

СОВМЕСТНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В АКВАПОНОЙ СИСТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАВАЮЩИХ ГРЯДОК

© 2024 г. И.А. Короченский¹ (spin: 4182-1102), Г.И. Пронина¹ (spin: 6162-9922),
А.В. Жигин^{1,2} (spin: 8580-7697)

1 – Российский государственный аграрный университет –
московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева
(РГАУ-МСХА) имени К.А. Тимирязева, Россия, Москва, 127550
2 – Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Россия, Москва, 105187
E.mail: gidrobiont4@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.06.2024 г.

Представлены сравнительные результаты выращивания серебряного карася в условиях аквариумных циркуляционных систем, в одной из которых применяли аквапонное выращивание томатов и перца на плавающей грядке в рыбоводной ёмкости. По сравнению с контрольным, в опытном аквариуме отмечено достоверное улучшение гидрохимических показателей по растворённому кислороду и группе азотсодержащих соединений. Соотношение удельного образования в результате жизнедеятельности рыб и поглощения растениями нитратов составило 0,8 ед. Результаты показали, что на один кг ихтиомассы можно высадить на плавающую грядку 26 растений томатов или 34 куста болгарского перца. В полученных плодах содержание нитратов оказалось в 2 раза ниже ПДК для открытого и в 4 раза ниже ПДК для защищённого грунта. Прирост общей ихтиомассы карасей в опыте оказался в 1,6 раза выше, а затраты корма в 1,5 раза ниже, чем в контроле. Одновременно рыбопродуктивность аквариума с плавающей грядкой увеличилась на 9,7%.

Ключевые слова: аквапоника, серебряный карась, *Carassius gibelio*, плавающие грядки, рыбоводная установка, гидрохимические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Пресноводные аквапонные экосистемы – это симбиотические системы, в которых сочетаются аквакультура (выращивание рыбы) и гидропоника (выращивание растений без почвы). В таких системах рыбы выступают как источник питательных веществ для растений, а растения очищают воду от продуктов жизнедеятельности рыб и других загрязнений (Жигин, 2002, 2011, 2018; Проскуренко, 2003; Руднев и др., 2022).

Присутствие в оборотной воде большого количества растворённых органических, азотсодержащих и других веществ, доступных для растений, позволяет получать относительно высокие урожаи томатов, огурцов, салата и

некоторых других культур. Одновременно достигается экономия удобрений, тепловой энергии, земельных площадей, снижается потребление чистой воды.

Одни из первых попыток создать аквапонные установки, по нашим сведениям, предприняты в Европе (Nagel, 1977) и США (Lewis, Yorr, 1978). Позднее это направление исследований стало привлекать всё большее внимание учёных в Австралии, Англии, Германии, Китае, Нидерландах, Португалии, Японии, и других странах (Watten, Busch, 1984; Гамаюн, 1989; Гамаюн, Мирзоева, 1989; Myrtry et al., 1994; Lennard, Leonard, 2006 и др.).

Исследования по совместному выращиванию рыбы и растений проводились в нашей

стране, начиная с 1984–1985 гг. главным образом в Тимирязевской академии (Апостол и др., 1984; Лавровский, 1986 и др.) и Уральском государственном университете (Умпелев и др., 1986). При этом на каждый кг выращенной рыбы получали до 18–19 кг овощей. Важно, что содержание нитратов в плодах не превышало 30 мг/кг сырой массы, тогда как на минеральном питании в условиях традиционной гидропоники эта величина достигала 130–400 мг/кг (Лавровский и др., 1989; Лавровский, Завьялов, 1998).

Практически все исследователи утверждают, что аквапоника снижает концентрацию нитратов (Watten, Busch, 1984; Стигни, 1986; и др.), некоторые указывают, что в воде, прошедшей растительный блок, уменьшается содержание всех групп азота (Умпелев и др., 1986; Гамаюн, 1989; Гамаюн, Мирзоева, 1989), то есть полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности создания системы очистки оборотной воды в УЗВ, основанной исключительно на применении высших растений.

