

## **Рыбоводные показатели рыб при выращивании в аквапонике**

*К.Н.Сыздыков, Ж.К. Куржыкаев, С.Н. Нарбаев,  
Ж.Б. Куанчалеев, Э.Б. Марленов*

1

### **Аннотация**

Актуальность работы обусловлена необходимостью развития современных высокотехнологических методов рыбоводства, в частности выращивания рыб в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) с использованием инновационных технологий.

Научная новизна проекта заключается в том, что впервые в Казахстане будут разработаны рыбоводно-биологические показатели для рыб при выращивании в условиях применения системы аквапоники.

Объекты исследования – рыбы различных видов, выращиваемые в УЗВ, а также растения, пригодные для совместного выращивания.

Цель работы – определение основных рыбоводно-биологических показателей для различных видов рыб при выращивании в условиях аквапоники.

Сбор и обработка материалов проводились по общепринятым в ихтиологии методикам с последующим их анализом на ПК. Результаты будут рекомендованы в рыбоводные хозяйства, применяющие технологии с применением установок замкнутого водоснабжения.

В ходе исследований были определены основные виды рыб подходящие для совместного выращивания с растениями по различным критериям (выделение в воду необходимого количества химических соединений, необходимых для тех или иных видов растений, качество рыбной продукции при кормлении комбикормами с различными химическими составами, гидрохимический анализ воды, рыночная стоимость товарной рыбы и др.). Установлены основные рыбоводно-биологические показатели для рыб, выращиваемых с применением системы аквапоники.

### **Ключевые слова**

Рыбы, растения, биофильтр, фитофильтр, гидрохимия, тилапия, клариев сом, карп, осетр.

### **Введение**

В программе «Агробизнес-2020» ставится задача довести объем производства товарной рыбы в республике к 2020 году до 15 тыс.

тонн. В этой связи, исследования в области аквапоники является одной из важнейших задач для достижения установленных

показателей. При адаптации и оптимизации технологических процессов, аквапоника может стать наименее затратным способом ведения комплексного сельского хозяйства.

Перспективное развитие рыбоводства возможно благодаря применению высокотехнологических и экономически выгодных методов, ведущих к получению высококачественной продукции данной отрасли. Одним из перспективных направлений аквакультуры является выращивание ценных видов рыб в УЗВ.

Однако, в процессе содержания рыб в устройствах замкнутого водоснабжения возникает вопрос о нейтрализации органических соединений (продуктов метаболизма рыб), накапливаемых в воде. Для решения данной проблемы используются различные оборудования (биологические фильтры).

Аквапоника - комбинированный метод выращивания рыб и растений совместно в рециркуляционной экосистеме с использованием природных бактериальных циклов для преобразования рыбных

отходов в питательные вещества для растений. Это экологически чистый метод, который использует лучшие атрибуты аквакультуры и гидропоники без необходимости добавлять химические удобрения, выбрасывать воду или фильтрат [1,2,3,4].

Аквапоника - это система, где растения и рыбы выращиваются вместе в симбиозе. Продукты жизнедеятельности рыб обеспечивают питанием растения, а растения, в свою очередь фильтруют воду, которая возвращается к рыбам. Аквапоника является частью промышленного сельхозпроизводства и представляет собой симуляционную комбинированную экосистему автоматического и полуавтоматического контроля за состоянием водной среды, температуры и освещения, при автомеханическом гидропонном способе выращивания растений. Симбиотическая составляющая аквапоники представляет собой симбиоз существования разводимых искусственным путём пресноводных животных, гидропонных культур сельскохозяйственных растений и колонии перерабатывающих органические остатки бактерий [5,6,7,8,9].

## Материалы и методика исследования

Научные исследования проводилась на базе научно-исследовательского центра "Рыбное хозяйство" Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина, г. Астана.

Материалом для исследования послужили объекты аквакультуры - сибирский осетр (*Acipenser baerii*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), клариевый сом (*Clarias gariepinus*),

тиляпия (*Tilapia*) и карп (*Cyprinus carpio carpio*).

Для проведения экспериментальной работы были сконструированы установки для комбинированного выращивания рыб и растений в аквапонике:

аквапонная установка в теплице и аквапонная установка в помещении (лаборатории НИЦ РХ).

