

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №1 с. Александровское»
Экологический клуб «РостОк»
Томская область, Александровский район, с. Александровское,
ул. Советская, д. 32

**ВЛИЯНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ
НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РЫБ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МЕТОДОМ АКВАПОНИКИ**

Работу выполнили:

Залесов Максим Александрович,
Козоброд Артем Артемович,
Петров Дмитрий Владимирович,
7 класс

Руководитель:

Жданова Ирина Гергардовна,
учитель биологии
МАОУ СОШ №1 с. Александровское

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Изучение особенностей выращивания растений методом аквапоники в домашних условиях.....	4
1.1. Выбор объекта исследования.....	4
1.2. Выбор комнатных декоративных растений, подходящих для выращивания в аквариуме.....	5
Глава 2. Исследование влияния декоративных растений на активность Тернеций в аквариуме.....	6
2.1. Подготовка и проведение эксперимента	6
2.2. Измеряемые показатели состояния воды и их значение.....	7
2.3. Анализ исследования состояния аквариума и его обитателей.....	10
Заключение	13
Список литературы и источников	14

Введение

Актуальность исследования: метод выращивания растений на отходах жизнедеятельности рыб известен с древних времен. Первые упоминания об этом встречаются у Ацтеков, которые использовали плавучие платформы с растениями, закрепленные на озерах. Южный Китай, Тайланд и Индонезия и сегодня возделывают рис на заливных полях в сочетании с рыбой. И только в 21 веке эта технология получила название «Аквапоника» [1].

Второй год участники экологического клуба «РостОк» изучают технологию аквапоники. Используя экосистему аквариума, были выращены салат, петрушка, зеленый лук, бархатцы. Наблюдения показали, что большинство растений прекрасно себя чувствуют, получая питание из аквариумной воды, чего не скажешь об обитателях аквариума. Многие рыбки и улитки погибают. Возможно, растения выделяют токсичные вещества и изменяют состав воды, делая его непригодными для водных обитателей. Технология аквапоники больше изучена в больших производственных масштабах, а вот исследований для использования метода аквапоники в домашних условиях и в декоративных целях недостаточно. А ведь в условиях школы и дома можно создавать прекрасные композиции, если найти правила симбиоза для рыб и растений. Чтобы рекомендовать любителям аквариумов возможность создания декоративного уголка методом аквапоники, необходимо изучить, как различные растения влияют на благополучие рыб в аквариуме и выбрать подходящие.

Проблема исследования: не все растения можно выращивать в воде аквариума без риска нанесения вреда экосистеме и рыбам в частности. При этом не все растения смогут жить и хорошо развиваться в водной среде.

Цель исследования: создание оптимальных условий для искусственной экосистемы аквариума при выращивании растений методом аквапоники.

Задачи:

1. Изучить условия, необходимые для оптимальной жизнедеятельности рыб в аквариумах с растениями.
2. Подобрать растения, имеющие декоративное значение и подходящие для выращивания в аквариуме.
3. Разработать и провести эксперимент, показывающий влияние растений на содержание веществ в воде, являющихся жизненно важными для обитателей аквариума.
4. Провести анализ эксперимента и сделать вывод о возможности выращивания декоративных растений методом аквапоники.

Объект исследования: условия содержания аквариумных рыб рода Тернеция.

Предмет исследования: влияние выращивания декоративных растений методом аквапоники на здоровье и жизнедеятельность рыб рода Тернеция.

Гипотеза: при создании оптимальных условий метод аквапоники может быть идеальным для выращивания комнатных растений и не оказывать вредного влияния на активность и жизнедеятельность рыб.