Как правило, аквапонные блоки представляют собой лотки с различными субстратами для закрепления корневой системы растений и размещаются как до, так и после сооружений биологической очистки воды. При этом исследования показали, что изначально субстрат, на который высаживают растения, одновременно начинает выполнять функцию загрузки биологического фильтра, однако в дальнейшем, по мере его заиливания, происходит накопление и выделение в воду значительного количества вторичных загрязнений, что весьма опасно. Этим обусловлены сравнительно оптимистичные результаты очистки воды аквапонным методом в кратковременных экспериментах и более сдержанные оценки специалистов возможностей аквапонной очистки в продолжительных опытах.

Избежать подобного негативного явления позволяет способ выращивания растений на плавающих грядках в прудах (Львов, 2009,

2011), которые могут располагаться и непосредственно в бассейнах с выращиваемыми гидробионтами. Одновременно это позволяет отказаться от создания специальных аквапонных блоков в составе УЗВ. При отсутствии субстрата для растений не возникает необходимости в ежегодной его дезинфекции или замене, а корневая система располагается непосредственно в толще воды. Такая конструкция снимает вопрос участия субстрата в процессе вторичного загрязнения оборотной воды.

Вместе с тем, важным условием эффективной работы аквапонных систем является правильное соотношение между количеством рыбы и растений. Загрязнений при выращивании рыбы должно быть достаточно для питания растений. В то же время растений необходимо столько, чтобы обеспечить очистку воды и создать оптимальные условия для выращивания рыбы, иначе будет ухудшаться качество воды (Гамаюн, Мирзоева, 1989).

Понятно, что на работу каждой УЗВ, а особенно с аквапоникой, влияет целый комплекс конкретно складывающихся абиотических и биотических условий (Ковригин и др., 2015). По этим вопросам изучения искусственных аквапонных экосистем с рыбой на основе плавающих грядок в доступной литературе нами не найдено, что и предполагает актуальность проведения специальных исследований.

Целью настоящей работы стало выявление некоторых закономерностей взаимодействия совместного выращивания в пресноводной экосистеме рыбы и овощных культур на плавающих грядках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в аквариальной кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследований стали сеголетки карася (*Carassius gibelio*), рассады томатов (сорт «Балкони Еллоу» F₁) и перца болгарского (сорт «Золотое чудо» F₁).

В двух одинаковых автономных аквариумах объёмом по 200 л с циркуляцией, аэрацией, терморегуляцией и водоочисткой содержалось по семь экземпляров серебряного карася средней исходной массой 33,7–33,8 г. В опытном аквариуме размещалась плавающая грядка с рассадой : пять растений томатов и три перца болгарского (рис. 1, 2). Продолжительность опыта составила 60 сут.

N_2 – остаточная концентрация нитратов после поглощения их растениями, мг/л;
 T – период наблюдений, сутки;
 V – объём воды в аквариуме, л.

$$N_o = N_1 \times V / M_{\text{рыб}} \times T \quad (2),$$

где N_o – удельное образование нитратов от жизнедеятельности рыб, мг/г сутки;
 $M_{\text{рыб}}$ – общая ихтиомасса, г.



Рис. 1. Плавающая грядка в опытном аквариуме.

Расчёт соотношения удельного образования нитратов в результате жизнедеятельности рыб и потребления нитратов растениями проводился по формулам:

$$N = (N_1 - N_2) \times V / T \quad (1),$$

где N – общее количество нитратов, поглощённое растениями в опыте, мг/сутки;

N_1 – концентрация нитратов, образовавшихся в результате жизнедеятельности рыб, мг/л;

$$N_n = N / M_{\text{растений}} \quad (3),$$

где N_n – удельное потребление нитратов растениями, мг/г;

$M_{\text{растений}}$ – общая биомасса растений, г.

$$A = N_o / N_n \quad (4),$$

где A – соотношение удельного образования в результате жизнедеятельности рыб и поглощения растениями нитратов, ед.



