

Министерство образования и науки Республики Марий Эл  
ГБОУ РМЭ «Политехнический лицей-интернат»

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«Влияние жёсткости воды на жизнедеятельность  
аквариумных рыб и улиток»**

*Автор работы:*

Якушкина Д.Д., ученица 11 в класса  
ГБОУ РМЭ «Политехнический  
лицей-интернат»

*Научный руководитель:*

Алябышева Светлана Николаевна,  
учитель биологии высшей категории  
ГБОУ РМЭ «Политехнический  
лицей-интернат»

Йошкар-Ола

2021

# Содержание

	Стр.
Введение	3
1. Обзор литературы	5
1.1. Аквариумные рыбки. Гуппи	5
1.2. Аквариумные улитки. Ампулярии	6
1.3. Влияние жёсткости воды на аквариумных рыб и улиток	7
2. Методы исследования	9
2.1. Метод увеличения жёсткости воды	9
2.2. Методика расчёта жёсткости воды в обычной воде и в воде с содой	10
3. Результаты и их обсуждение	13
3.1. Влияние жёсткости воды на гуппи	13
3.2. Влияние жёсткости воды на ампулярий	14
Выводы	15
Список использованных источников и литературы	16

## Введение

Вода — основа жизни для всех видов живых существ, однако для рыб и других животных она же является и средой обитания.

Практически в каждом регионе планеты существует уникальная водная система, будь то акватория реки Амазонки или небольшое озеро в сибирской тайге, для которой характерны определённые виды рыб, приспособленные жить в данной экосистеме. Поэтому, если рыбу из одного ареала обитания поместить в другой, то через несколько дней или даже часов она может погибнуть. Однако это связано не только с новыми природно-климатическими условиями. Главная причина — другие параметры воды.

Химическая формула воды —  $H_2O$ , но в природе она в таком виде не встречается. В воде всегда присутствуют различные растворенные вещества и для каждого региона набор этих веществ различен, что сказывается на параметрах воды. Поскольку аквариумные рыбы выходцы из самых разных уголков планеты возникает необходимость обеспечить им подходящие условия, и в первую очередь это касается воды.

**Основными параметрами и показателями качества аквариумной воды являются:**

- Жесткость аквариумной воды (hD);
- Водородный показатель воды «Кислотность аквариумной воды» (pH);
- Окислительно-восстановительный потенциал (rH);

Жёсткость воды является одним из важнейших параметров пресной воды, от которого зависит возможность содержания и разведения в ней рыб. Следует отметить, что её значения для аквариумных рыб, улиток и растений могут значительно отличаться от значений в природных водоёмах. Любая пресная или солёная вода из естественных водоёмов содержит большее или меньшее количество ионов кальция. Это один из самых

необходимых элементов: у водных ракообразных и моллюсков он обеспечивает твёрдость панциря или раковины, у рыб - костной системы. Ионы кальция играют также важную роль в регуляции осмотического давления и многих других процессов в организме. Так, у некоторых рыб содержание кальция в крови зависит от степени зрелости половых желёз. Но для таких рыбок, как гуппи, меченосцы, пецилия наиболее благоприятна более мягкая вода, в ней они чувствуют себя комфортно и наиболее ярко окрашены.

**Целью** настоящей работы было определение жесткости воды, наиболее благоприятной как для улиток, так и для рыб.

Исходя из этого, были поставлены следующие **задачи**:

1. Определить жесткость водопроводной воды.
2. Определить жесткость воды при добавлении в нее кальцинированной соды.
3. Провести наблюдение за улитками и мальками рыб в воде с добавлением разного количества кальцинированной соды.

# 1. Обзор литературы

## 1.1. Аквариумные рыбки. Гуппи

Одним из первых ученых, который описал гуппи, стал известный немецкий зоолог Вильгельм Карл Хартвиг Петерс в 1859 году. Он дал рыбке название *Poecilia reticulata*, которое просуществовало до 1861 года, когда уже итальянский исследователь Ф. де Филиппи изучил полученные заспиртованные материалы и выделил отдельный род *Lebistes*, а рыбка получила название *Lebistes poeciloides*.