Глава 1. Изучение особенностей выращивания растений методом аквапоники в домашних условиях

1.1. Выбор объекта исследования

Чудесные рыбки родом из Бразильских водоемов впервые появились в Европе в 30-е годы прошлого века, а в Россию были завезены в 1946 году. Теперь Тернеции настолько распространены, что найдутся в каждом зоомагазине. Рыбок разнообразных цветов называют карамельки – их подкрашивают искусственно, методика разработана во Вьетнаме. Окрас не передается по наследству, но может привести к появлению различных заболеваний, вызванных воздействиями химических препаратов. [2]

Здоровая Тернеция (*Gymnocorymbus ternetzi*) – неприхотливая рыбка, размером 4-6 см. Отличительная особенность – пара темных вертикальных полос по телу. Самка крупнее самца. Самец имеет заостренный спинной плавник. Туловище приплюснуто с боков. Окрас разнообразный – получен с помощью искусственного окрашивания рыб. Половозрелость наступает от 8 месяцев до двух лет. Продолжительность жизни 5- 7 лет. Стайная, не любит одиночества, но и больших стай тоже не любит. Оптимально содержание до 10 Тернеций. [3]

Условия, необходимые для содержания рыб в аквариуме:

1. Питание. Всеядная, предпочитает специальные корма в виде растительных хлопьев, не откажется от дафний и коловраток – мелкого планктона. В природе питается мелкими насекомыми. Прием корма происходит у поверхности воды.

2. Температурный режим. Оптимальная температура от 22 до 26 градусов. Могут переносить непродолжительное понижение до 20 и повышение до 28 градусов. Постоянное повышение температуры ведет к ускорению обмена веществ и быстрому старению рыб.

3. Объем аквариума. Согласно правилу, на каждый сантиметр туловища необходимо не менее двух литров воды. Поэтому на одну Тернецию необходимо не менее восьми литров, так как вид очень активный и резвый, им необходимо место для заплывов. Неплохо живут в небольших аквариумах до 20-30 литров, где можно содержать не более 6 особей.

4. Кислород. Активный образ жизни повышает требования к содержанию кислорода. Его должно быть в достатке.

5. Отношение к водным растениям. Прекрасно сосуществуют с представителями флоры при условии наличия пространства для передвижения, поэтому густо засаживать аквариум не рекомендуется, необходимо оставить свободное пространство в толще воды. Растения создают тенистые участки, в которых рыбки любят прятаться. Идеальная для них картина, когда растения плавают на поверхности, не мешают их маневрам в бойком движении. Все посадки можно сделать по периметру емкости, чтобы центр оставался свободным для активной жизни обитателей.

6. Отношение к свету. Тернеция любит сочетание яркого света с тенистыми участками. Цвет спектра особой роли не играют. Лучше использовать светодиодные лампы, не повышающие температуру воды и окружающей среды.

1.2. Выбор комнатных декоративных растений, подходящих для выращивания в аквариуме

Первыми исследованиями, показывающими благоприятное влияние воды аквариума на рост комнатных растений, занимался отечественный ученый Николай Федорович Золотницкий в конце 19 века [4].

Существуют экологические группы растений, которые приспособились жить в воде, или хотя бы в условиях повышенной влажности.

Водные растения или гидатофиты – большей частью погружены в воду. Это в пузырчатка, роголистник и другие высшие растения, которые многие принимают за водоросли.

Наземно-водные растения, или гидрофиты - погружены нижней частью в воду, растут на мелководьях, болотах. К ним относятся всем известные кувшинки, белокрыльник, стрелолист, тростник, рогоз и другие.

Растения влажных мест суши, или гигрофиты растут в условиях высокой влажности. Часто они занимают нижний сырой ярус густых лесов – это папоротники, кислица, венерина мухоловка, росянка, рис, папирус [5].

Но все эти растения не относятся к декоративным, хотя некоторые из них, например, росянку и венерину мухоловку некоторые любители успешно выращивают дома.

Для исследования понадобятся гидрофиты. Их нижняя часть с корнями будет погружена в аквариум, а верхняя служить декоративным элементом, создавать зеленый уголок.

Некоторые любители выращивают растения просто в водном растворе, подбирая гидрофитные виды. Прежде всего это филодендроны, лилии, драцены, декоративные папирусы, разные виды плющей, эпипремнум, диффенбахия. Наверняка эти растения неплохо приживутся в условиях аквариума.

Глава 2. Исследование влияния декоративных растений на активность Тернеций в аквариуме

2.1. Подготовка и проведение эксперимента

Для проведения эксперимента были взяты два аквариума: объемом 40 литров для разведения растений и контрольный – объемом 20 литров в качестве контроля без декоративных растений.

