форма существования простейших, характеризующаяся наличием защитной оболочки.

Цитоплазма – внутренняя среда живой клетки, кроме ядра, ограниченная плазматической мембраной.

Цитостом – участок клетки у некоторых простейших, где происходит заглатывание пищи с образованием пищеварительной вакуоли.

Штамм – культура одного вида, выделенная из какого-либо источника.

Эвтрофикация – насыщение водоёмов биогенными элементами (фосфор и азот), сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов и увеличением донных отложений.

Экотоп – совокупность абиотических условий неорганической среды данного участка, представляющего собой местообитание конкретного сообщества.

Экскреция – это процесс, при котором метаболические отходы выводятся из организма.

Эктоплазма – наружный слой клеточной цитоплазмы.

Эндоплазма – внутренний слой цитоплазмы.

Эндосмос – осмос, направленный внутрь ограниченного объёма жидкости.

Эндоцитоз – процесс захвата внешнего материала клеткой.

Эпизоотия – широкое распространение инфекционной или инвазионной болезни среди одного или нескольких видов животных.

Эпителий – пласт клеток, выстилающий поверхность (эпидермис) и полости тела, а также слизистые оболочки внутренних органов.

Этиология – учение о причинах болезни.