Свое второе название «гуппи» (в оригинале «гаппи») рыбка получила в честь английского ученого и священника Роберта Гаппи (R. Guppy), который привез ее в Англию с острова Тринидад в 1866 году.

Характерной особенностью гуппи является яйцеживорождение. В отличие от большинства других рыб, оплодотворение икры и ее развитие происходит не во внешней среде, а в теле самки. В результате на свет появляется уже сформированный малёк. Это повышает шансы малька на выживание.

Первыми рыбками, побывавшими в космосе, тоже стали гуппи. Они не только успешно адаптировались к жизни в невесомости на борту орбитальной станции «Салют-5», но и сумели дать потомство. Ученые генетики используют их для изучения передачи наследственных признаков.

Также рыбки гуппи оказали мировому сообществу огромную услугу. Дело в том, что эти рыбки с удовольствием поедают личинок малярийных комаров, и для борьбы с этими паразитами гуппи были заселены в водоёмы многих стран.

Гуппи – одни из самых выносливых рыб, которая способна жить в широком диапазоне параметров воды и выживать, порой, в крайне экстремальных условиях. На гуппи испытывают степень очистки сточных вод, действие бытовых химических веществ и тяжелых металлов. Эта рыбка,

подобно мушке дрозофиле, верно служит генетикам: опыты по скрещиванию разных вариаций гуппи помогли изучать законы наследственности.

## 1.2. Аквариумные улитки. Ампулярии

Ампулярия — вид брюхоногих моллюсков. Улитка имеет завитую раковину светло-коричневого цвета с более темными полосками, хотя расцветка может иметь различные варианты, от очень светлой до совсем темной. У этого моллюска есть небольшая роговая крышечка, расположенная на задней части ноги, эта крышечка есть не что иное, как своеобразная «дверь» для Ампулярия, с помощью которой она закрывает устье своей раковины, когда в неё прячется.

Ампулярия способна усваивать кислород не только из воды, но и из атмосферного воздуха. Дыхательный аппарат состоит из двух половин. Правая подобна жабрам рыб, а левая лёгким наземных обитателей. У улитки есть специальная трубка-сифон, в которую она закачивает воздух, поднимаясь к поверхности воды. Поэтому брюхоногое может выбираться на сушу и даже откладывать там икру, спасая её от поедания водными хищниками.

Вообще эти моллюски очень неприхотливы. Состав воды для них не очень существенен, но она не должна быть слишком мягкой. В мягкой воде у взрослых ампулярий разрушается раковина. На поверхности раковины образуются углубления, напоминающие язвочки.



Рис.1 – Гуппи в аквариуме



Рис.2 – Ампулярии

### 1.3. Влияние жёсткости воды на аквариумных рыб и улиток

подавляющее большинство всех аквариумов, за некоторыми исключениями, наполняются водопроводной водой, получаемой из грунта или из наземных потоков, вода в которые поступает из грунта. Грунтовая вода - представляет собой выпавшие когда-то на землю осадки, которые просочились в толщи земли. Её жёсткость обусловлена тем, что осадочная вода, содержащая  $\text{CO}_2$  (результат контакта с атмосферой), на своём пути через различные слои почвы, растворяет содержащиеся там минеральные соли. В зависимости от того, через какие слои почвы протекает вода, пока она не наткнётся на своём пути на водонепроницаемый слой, и сколько времени она там будет находиться, вода будет обладать различной степенью жёсткости.

Жесткость может быть разной степени интенсивности: 0-4 мг-экв/л – очень мягкая, 5-8 мг-экв/л – мягкая, 9-16 мг-экв/л – средней жесткости, 17-32 – жесткая, 33 мг-экв/л и более – очень жесткая. Водопроводная вода, как правило, имеет жесткость не более 20.