В каждый аквариум помещены рыбки одного вида Тернеция и водные растения – роголистник и белокрыльник пропорционально объемам воды. Водные растения собраны в водоемах села, перед заселением они были промыты и обработаны слабым раствором перманганата калия.

Численный состав обитателей аквариума (число особей и растений) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Численный состав обитателей аквариума (число особей и растений)

Аквариум	Тернеция	Улитка Ампулярия	Белокрыльник	Роголистник
1 эксперимент	8	1	4	12
2 контроль	4	1	2	6

Грунт для аквариума собран на берегу реки, перед погружением в аквариум промыт в горячей воде и перебран.

Вода в летнее время использовалась дождевая, отстоянная, в холодное время года используется очищенная вода, полученная методом обратного осмоса.

Аэрация осуществляется искусственно с помощью помпы и камней – рассеивателей.

Освещение – рассеянный естественный свет от окна, светодиодная лампа красного спектра для комнатных растений.

Температура – зависит от окружающих условий, искусственно не поддерживается.

Замена воды в аквариуме проводится еженедельно, вода обновляется в объеме 30% от общего количества. Периодически убираются остатки пищи и отмерших растений со дна с помощью сифона, очищаются стенки аквариума от водорослей и налета по мере необходимости.

Измерения показателей проводятся два раза в месяц с помощью системы тестов «Нилпа» для аквариумов, наблюдения за состоянием обитателей, их кормление проводятся ежедневно, анализ раз в неделю. *(приложение 1)*

Для выращивания в экспериментальном аквариуме были выбраны растения, рекомендуемые к выращиванию в условиях избыточного увлажнения (гигрофиты) и не оказывающие токсичного воздействия на водных обитателей, которые были в школе и дома:

1. Хлорофитум
2. Филодендрон
3. Эпипремнум
4. Диффенбахия
5. Колеус
6. Плющ

К сожалению, научные исследования по данной теме не проводились, поэтому при планировании эксперимента использовались рекомендации любителей, занимающихся разведением растений в аквариумах.

2.2. Измеряемые показатели состояния воды и их значение

Состояние воды в значительной мере определяет самочувствие живых организмов, обитающих в воде. Зная нормативные показатели, можно найти причину изменений и принять своевременные меры для исправления ситуации и создания благоприятного микроклимата в аквариуме. Также это поможет отследить, влияют ли подсаживаемые растения на изменение концентрации воды и на состояние животных в целом [6].

Значение основных измеряемых показателей воды:

1. Температура для нормальной жизнедеятельности обитателей аквариумов должна быть не менее 20 градусов. Повышение температуры более 25 градусов приводит к обильному размножению водорослей и усилению гнилостных процессов.

2. Железо – его содержание актуально в растительных аквариумах, так как участвует в создании хлорофилла, без которого растение не может потреблять энергию в виде света. Концентрация железа в воде зависит от многих параметров воды, но не должна опускаться ниже 0,1 мг/л. Избыток железа может привести к нежелательному росту водорослей.

3. Нитриты (NO_2), нитраты (NO_3) и фосфаты (PO_4). Аммиак и аммоний, окисляясь в воде, превращаются сначала в нитриты, а потом в нитраты. Концентрация нитрита в любом аквариуме должна равняться 0 мг/л. Нитраты менее токсичны, их безопасная для рыб концентрация может достигать 20 мг/л. Содержание фосфатов не должно превышать 1,5 мг/л. В растительном аквариуме нитраты рассматривают в соотношении к фосфатам. Общепринятым оптимальным соотношением является: $\text{NO}_3:\text{PO}_4 = 10(15):1$.

При высоком уровне нитратов рыбы медленнее растут, труднее размножаются и ускоряются процессы старения. Фосфор – ограничивает процессы жизнедеятельности в аквариуме. Накопление соединений фосфора приводит к резкому приросту растительной биомассы, в том числе водорослей. Происходит эвтрофикация, ведущая к преобладанию гнилостных процессов. В аквариуме возрастает мутность, концентрация бактерий, особенно сине-зеленых (цианобактерий), многие из которых выделяют токсины. У рыб может возникнуть «Гаффская болезнь» – они худеют. Угнетается дыхание. Развивается паралич мышц, рыбка погибает. Регулярная замена воды способствует снижению уровня нитратов и фосфатов.