Техническая характеристика аквапонных установок представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики аквапонных установок

Показатель	Система аквапоники	
	Аквапонная установка в теплице	Аквапонная установка в помещении
Общий объем, л	1800	1500
Объем рыбоводных емкостей, л	1200	900
Объем фитофильтров, л	600	600
Площадь фитофильтров, м <sup>2</sup>	5,76	5,76
Тип освещенности	Естественная	Искусственная
Мощность насосов, ватт	50	22
Проточность, л/час	1750	1500

Для характеристики гидрохимического режима в бассейнах аквапонных установок отбирались пробы воды. Исследования проводились по стандартным методикам. Контроль гидрохимического режима проводился по следующим основным показателям (параметрам) - содержание кислорода (O<sub>2</sub>), углекислого газа (CO<sub>2</sub>), pH - среда, температура воды (t<sup>0</sup>C), а также содержание нитратов (NO<sub>3</sub>) и нитритов (NO<sub>2</sub>). [9]Для ихтиологических

#### Основные результаты исследования

На основании проведенных исследований нами получены следующие результаты. В виду биологических особенностей тилляпии и клариевого сома выдерживать значительное

исследований применялись общепринятые методы исследования, принятые в рыбоводстве. Скорость роста исследуемых рыб производилась по методике Ю.А. Превезенцева, Чугуновой Н.И. [10, 11]. Ихтиологический анализ включает в себя определение линейных размеров, веса, упитанности. Определение линейно-весовых показателей проводилось по методикам И.Ф. Правдина [12].

повышение температурного режима было принято решение производить экспериментальное выращивание этих видов в тепличном комплексе, так как температура воды зачастую

подымалась более 27<sup>0</sup>С, что было бы критичным для других видов, таких как осетр или стерлядь. Отхода рыб за период эксперимента (122 дней) не

наблюдалось. Рыбоводно-биологические показатели тилляпии за период выращивания в тепличном комплексе представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рыбоводно-биологические показатели тилляпии за период экспериментального выращивания в аквапонной установке тепличного комплекса

Показатели	Ед. изм.	Значения
Период выращивания	сутки	122
Отход в условиях аквапоники	%	0
Начальная масса особей	г	156±11
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	13,5
Конечная масса	г	348±36
Абсолютный прирост	г	192
Среднесуточный прирост	г	1,57
Относительный прирост	%	123
Кормовой коэффициент	Ед	1 – 1,5

Параллельно производились исследования рыбоводно-биологических показателей молоди клариевого сома, выращиваемых в аналогичной аквапонной установке

тепличного комплекса. Результаты рыбоводно-биологических показателей клариевого сома представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Рыбоводно-биологические показатели сеголеток клариевого сома в аквапонной установке тепличного комплекса

Показатели	Ед. изм.	Значения
Период выращивания	сутки	112
Отход в условиях аквапоники	%	0
Начальная масса особей	г	63±4
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	10,4
Конечная масса	г	161±14
Абсолютный прирост	г	98
Среднесуточный прирост	г	0,88
Относительный прирост	%	155
Кормовой коэффициент	Ед	1,5 – 1,7

Исходя из таблиц 2 и 3 можно сделать вывод, что условия выращивания тилляпии в аквапонном модуле тепличного комплекса полностью

удовлетворяют потребностям их содержания, так как значительных изменений в конечных размерно-весовых показателях не наблюдалось. Что не скажешь о

приросте клариевого сома, скорость роста которого снизилась по сравнению с аналогичной возрастной группой выращиваемых в УЗВ практически в 2,7 раза. Относительный прирост тилпии за период эксперимента составил 123% и 155% для клариевого сома, хотя аналогичная возрастная группа увеличила свой прирост на 419%. Значительно меньший абсолютный прирост обусловлен колебаниями температурного режима в ночное время, показатель которого иногда составлял менее 17<sup>0</sup>С.

В аквапонных установках, размещенных в помещении НИЦ РХ выращивались в одной - совместно стерлядь и сибирский осетр, а во второй находились трехлетние карпы. Совместное

Таблица 4 – Рыбоводно-биологические показатели стерляди выращиваемых в аквапонной установке в помещении

Показатели	Ед. изм.	Значения
Период выращивания	сутки	120
Отход в условиях аквапоники	%	0
Начальная масса особей	г	1832±57
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	10,6
Конечная масса	г	2217±63
Абсолютный прирост	г	385
Среднесуточный прирост	г	3,2
Относительный прирост	%	21
Кормовой коэффициент	Ед	1,4

Относительный прирост стерляди за период выращивания составил всего 21%, что практически соответствовало показателю аналогичной возрастной группе из УЗВ. Небольшой прирост обусловлен небольшим объемом бассейна (400

литров), а также физиологическим содержанием стерляди и сибирского осетра было связано с тем, что у них схожие физиологические и биологические особенности. Для компенсации недостатка освещения для рыб и растений для аквапонных установок в лаборатории установлены были специализированные осветительные платформы с возможностью регулирования высоты освещения.