Жесткость воды в аквариуме должна быть в определенных пределах, обычно этот диапазон составляет 3-15 мг-экв/л.



Рис.3 – Раковина ампулярии при недостатке кальция в воде

Способы повышения жёсткости:

1. Путём кипячения. Воду кипятят, как описано выше, но используют нижний слой.
2. Путём смешивания с более жёсткой водой.
3. Добавлением небольших кусочков известняка, мела, мраморной крошки, ракушек, цветного стекла.
4. Путём добавления в воду хлорида магния и кальция, соды.
5. Добавлением в аквариум раковин рапанов, коралловой крошки (необходимо длительно вываривать).

Для содержания гуппи подходит вода с жесткостью 10-20°dGH и кислотностью 7-8.5. Однако параметры воды не являются аксиомой. Если изменения не были слишком резкие, то гуппи без проблем адаптируются практически к любым условиям за короткое время. Для поддержания хорошего самочувствия необходимы еженедельные подмены воды в аквариуме (25-30%).

Жёсткость воды, необходимая для ампулярий: , dH 8-18, pH 6.5-7.8

## 2. Методы исследования

Для проведения исследований мы с родителями приобрели аквариум, рыбок-гуппи и ампулярий (улитки).

Опыт проводили на мальках, для этого часть подросших мальков мы оставили в аквариуме, другую часть переселили в банку, где была аквариумная вода с добавлением пищевой соды.

Во втором эксперименте в такие же условия мы поместили улиток с потрескавшимся панцирем.



Рис.4 – слева вода с содой, справа вода из аквариума

### 2.1. Метод увеличения жёсткости воды

Для увеличения жёсткости воды мы решили взять метод с содой. Так как мальки будут жить в банке, то объём воды составляет 2,5 литра. Следовательно, на 2,5 литра воды должно быть 15 г. соды. С помощью весов мы в точности взвесили соду и добавили в воду.

## 2.2. Расчёт жёсткости воды

Определение карбонатной жесткости воды проводится путем её титрования соляной кислотой. Титрование - это добавление в исследуемую пробу раствора реагента, концентрация которого заранее известна. По расходу этого реагента - он взаимодействует с тем веществом, содержание которого хотят определить, рассчитывают концентрацию определяемого вещества. В данном тесте принято пользоваться 0.1М раствором соляной кислоты (о том, что означает сокращение "М" можно прочитать здесь). Кроме этого, понадобится индикатор метиловый оранжевый, который необходим для того, чтобы установить момент окончания титрования по резкому изменению цвета пробы. Для приготовления раствора индикатора небольшое его количество, 0.1 г растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Точность здесь не требуется, можно все сделать на глазок.

Проведение лабораторного теста на карбонатную жесткость:

Точно отмеряют 50 мл исследуемой воды. Добавляют несколько капель раствора метилового оранжевого (рис.5).

Далее проводят титрование пробы кислотой до изменения цвета индикатора (рис.6)

При титровании в растворе произойдут следующие реакции:



Сначала порции кислоты могут быть относительно большими, но к концу титрования надо быть аккуратным и осторожным, цвет может поменяться буквально от одной капли. Способность тестируемой воды реагировать с ионами водорода по мере добавления кислоты будет постепенно уменьшаться и, наконец, окажется почти совсем исчерпанной - кончатся гидрокарбонатные ионы и последняя капля кислоты резко сместит рН в сторону кислых значений, так как связывать возникающие при ее диссоциации в воде ионы водорода уже будет "некому". Индикатор при этом значении рН изменит цвет раствора с оранжевого на нежно-розовый

(рис.7). Тут титрование надо будет прекратить. Титровать надо не торопясь, аккуратно перебалтывая воду в стаканчике. Лучше проделать эту процедуру несколько раз, точно засекая какой объем кислоты был израсходован.