4. Аммиак, аммоний – образуются в результате жизнедеятельности рыб, разложения остатков корма и растений. Аммиак хорошо растворяется в воде и в высоких концентрациях токсичен, в том числе препятствует процессу дыхания. Аммиак, взаимодействуя с молекулами воды, образует ион аммония, который менее токсичен, но также опасен для рыб и растений. Концентрация аммиака / аммония в аквариуме должна равняться 0 мг/л. Рыбы ощущают концентрацию

аммиака в воде от 0,2 мг/л. Концентрация 0,5 мг/л для большинства рыб смертельна.

5. Кислотность воды (рН) – наиболее комфортные показатели для большинства рыб от 6,5 до 7,5. Резкие колебания показателей рН вредны для рыб. Смещение уровня кислотности за пределы допустимого приводит к заболеванию рыб, рыбы «чешутся», трутся о грунт, выпрыгивают из воды. Но растения предпочитают более кислую среду, для них лучший показатель рН 5,5- 6,5.

6;7. Жесткость воды определяется наличием в ней ионов кальция и магния. Различают жесткость временную (кН) и постоянную (gН). $gН \leq 5$ – очень мягкая, $gН \geq 30$ – очень жесткая. (единицы измерения – немецкие градусы). Большинство рыб и растений не может жить и развиваться в очень мягкой воде, так как им необходим кальций и магний. При повышенной жесткости некоторые питательные элементы переходят в недоступную для растений форму. Жесткость увеличивается при испарении воды и растворении карбонатных пород (известняк, мрамор).

8. CO_2 необходим для нормальной жизнедеятельности растений, особенно важен он для содержания растительных аквариумов. Существует прямая взаимосвязь между уровнем содержания CO_2 и показателем рН – чем ниже концентрация CO_2 , тем выше уровень рН. Концентрация CO_2 определяется двумя способами: используя соотношение величин рН и кН (с помощью сводной таблицы «Нилпа -тест» и с помощью дропчекера «Нилпа» с индикатором (9). Цвет индикатора меняется в зависимости от концентрации углекислого газа в воде. Желтый – высокое содержание CO_2 , синий – низкое, зеленый – оптимальное.

9. TDS – объем растворенных в воде солей (общая минерализация), измеряется в ppm. Инструментально измеряемый параметр воды, показывающий сколько всяких химических добавок растворено в воде. Значение этого показателя не должен равняться 0, поскольку все живые организмы нуждаются в химических элементах. Больше всего они нужны растениям. Показатель солености повышается по мере загрязнения водоема отходами рыб. Однако эти отходы служат питанием для растений после окисления молекулами воды.

Показатели измерения содержания химических веществ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Измерения показателей содержания химических веществ

Дата измерения	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		t	Fe	NO_3/PO_4	NH_3/NH_4	pH	кН	gН	CO_2	Дч	TDS
Оптимальные значения*	мг/л	22-26	до 0,3	до 20/1,5 10:1	до 20/0	6-7,5	2-4	3-15	15-30	Зеленый	Более 90
01.07.2023	Э	23	0,1	0:5	0	7,5	15	6	16,7	синий	90
	К	23	0,1	0:5	0	7,5	15	6	16,7	синий	90
14.07.2023	Э	26	0,5	0:1	0	7,5	3	4	3,3	синий	68
	К	26	1,0	5:5 (1:1)	0	7,0	2	4	7,1	синий	116
31.07.2023	Э	23	0,1	0:2	0,2/0	7,0	2	3	7,1	синий	47

	К	23	0,1	10:5 (2:1)	0,2/0	6,5	2	3	11,2	синий	86
14.08.2023	Э	24	0,1	0:10	0,2/0	7,4	5	7	5,6	синий	97
	К	24	0,1	10:10 (1:1)	0,2/0	7,2	5	9	9,9	синий	134
2.09.2023	Э	20	0,2	0:2	0	6,7	4	6	25,1	синий	67
	К	20	0,2	0:5	0	6,7	3	6	33,5	синий	78
20.09.2023	Э	23	0,1	0:2	0	6,5	3	5	28,0	синий	33
	К	23	0,1	0:5	0	6,0	3	6	36,5	синий	98
7.10.2023	Э	24	0,1	0:10	0	6,5	3	5	28,0	синий	33
	К	25	0,1	0:5	0	6,0	3	6	36,5	синий	98

* – значения приведены согласно данным справочника аквариумистов, показатели температуры, солености и жесткости воды приведены конкретно для рыбы Тернеции, выращиваемых в аквариуме [6].