Рис. 2. Перец и томаты, выращиваемые на плавающей грядке в УЗВ.

Температурный режим поддерживался автоматически на уровне 17,5–18,0°C, а освещение плавающей грядки – 2600 лк (единица измерения освещённости – люкс) в течение 17 ч в сутки.

Для кормления рыб использовали сухой комбикормом TetraMin flakes (Германия) в количестве 1,0% от массы особей в сутки, который скармливали вручную 1 раз в сутки.

Основными ингредиентами корма являлись: рыба и побочные рыбные продукты, зерновые культуры, дрожжи, экстракты растительного белка, моллюски и раки, масла и жиры, сахар (олигофруктоза 1%), водоросли. Кроме того, корм содержит витамин А 37680 МЕ/кг, витамин Д₃ 1990 МЕ/кг, Е₅ марганец 96 мг/кг, Е₆ цинк 57 мг/кг, Е₁ железо 37 мг/кг, красители и антиоксиданты. Аналитический состав данного корма включал:

сырой белок 46,0%, сырые масла и жиры 11,0%, сырая клетчатка 3,0%, содержание влаги 6,0%.

На протяжении всего эксперимента ежедневно контролировали температуру воды и содержание растворённого кислорода термооксиметром «Самара-2», активную реакцию среды рН-метром «Наппа», содержание аммонийного азота, нитритов, нитратов, фосфатов – еженедельно по стандартным методикам (Бессонов, Привезенцев, 1987). Определяли скорость роста и морфометрические показатели особей (Правдин, 1966). Масса рыб и растений определялась взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,1 г.

На основании полученных данных был выполнен расчёт рекомендуемого соотношения биомассы растений и массы выращиваемой рыбы в созданных экспериментальных условиях.

Анализ полученных плодов перца на наличие нитратов осуществлялось фотометрическим методом.

Статистическая обработка цифровых материалов проводилась методом вариационной статистики по Стьюденту, достоверными считались различия при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты гидрохимических исследований в контрольном и опытном аквариумах показали, что большинство изучаемых параметров соответствовали существующим требованиям (табл. 1). Однако в контроле отмечено существенное превышение нитритов (1,2 мг/л) даже по сравнению с кратковременно допустимым значением – 1 мг/л (Жигин, 2011, 2018). Одновременно в контроле присутствовало незначительное количество аммония и отмечено закономерное накопление нитратов. Другими словами, сочетание азотсодержащих веществ в оборотной воде контрольного аквариума соответствовало обычному процессу нитрификации.

По сравнению с контрольным, в опытном аквариуме отмечено достоверное улучшение

гидрохимических показателей по растворённому кислороду и группе азотсодержащих соединений. Очевидно, что растения изымали часть этих соединений, что снижало расход растворённого кислорода на их окисление. По этой же причине не происходило накопления нитратов. Изъятия фосфатов из оборотной воды нами не установлено, достоверных различий по их концентрации в опыте и контроле не выявлено.

Следует обратить внимание на достоверное увеличение показателя рН в опытном аквариуме, хотя это изменение не выходило за пределы допустимых значений и в целом соответствовало известной тенденции стремления активной реакции среды оборотной пресной воды к щелочным значениям (Жигин, 2011). Однако следует помнить, что активная реакция среды является чрезвычайно важным параметром для функционирования корневой системы и доступности других ионов. При $pH < 5,0$ затрудняется поглощение растениями катионов, а при $pH > 6,5-7,0$ – в растворе образуются нерастворимые (а значит недоступные для растений) соединения кальция, марганца, железа, фосфатов (Проскуренко, 2003).

Таким образом, с высокой степенью достоверности можно говорить о снижении содержания азотсодержащих веществ в оборотной воде за счёт их изъятия растениями в опыте.

Расчёт динамики и баланс содержания растворённых азотсодержащих соединений, и соотношение количества выращиваемых растений с ихтиомассой содержащейся рыбы в опыте и контроле показал, что количество поглощаемых нитратов в аквариуме в сутки было:

$$N = (80,5 - 0,5) \times 200 / 7 = 2286 \text{ мг/сутки.}$$

Общая масса рыб составила 267,5 г.