Рисунок 5 – метиловый оранжевый



Рисунок 6 –титрование



Рисунок 7 – изменение окраски индикатора на нежно-розовый

Затем вычислить СРЕДНИЙ ОБЪЕМ пошедшей на титрование кислоты. Зная этот объем рассчитывают карбонатную жесткость по формуле:

Жесткость карбонатная (мг-экв/л) =  $(1000 * C \text{ кислоты} * V \text{ кислоты}) : V \text{ воды}$

Где C кислоты - концентрация кислоты в молях (М/л), V кислоты - объем раствора кислоты использованный при титровании (мл), V воды - объем пробы воды, взятой для титрования (мл).

## Результаты

Рассчитываем жёсткость воды с содой:

V воды = 50мл

C кислоты=0.1 м/л

V кислоты=4.1 мл

Жёсткость (карбонатная) =  $(1000 * 0.1 \text{ м/л} * 4.1 \text{ мл}) / 50 \text{ мл} = 8.2 \text{ мг} - \text{ экв/л}$

Рассчитываем жёсткость обычной воды:

V воды = 50мл

C кислоты=0.1 м/л

V кислоты=3.1 мл

Жёсткость (карбонатная) =  $(1000 * 0.1 \text{ м/л} * 1.3 \text{ мл}) / 50 \text{ мл} = 2.6 \text{ мг} - \text{ экв/л}$

Вывод: сода изменила жёсткость воды на 5.2 мг – экв/л

### 3. Результаты и их обсуждения

#### 3.1. Влияние жёсткости воды на гуппи

Мальки жили в воде с содой с 28 февраля (рис.8) по 22 марта (рис 9). Всё это время рыбки вели себя достаточно активно: свободно плавали, игрались, кушали. Следовательно, такая жёсткость воды для них не смертельна.



Рисунок 8 - гуппи, 28 февраля



Рисунок 9 – гуппи, 22 марта

### 3.2. Влияние жёсткости воды на ампулярий

Убедившись в том, что мальки могут жить в воде с такой жёсткостью, мы поместили в такие же условия ампулярий с панцирем, который находился не в очень хорошем состоянии.

В течение в двух недель (рис. 10,11) я наблюдала за улитками. Улитки достаточно активно вели себя. За 2 недели их окрас заметно изменился. Он стал насыщенный, темнее. Маленькие трещины пропали, большие стали менее заметны.



Рисунок 10 – ампулярии, 28 марта



Рисунок 11 – ампулярии, 11 апреля

## Выводы

По результатам проведенных исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Жёсткость водопроводной воды равна 2.6 мг – экв/л. По литературным данным такая вода считается мягкой, что очень хорошо для рыб, но не для улиток.
2. С помощью кальцинированной соды мы увеличили жёсткость воды до 8.2 мг – экв/л.
3. При жёсткости воды 8.2 мг – экв/л панцирь улиток ампулярий менее подвергались растрескиванию по сравнению с более низким показателем жёсткости.
4. Вода с показателем жёсткости 8.2 мг – экв/л не оказывала негативного влияния на мальков гуппи.

Таким образом, мы нашли оптимальную жёсткость воды, которая подходит для мальков-гуппи и для улиток-ампулярий. Это позволит содержать их вместе, не принося вред рыбкам. Улитки же смогут жить с красивым и здоровым панцирем.

## Список использованных источников и литературы

1. Брэм А. Э. Пресмыкающиеся. Земноводные. Рыбы. Беспозвоночные / под ред. проф. А. М. Никольского. — М.: Терра, 1992. — Т. 3. — С. 404. — 459 с. — (Жизнь животных). — 300 000 экз.
2. Василенко Н., Апрятин С. Экстерьерные кодировки пород — новый взгляд на гуппи // журнал «Аквариум», № 6, 2008.
3. Определение жёсткости воды: Методические указания к лабораторной работе / Сост. А. Р. Дадаева. — Великий Новгород: НовГУ, 2006.
4. Сидоров С. А. Живородящие рыбки. [Живородящие рыбки для пресноводных аквариумов: Пособие для специалистов-любителей] — М.: Мосрекламсправиздат, 1930. — 56 с
5. Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1990. Т. 2. С. 145