Результаты наблюдения за состоянием рыб в аквариумах в ответ на изменение факторов среды представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты наблюдения за состоянием рыб в аквариумах в ответ на изменение факторов среды

Дата	Аквариум	Прозрачность (баллы)*	Реакция на кормление	Особенности поведения рыб
7.07.2023	1Э	4	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
14.07.2023	1Э	3	Нормальная активность	Разбиваются на группы, прячутся в зарослях, активны
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
31.07.2023	1Э	4	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
02.09.2023	1Э	5	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, плавают по всей толще аквариума
20.09.2023	1Э	5	Нормальная активность	Разбиваются на группы, прячутся в зарослях, активны
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, держатся вместе, нет укрытий
7.10.2023	1Э	5	Нормальная активность	Разбиваются на группы, прячутся в зарослях, активны
	2 К	5	Нормальная активность	Активны, держатся вместе, нет укрытий

Измерения показателей воды проводились два раза в месяц. Наблюдения за поведением и состоянием рыб проводились ежедневно, контрольные точки определены еженедельно.

Для оценки состояния аквариума были разработаны баллы для исследования прозрачности воды:

Прозрачность:

5 баллов – вода прозрачная, отсутствует наличие мутности, позеленения, остатков пищи и растений;

4 балла – вода прозрачная, видимое наличие водорослей на стенках аквариума, единичные включения отмерших остатков;

3 балла – вода мутная, зеленоватого оттенка, но можно хорошо рассмотреть обитателей аквариума и водные растения, видны посторонние включения, отмершие частицы;

2 балла – вода мутная, зеленоватого оттенка, обитатели аквариума видны, но их невозможно четко разглядеть, как и водные растения;

1 балл – вода мутная, зеленая, обитатели аквариума плохо различимы, много органических остатков.

2.3. Анализ исследования состояния аквариума и его обитателей.

7 июля 2023 года. Первые наблюдения показали, что в экспериментальном аквариуме высока склонность к образованию водорослей. В экспериментальном аквариуме быстро стали разрастаться водные растения и одноклеточные водоросли. Отростки комнатных растений начали образовывать корни. Отмечено низкое содержание углекислого газа, нитратов и высокое содержание фосфатов. При нормальном соотношении 10 к 1, наблюдается соотношение 0 к 5. Вероятно нитраты активно поглощаются растениями, а увеличение фосфатов может быть связано с отмиранием части растений и выделением ими веществ в воду, но скорее всего не связано с цветением воды, так как повышение идет в обоих аквариумах, а цветение наблюдается только в экспериментальном. Низкое содержание углекислого газа объясняется использованием его растениями для фотосинтеза. Для Тернеции этот показатель не имеет особого значения, так как кислорода в аквариуме в достатке. Борьба с цветением решено более частой подменой воды, пока без химических препаратов. Все остальные показатели в норме, рыбки активны и здоровы.

14 июля 2023 года. Проведенные замеры показали уменьшение содержания фосфатов в экспериментальном аквариуме. В контрольном количество фосфатов не изменяется. Вероятно, органические соединения фосфора разлагаются до минеральной формы и активно поглощаются растениями. Наблюдается значительное разрастание водных растений, особенно роголистника. Количество нитратов по-прежнему крайне низкое. Это важно для водорослей, но не для рыб. А вот высокое содержание фосфора может привести к заболеванию рыб. Необходимо найти способ уменьшить его количество в воде, особенно в контрольном образце. Наблюдения за Тернецией показали, что пока повышение фосфатов не оказывает влияния на их активность, а вот разрастание роголистника мешает рыбкам активно передвигаться и играть в тоще воды. Решено было уменьшить количество водных растений до первоначального состояния. Все комнатные растения развили хорошую корневую систему. Даже самые маленькие отростки. Это говорит о том, что аквариумная вода благоприятно влияет на рост и развитие комнатных цветов.