По окончании фазы цветения перед началом созревания плодов средняя биомасса перца достигла $23,2 \pm 1,4$ г; томата – $29,6 \pm 1,9$ г.

Таблица 1. Гидрохимические показатели в эксперименте

Показатели	Контроль (только рыбы)	Опыт (рыбы + растения)	Технологическая норма для УЗВ (Жигин, 2011)
pH	7,14±0,08	7,45±0,04***	6,8–7,5
O ₂ , мг/л	7,1±0,2	8,2±0,3**	≥ 5,0
NH ₄ , мг/л	0,02±0,01	0,00***	2,0–4,0
NO ₂ , мг/л	1,2±0,2	0,1±0,1***	0,1–0,2
NO ₃ , мг/л	80,5±0,3	0,5±0,2***	до 60,0
PO ₄ , мг/л	0,5±0,1	0,7±0,2	0,2–0,5

Примечание: ** p≤0,02; *** p≤0,01.

Соответственно биомасса 3-х перцев – 69,6 г, а 5-ти томатов – 148,0 г. Общая фитомасса растений составила 217,6 г.

Удельное образование нитратов от жизнедеятельности рыб составило:

$$N_o = 80,5 \times 200 / 267,5 \times 7 = 8,6 \text{ мг/г в сутки.}$$

Удельное поглощение нитратов растениями составило:

$$N_n = 2286 / 217,6 = 10,5 \text{ мг/г в сутки.}$$

Соотношение удельного образования и поглощения нитратов составило:

$$A = 8,6 / 10,5 = 0,8 \text{ ед.}$$

Соответственно, результаты показали, что на один кг ихтиомассы можно высадить на плавающую грядку 0,8 кг биомассы растений, что примерно соответствует 26 кустам томатов или 34 кустам болгарского перца.

По визуальным наблюдениям отмечались более интенсивный рост и развитие перцев по сравнению с томатами. Результаты показали низкое накопление нитратов в выращенных перцах: 107,1±0,2 мг/кг, что в 2–4 раза ниже по сравнению с ПДК (СанПиН, 1988) для открытого (200 мг/кг), и защищённого грунта (400 мг/кг) соответственно.

Наличие растений в опытном варианте положительно сказалось и на скорости роста выращиваемой рыбы (табл. 2). В аквариуме с применением плавающей грядки скорость увеличения массы рыбы оказалась достоверно выше, по сравнению с контролем, особенно в первый месяц выращивания. В итоге прирост ихтиомассы в опыте оказался в 1,6 раза выше, чем в контроле.

Обращают на себя внимание достаточно высокие затраты корма на прирост массы рыбы в обоих вариантах опыта, что можно объяснить относительной тугорослостью такого объекта выращивания, как серебряный карась и не оптимальной для роста температурой воды (17,5–18,0°C). При этом затраты корма в опыте были в полтора раза ниже, чем в контроле.

Оценка некоторых морфометрических показателей выращиваемых рыб показала, что увеличение их массы в опыте произошло в основном за счёт достоверного увеличения высоты и, соответственно, обхвата тела (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительные результаты выращивания серебряного карася в условиях аквариумных циркуляционных систем, в одной из которых применяли аквапонное выращивание томатов и перца на плавающей грядке в

Таблица 2. Рост рыбы в эксперименте

Показатели	Контроль (только рыбы)		Опыт (рыбы + овощи)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Начальная средняя масса рыб, г	33,8±1,3	32,9	33,7±1,7	33,7
Средняя масса через месяц, г	36,3±0,7	14,1	39,8±0,8***	18,3
Прирост за 1 месяц, %	7,4		18,1	
Средняя масса через 2 месяца, г	40,2±1,1	7,6	44,1±0,9*	8,4
Прирост за 2 месяц, %	10,7		10,8	
Прирост за период эксперимента, %	18,9		30,9	
Выживаемость, %	100		100	
Ихтиомасса начальная, г	236,6		235,9	
Ихтиомасса конечная, г	281,4		308,7	
Прирост ихтиомассы, г	44,8		72,8	
Расход корма, г	156,8		160,2	
Затраты корма на прирост массы, г/г	3,47		2,24	

Примечание: * p≤0,05; *** p≤0,01.