За период выращивания рыб в аквапонной установке, размещенной в помещении, выживаемость каждого вида составила 100%. Рыбоводно-биологические показатели рыб выращиваемых в аквапонных модулях помещения НИЦ РХ представлен в таблицах 4, 5 и 6.

состоянием рыб, которые преодолели период быстрой скорости роста. Отхода, как и в предыдущих случаях не наблюдалось. Кормовой коэффициент составил 1,4 при суточном рационе 1,5%.

Таблица 5 – Рыбоводно-биологические показатели осетров выращиваемых в аквапонной установке в помещении

Показатели	Ед. изм.	Значения
Период выращивания	сутки	120
Отход в условиях аквапоники	%	0
Начальная масса особей	г	1784±82
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	10,9
Конечная масса	г	2164±73
Продолжение таблицы 5		
Абсолютный прирост	г	380
Среднесуточный прирост	г	3,1
Относительный прирост	%	21
Кормовой коэффициент	Ед.	1,4

Таблица 5 показывает, что относительный прирост осетра за период выращивания составил всего 21%, что практически соответствовало показателю аналогичной возрастной группе из УЗВ. Небольшой прирост обусловлен небольшим объемом

бассейна (400 литров), а также физиологическим состоянием рыб, которые преодолели период быстрой скорости роста. Следует отметить равномерный рост как стерляди, так и осетра за весь период выращивания.

Таблица 6 – Рыбоводно-биологические показатели карпа выращиваемых в аквапонной установке в помещении

Показатели	Ед. изм.	Значения
Период выращивания	сутки	120
Отход в условиях общего УЗВ	%	0
Начальная масса особей	г	1167±38
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	12,4
Конечная масса	г	1520±72
Абсолютный прирост	г	353
Среднесуточный прирост	г	2,9
Относительный прирост	%	30
Кормовой коэффициент	Ед.	1,2

Относительный прирост карпов из аквапонного модуля был на уровне аналогичной возрастной группы из УЗВ и составлял 30% при кормовом коэффициенте 1,2. Отхода за весь период выращивания не наблюдалось.

Таким образом, на основании полученных рыбоводно-биологических показателей в ходе исследования можно сделать вывод, что все объекты аквакультуры, кроме клариевого сома показали хороший рост как

относительный, так и абсолютный, который соответствует аналогичным возрастным группам из установок замкнутого водоснабжения. Что касается клариевого сома, то его прирост был в 2,7 раза меньше по сравнению с аналогичной

возрастной группой из УЗВ, или 155% против 419%. Это связано с перепадами температурного режима в ночное время в тепличном комплексе, на что сом реагировал плохой поедаемостью корма.