31 июля 2023 года. Проведенные замеры показали следы аммиака в воде, что может быть опасно для рыб. Это говорит об накоплении отходов. Вода стала очень мягкой, что говорит о том, что в воде практически отсутствуют химические элементы. Они все поглощаются растениями. Необходимо срочно сделать подмену воды. Подмена 30% воды в аквариуме была произведена не дождевой водой, а обычной отстоянной водопроводной. Местная водопроводная вода характеризуется высокой жесткостью 17 мг/л – много кальция и магния (при норме от 3 до 15 мг/л), и содержанием железа 2 мг/л (при норме для аквариумов до 0,3 мг/л), содержание фосфатов около 1 мг/л. Содержание солей достигает 324 ppm.

Цель – увеличить количество солей, доступных для растений и снизить содержание водорослей, уменьшить цветение в экспериментальном аквариуме. Комнатные растения чувствуют себя прекрасно, активно растут, а вот водные растения, наоборот, стали более светлые (недостаток хлорофилла) и прекратили разрастаться. Тернеция активна, плавает в толще воды, играет, хорошо кушает.

14 августа 2023 года. Наблюдения, проводимые в течение двух недель за изменениями в аквариуме показали, что добавление водопроводной воды не изменили поведения рыб, но зато отрицательно повлияли на состояние обоих аквариумов. Железо и другие элементы, содержащиеся в водопроводной воде привели к появлению ржавого осадка на дне и стенках аквариума. Количество солей повысилось вместе с фосфатами. Количество нитратов повысилось также, о чем говорят измерения (в контроле повышение NO₃ до 10 мг/л), но в экспериментальном аквариуме весь азот опять поглощен растениями. Решено провести полную чистку аквариума и попробовать использовать для подмены воду, очищенную методом обратного осмоса. Количество азота попробуем увеличить с помощью кальциевой селитры из расчета 10 мг/л. Содержание солей за счет добавления азота увеличилось до 140 ppm.

17 августа 2023 года. Поведение Тернеции после добавления кальциевой селитры, вопреки нашим опасениям, не изменилось. Рыбки по-прежнему активны, очень подвижны, хорошо кушают в обоих аквариумах. Количество нитратов в экспериментальном аквариуме снова стремится к нулю, что говорит об активном поглощении азота растениями. В контрольном количество нитратов выше в 10 раз.

2 сентября 2023 года. Поведение рыб не изменилось, они активны, хорошо питаются. Количество фосфатов остается повышенным, при чем в контрольном аквариуме оно выше, чем в экспериментальном. Вероятно, в нем декоративные растения активно поглощают и фосфор из воды, а в контрольном только водные растения и их меньше. Концентрацию азота повышаем добавлением кальциевой селитры. Проводим очередную чистку аквариумов, через день замеряем количество фосфатов – показатель не изменяется, по-прежнему высокий.

20 сентября 2023 года. Удалось найти причину повышения фосфатов. Для этого провели замеры количества фосфатов в дождевой воде и сравнили с количеством фосфатов в этой же воде после попадания туда порции корма. Оказалось, что именно растительный корм является причиной резкого

повышения фосфатов (таблица 4). Остатки корма накапливаются на дне аквариума и не используются растениями в таком количестве. А вот нитраты, наоборот, быстро поглощаются растениями. Решено было попробовать заменить корм для рыб.

7 октября 2023 года. Аквариумные рыбы по-прежнему активны и хорошо кушают. Была сделана санитарная подрезка корней растений в экспериментально аквариуме, которые разрослись и стали мешать Тернеции свободно передвигаться. Декоративные растения хорошо растут, их листья крупнее, чем у их горшечных собратьев. А вот в контрольном аквариуме водные растения практически совсем погибли, осталось лишь одно растение роголистника.

Исследование причины повышения содержания фосфатов в аквариумной воде представлено в таблице 4.

Таблица 4. Исследование причины повышения содержания фосфатов в аквариумной воде

Норма содержания фосфата в воде	Содержание фосфатов в дождевой воде	Содержание фосфатов в дождевой воде после добавления порции корма для рыб	Содержание фосфатов в аквариуме через две недели после замены воды
Не более 1,5 мг/л	0, 25 мг/л	4,0 мг/л	5,0 мг/л

Заключение

На сегодняшний день можно говорить о промежуточных результатах исследования:

1. Метод аквапоники хорошо подходит для разведения комнатных цветов, но не для всех. Необходимо подбирать растения- гидрофиты, для корней которых не страшны условия постоянного увлажнения.