Таблица 3. Морфометрические показатели карасей

Показатели, см	Контроль (только рыбы)		Опыт (рыбы + овощи)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Длина тела	12,5±0,7	18,4	13,2±0,9	18,4
Длина головы	3,9±0,2	11,9	4,1±0,2	11,9
Высота тела	4,9±0,1	11,4	5,1±0,2*	11,4
Обхват тела	9,2±0,3	16,2	10,2±0,3*	16,2

Примечание: * p≤0,05.

рыбоводной ёмкости показали, что совместное выращивание рыб и растений позволило существенно улучшить гидрохимический режим рыбоводной ёмкости по растворённому кислороду и группе азотсодержащих соединений.

Соотношение удельного образования в результате жизнедеятельности рыб и погло-

щения растениями нитратов составило 0,8 ед.

Таким образом, на один кг ихтиомассы целесообразно высаживать на плавающую грядку 26 растений томатов или 34 куста болгарского перца. Накопление нитратов в полученных плодах в 2–4 раза ниже ПДК для открытого и защищённого грунта соответственно.

При этом прирост общей ихтиомассы карасей в опыте оказался в 1,6 раза выше, чем в контроле, а рыбопродуктивность аквариума с плавающей грядкой увеличилась на 9,7% с одновременным снижением в 1,5 раза затрат кормов на прирост массы рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Апостол П.А., Есавкин Ю.И., Лавровский В.В.* и др. Способ совместного выращивания растений и рыб. Патент 1528393 СССР, МКИ А01Щ31/00, А01К61/00. № 3790091/39-63. Заявл. 14.09.84; Оpubл. 15.12.89.
- Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А.* Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: Агропромиздат, 1987. 159 с.
- Гамаюн Е.П.* Очистка воды растениями в рыбоводстве (опыт ФРГ) // Рыбное хозяйство. Сер. Рыбохоз. использование внутр. водоёмов: Экспресс-информация. Зарубежный опыт. М.: ВНИЭРХ, 1989. Вып. 5. С. 1–9.
- Гамаюн Е.П., Мирзоева Л.М.* Интегрированные рыбоводные хозяйства // Рыбохоз. использование внутр. водоёмов: Обзорная информация. М.: ВНИЭРХ, 1989. Вып. 3. 70 с.
- Жигин А.В.* Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ): Дис. ... докт. с.-х. наук. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2002. 331 с.
- Жигин А.В.* Замкнутые системы в аквакультуре. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 664 с.
- Жигин А.В.* Рыбоводные установки в аквакультуре. Учебное пособие. М.: ЭйПиСиПаблишинг, 2018. 296 с.
- Ковригин А.В., Хохлова А.П., Маслова Н.А.* Изучение эффективности эксплуатации автоматизированной аквапонной установки в зависимости от режимов её работы // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11. С. 90–96.
- Лавровский В.В.* Рост и изменчивость карпа в замкнутой системе «овощи – рыба» // Тез. докл. Всесоюзного совещания по рыбоводству в замкнутых системах (25–27 фев.) М.: ВНИИПРХ, 1986. С. 11–12.
- Лавровский В.В., Апостол П.А., Есавкин Ю.И.* Совместное выращивание рыб и овощных культур в замкнутой гидропонной системе // Тез. докл. всес. совещания по новым объектам и новым технологиям рыбоводства на тёплых водах, пос. Рыбное, окт. 1989. М.: ВНИИПРХ, 1989. С. 19–21.
- Лавровский В.В., Завьялов А.П.* Методические разработки по курсу рыбоводства. Замкнутые рыбоводные системы (специальность 1506). М.: Изд-во МСХА. 1998. 16 с.
- Львов Ю.Б.* Проблемы сохранения и эксплуатации внутренних водных ресурсов // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1–3. С. 310–314.
- Львов Ю.Б.* Направленное воздействие на экосистему водоёма с целью увеличения выхода полезной продукции // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2011. № 9. С. 49.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Изд-во Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Проскуренок И.В.* Замкнутые рыбоводные установки. М.: ВНИРО, 2003. 152с.
- Руднев М.Ю., Васильев А.А., Руднева О.Н.* и др. Проект использования аквапонной установки малой мощности при выращивании осетра // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий: Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 14–15 апреля 2022 года. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. С. 514–520.
- Санитарно-гигиенические нормы 42-123-4619-88 «Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения»* (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 30 мая 1988 г. N 4619-88) (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://base.garant.ru/58057399/> (дата обращения 15.07.2024).
- Стигни Р.* Принципы тепловодной аквакультуры. М.: Агропромиздат, 1986. 386 с.
- Умпелев В.Л., Мухаметшина Е.Н., Попов Э.И.* Опыт использования гидропонии