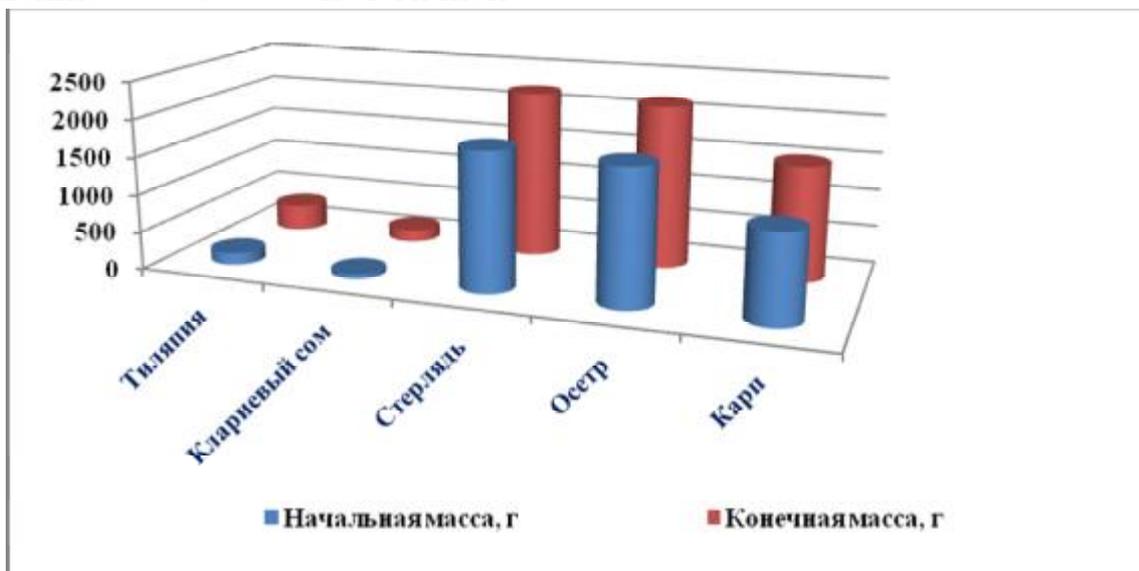


Рис. 1. Динамика массы рыб в период экспериментальных исследований в аквапонной установке

Как отражено в рисунке 1 масса рыб в период эксперимента значительно изменяется к концу исследований. Так, например, у тилапий и клариевого сома конечная масса по отношению к начальной увеличилась соответственно на 44,8% и 39,1%. У осетровых рыб (стерляди и

сибирского осетра) и карпа данные показатели значительно выше и конечная масса увеличилась у стерляди до 82,6%, сибирского осетра до 82,4% и у карпа до 76,7%. Это свидетельствует о адаптационных способностях рыб к условиям содержания их.

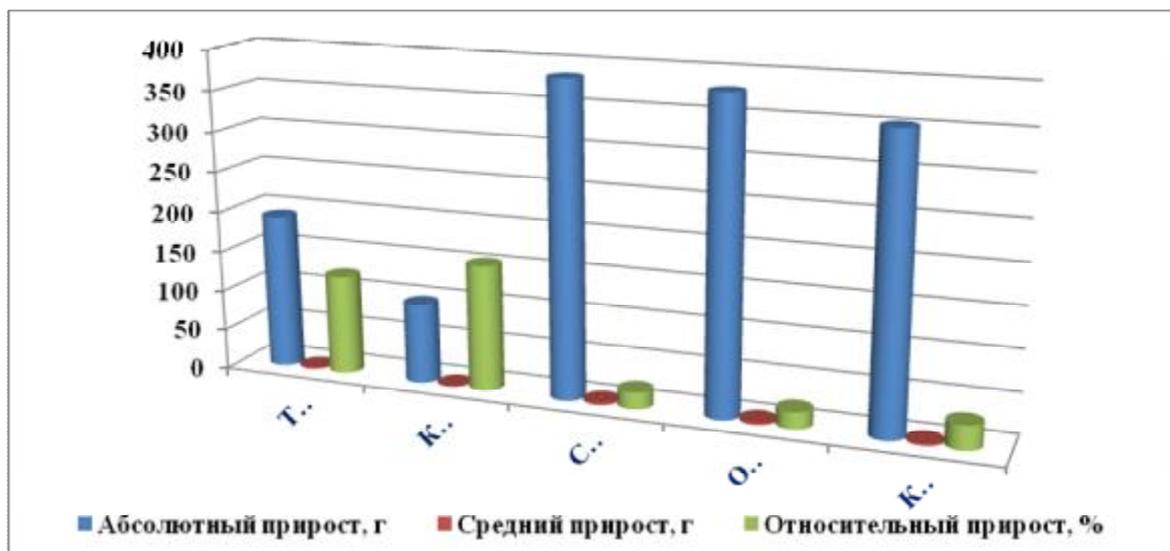


Рис. 2. Динамика роста рыб в период экспериментальных исследований в аквапонной установке

Вместе с тем на рисунке 2 достаточно хорошо иллюстрируется темп роста рыб при выращивании совместно с растениями в аквапонной установке. Как видно, из всех представленных видов рыб наиболее интенсивный темп роста

у тидяпии и клариевого сома, хотя абсолютный прирост стабильный и высокий у осетровых и карпа. Что касается среднего прироста, то он практически стабильно на одном уровне у всех представленных в эксперименте видов рыб.

### Обсуждение полученных данных и заключение

Изучены вопросы определения наиболее пластичных и адаптированных видов рыб. Установлены морфо-биологические аспекты скорости роста и развития их при выращивании в аквапонной установке, установлены виды растений, наиболее приемлемые к совместному выращиванию с рыбами. Определены симбиотические показатели растений и рыб.