2. Комнатные растения быстро прорастают в аквариумной воде и дают корни. При этом не нужно засаживать аквариум водными растениями, иначе они сильно разрастаются и начинается конкуренция за питательные вещества.

3. Располагать растения лучше по периметру, чтобы они не мешали активности рыб и не смогли запутаться в корнях.

4. Разросшиеся корни необходимо периодически подрезать, удалять отмершие, поскольку они мешают Тернеции свободно передвигаться.

5. Нужно постоянно следить за уровнем кислотности воды. Понижение кислотности до 6 рН и ниже опасно для рыб, добавление кальциевой селитры увеличивает рН.

6. Растения можно подкармливать азотом, главное правильно рассчитать концентрацию. Кальциевая селитра может использоваться, как источник азота для растений и кальция для рыб, при этом она поддерживает рН в нужных пределах.

7. Необходимо регулярно очищать стенки и дно аквариума, менять 1/3 часть аквариумной воды на свежую, но вода не должна быть жесткой, поэтому вода должна быть очищенная или отстоянная.

8. Повышение количества фосфатов может быть вызвано особенностью корма для рыб. Так как декоративные растения редко цветут и не плодоносят, то они не справляются с таким большим количеством фосфора. Решением проблемы может быть смена корма.

Декоративные растения при правильном подборе и уходе не вредят, а наоборот создают благоприятный микроклимат и убежища для аквариумных рыб.

Гипотеза подтвердилась – при создании оптимальных условий метод аквапоники может быть идеальным для выращивания комнатных растений и не оказывать вредного влияния на активность и жизнедеятельность рыб.

На данный момент работа еще не закончена, в планах использовать результаты исследования для создания декоративных зон в школе. Фитостена в школе, основой которой служит аквариум сможет выполнять сразу несколько важных функций: декоративную, эстетическую, развивающую, здоровьесберегающую. Такой уголок в школе увеличит концентрацию кислорода в воздухе, очистит его и создаст идеальную влажность в помещении.

Так же планируется создание страницы в «контакте» или «телеграмме», где будут разработаны советы по выращиванию комнатных растений методами аквапоники в домашних условиях из доступных материалов без лишних затрат.

Список литературы и источников

1. Аквапоника – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Аквапоника>.
2. Живность.ру/сайт о животных – 2018. – URL: <https://givnost.ru/terneciya-karamelka-rybka-opisanie-osobennosti-vidy-i-uxod-za-terneciej/?ysclid=lmwwwv7z9b8363594859>
3. Мой аквариум с Tetra/блог «Tetra» – 2023 – URL: <https://blog.tetra.net/ru/ru/ternecii-uhod-i-soderzhanie>
4. Золотницкий Н.Ф. Аквариум любителя / Н.Ф. Золотницкий // М. : ТЕРРА – 1993. – с. 81-92
5. Купрессова В.Б. Экология Томской области / В.Б. Купрессова, Г.Р. Мударисова // Томск : ООО «Печатная мануфактура» – 2011. – 213с.
6. Измерение показателей воды в аквариуме / Санкт-Петербург. Нилпа : Методическое пособие «Нилпа» – 2021.

Фотодневник наблюдений за ростом растений и активностью Тернеций



1.07.2023 г. – Запуск эксперимента. Большой аквариум – эксперимент, малый - контроль



7.07.2023 г. Большое количество водных растений в первые недели эксперимента было ошибкой



Система тестов Нилпа для определения показателей воды и проведение замеров



14.07.2023г. Выбранные отростки быстро дали корни в аквариумной воде



23.07.2023г. Разрастание водных растений и цветение воды в обоих аквариумах



2.09.2022г. Процесс чистки аквариума и замены воды



20.09.2023г. Участники исследования после смены воды и чистки аквариума.



Внешний вид фитоуголка на 01.09.2023 г.



Внешний вид фитоуголка на 10.10.2023 г.