на рыбководной установке с рециркуляцией воды // Тез. докл. всес. совещания по рыбководству в замкнутых системах (25–27 фев.) М.: ВНИИПРХ, 1986. С. 27–28.

Lennard W.A., Leonard B.V. A comparison of three different hydroponic sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an aquaponic test system // *Aquacult. Int.* 2006. V. 14. N. 6. P. 539–550.

Lewis M.M., Yopp J.H. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system // *Trans. Amer. Fish. Soc.* 1978. V. 107. N. 1. P. 92–99. *Liu M, Yuan J, Ni M, Gu Z.* Effect of Water Spinach Floating Bed and *Chlorella pyrenoidosa* on Water Quality and Shrimp Growth in an Aquaponics System // *Polish J. Environmental Studies.* 2022. V. 31. N. 1. P. 189–198. doi:10.15244/pjoes/137330.

Myrtry M.R., Sanders D.C., Cure J.D., Hodson R.J. Effects of biofilter (Cultured tank volume ratios on productivity of a recirculating fish) vegetable co-culture system // *J. Appl. Aquacult.* 1997. V. 7. N. 4. P. 33–51.

Nagel L.C.A. Combined production of fish and plants in recirculating water // *Aquaculture.* 1977. V. 10. N. 1. P. 17–24.

Watten B.J., Busch R.L. Tropical production of tilapia (*Sarotherodon aurea*) and tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in a small-scale recirculating water system // *Aquaculture.* 1984. V. 41. N. 3. P. 271–283.

**JOINT CULTIVATION OF FISH AND VEGETABLE CROPS
IN AN AQUAPONICS SYSTEM USING FLOATING BEDS**

© 2024 y. I.A. Korochensky¹, G.I. Pronina¹, A.V. Zhigin^{1,2}

*1 – Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Russia, Moscow, 127550*

*2– Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Russia, Moscow, 105187*

Comparative results of the cultivation of Silver crucian carp in conditions of aquarium circulation systems are presented, in one of which aquaponic cultivation of tomatoes and peppers on a floating bed in a fish tank was used. In comparison with the control, a significant improvement in hydrochemical parameters for dissolved oxygen and a group of nitrogen-containing compounds was noted in the experimental aquarium. The ratio of the specific formation as a result of the vital activity of fish and the absorption of nitrates by plants was 0,8 units. The results showed that for 1 kg of ichthyomass, 26 tomato plants or 34 bell pepper bushes can be planted on a floating bed. In the obtained fruits, the nitrate content turned out to be 2 times lower than the MPC for open and 4 times lower than the MPC for protected soil. The increase in the total ichthyomass of crucians in the experiment turned out to be 1,6 times higher, and feed costs 1,5 times lower than in the control. At the same time, the fish productivity of the aquarium with a floating vegetable garden increased by 9,7%.

Keywords: aquaponics, Silver crucian carp, *Carassius gibelio*, floating beds, fish hatchery, hydrochemical indicators.