Для достижения поставленных задач проводилось переоборудование установок замкнутого водоснабжения. В аквапонной системе установки

замкнутого водоснабжения с целью улучшения гидрохимического режима вместо традиционного биологического фильтра с загрузкой бишарами применен фиточиститель. Свойство фиточистителя - поглощение продуктов метаболизма рыб корнями высаженных растений. В данном случае эффективность фиточистителя отражается в качественном изменении гидрохимического режима. Надо отметить, что при увеличении массы корневой системы растений наблюдается тенденция к снижению концентрации нитратов

и нитритов в воде, улучшается кислородный режим. Это благоприятно сказывается на темпе роста и развития рыб. Вместе с тем в наших исследованиях установлено, что при формировании аквапонной установки немаловажное значение имеет вид рыб. Нами установлено, что наиболее пластичными в данных условиях выращивания являются такие виды рыб, как тилапия и клариевый сом. Данные виды рыб наиболее неприхотливы к содержанию в бассейне и что немаловажно не требовательны к содержанию кислорода. Наши исследования свидетельствуют также о том, что симбиотическая характеристика рыб и растений зависит от конструктивных особенностей аквапонной установки. В частности при установке аквапонной установки в теплицах наиболее приемлемы тилапии и клариевые сомы. При конструировании аквапонной установки в помещении, в нашем случае в лаборатории НИЦ РК, наиболее пластичными были карп и осетровые.

Полученные результаты были сравнены с результатами

исследований других авторов. Так технологические процессы по применению аквапонии апробированы американскими учеными Университет Виргинских островов (James Rakocy). Ими установлены комбинации и наиболее приемлемые виды рыб для совместного выращивания, определялись количественное соотношение рыб и растений, определялся кормовой коэффициент - отношение количества корма, которым необходимо кормить рыб ежедневно к площади участка для выращивания растений. Анализируя полученные данные ученых Виргинского университета, нами установлено так же, что наиболее пластичным видом рыб являются тилапии. Которых возможно выращивать в установках замкнутого водоснабжения как в теплицах с открытым грунтом, так и в помещениях. Эти методы совместного выращивания рыб и растений достаточно приемлемы для суровых климатических условий Северного и Центрального Казахстана.

### **Список литературы**

- 1 Сборник информационных материалов по теме: «Аквапоника – технология сельского хозяйства будущего». - Белгород, ОГАУ «ИКЦ АПК», 2015. – 4 с.
- 2 Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. – М.: Агропромиздат, 1990. -156 с.
- 3 Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 384 с.
- 4 Основы осетроводства в условиях замкнутого обеспечения для фермерских хозяйств. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. -112 с.
- 5 Rakocy J/E., 1997. Evaluation of commercial-scale aquaponics unit for the production of tilapia and lettuce. – In tilapia aquaculture. Proceed. – From the fourth int. symp. on tilapia in aquaculture. – P. 357-372

- 6 Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 152 с.
- 7 Спотт С. Содержание рыб в замкнутых системах. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 192 с.
- 8 Якоб Брайнбалле. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. – Копенгаген: ФАО, 2010. – 74 с.
- 9 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши /д-р хим. наук проф. А.Д. Семенов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
- 10 Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1959. – 165 с.
- 11 Превезенцев Ю. А. Практику по прудовому рыбоводству. - М.: Пищевая промышленность, 1982. – 23 с.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

### **Түйін**

Определены симбиотические виды рыб и растений, которые будут давать наибольший выход продукции при совместном выращивании с минимальным внешним воздействием. Была дана оценка закономерности скорости роста рыб в различных климатических, гидрохимических и ихтиологических условиях и рыбоводно-биологические показатели тилпии, клариевого сома, карпа и осетровых рыб при выращивании в аквапонной установке. Была переоборудована установка замкнутого водоснабжения, путем конструктивной замены биологического фильтра, использующий денитрифицирующие бактерии, на фитофильтр, поглощающий продукты метаболизма корнями растений.

### **Summary**

Symbiotic species of fish and plants are identified, which will give the greatest yield of production when co-cultivated with minimal external impact. The regularity of fish growth rate in various climatic, hydrochemical and ichthyological conditions and the fish-biological indicators of tilapia, clareef catfish, carp and sturgeon fish during growing in a aquapon plant were estimated. The installation of closed water supply was re-equipped, by constructive replacement of a biological filter, using denitrifying bacteria, on a phytofilter that absorbs metabolic products by plant roots.