



УДК 639.3; 631.589.2; 631.17.

**AQUAPONIKA - A PERSPECTIVE DIRECTION OF AQUACULTURE  
АКВАПОНИКА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ****Koryagina N.Yu. / Корягина Н.Ю.***к.б.с./к.б.н.*

ORCID: 0000-0001-8556-2202

**Lvov Yu.B. / Львов Ю.Б.***с.с./h.s./к.с/х.н.**FSBSI All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Culture,**Russia, Moscow region, Noginsk, pos. Vorovskogo, Sergeeva street, 24.**ФГБНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства,**Россия, Московская область, Ногинский р-н, пос. Воровского, ул. Сергеева, д.24.*

**Аннотация.** Интеграция в аквакультуре не всегда дает ожидаемый положительный результат. Причиной могут служить попытки объединить в системы малосовместимые по определенным параметрам организмы, или несбалансированность создаваемых систем. В работе рассматриваются ключевые моменты организации и использования сбалансированных аквапонных установок. Принцип работы аквапоники основан на взаимовыгодном влиянии биологических компонентов системы: водных организмов (рыб, моллюсков, речных раков), растений и микроорганизмов. Нарушения жизнедеятельности одного из трех компонентов аквапоники приводит к дисбалансу системы в целом, что сказывается (болезни, гибель) и на других организмах системы. При анализе существующих аквапонных систем авторами были определены основные компоненты, параметры функционирования, значимость системы, актуальность использования и перспективы применения.

**Ключевые слова:** аквапоника, рыбы, растения, микроорганизмы.

**Вступление.**

В технологических процессах по производству продукции часто совмещают различные процессы (интегрируют), тем самым повышая выход конечной продукции и сокращая затраты на производство. Однако, в процессе объединения не всегда получают положительный результат, что связано с несовместимостью отдельных компонентов в единую систему. Особое значение интегрированные технологии получают в рыбоводстве, с учетом рационального использования пригодных площадей, специфики производства и т.д. Так, например, при выращивании птицы и рыбы на одном водоеме, велика вероятность чрезмерного загрязнения водоема отходами жизнедеятельности птицы, что в свою очередь приводит к гибели рыбы.

На сегодняшний день это одна из актуальных проблем. Для её разрешения необходимо разработать способы производства продукции, основанные на симбиотических связях биологических компонентов создаваемой системы, главным образом – взаимополезных.

Цель данной работы – проанализировать интегрированную технологию производства рыбоводной продукции не только позволяющую увеличить выход продукции производства, но и рационально использовать имеющиеся площади, решать вопросы экологии окружающей среды.



### Основной текст

Наиболее рациональным производством нескольких видов продукции является аквапоника.

*Аквапоника* (лат. *Aqua* — вода, греч. *πόνοϛ* — работа) - комбинированный метод выращивания водных организмов (рыб, моллюсков, ракообразных, водорослей) и растений совместно в рециркуляционной системе с использованием природных бактериальных циклов для преобразования отходов водных организмов в питательные вещества для растений. Аквапоника использует лучшие, современные приёмы аквакультуры и гидропоники. Аквакультура (от *Aqua* — вода и *cultura* - возделывание, разведение, выращивание, уход) - разведение и выращивание водных организмов в контролируемых условиях (в естественных и искусственных водоемах, на специально созданных плантациях), для повышения эффективности производства. Однако аквакультура имеет ряд недостатков, одним из которых является накопление поллютантов, генерирующих аммиак и нитриты и чтобы избежать негативное влияние на культивируемые организмы, необходимо минимизировать или удалять загрязняющие вещества.

Гидропоника (от *гидро* — вода и др.-греч. *πόνοϛ*, *ρόνοϛ* — работа) — выращивание растений на искусственных, питательных средах без почвы, в контролируемых условиях (питания для корневой системы, концентрации углекислого газа в воздухе, температуры воздуха и корнеобитаемого пространства, влажности воздуха, интенсивности и продолжительности освещения) для получения высоких урожаев, лучшего качества и за более короткие сроки. Тем не менее, гидропоника также имеет ряд недостатков: повышенные энергоёмкость, ресурсоемкость, трудоемкость; загрязнение среды синтетическими удобрениями [1].

Объединение двух этих технологий производства сельскохозяйственной продукции в единую систему, которую сегодня мы называем аквапоникой, даёт возможность избавиться от многих, присущих им недостатков.

Первой формой аквапоники для сельскохозяйственного использования считаются искусственно создаваемые ацтеками острова — чинампы. Растения выращивались на закреплённых (иногда плавающих) на мелководье островах, а удобрения извлекались из каналов между чинампами, окружающих города, и использовались для орошения растений вручную [2, 3]. Другим историческим примером может служить - возделывание риса на заливных полях в сочетании с рыбой в Южном Китае, Таиланде и Индонезии [4].

Начиная с XX века, исследованиями в области аквапоники занимались многие научные учреждения (университет Виргинских островов (UVI) [5], университеты в Китае [6, 7], университеты штата Северная Каролина [8], на НИС в Летбридже, в Альберте в Канаде). На сегодняшний день разработано множество аквапонных систем, предназначенных для выращивания растений и рыбы, в различных климатических и территориальных условиях, с недостатком воды, или когда имеющаяся вода не отвечает требуемому качеству.

Аквапоника является производством продукции (рыбы и растений) с полностью управляемыми процессами, подобно промышленным



индустриальным производствам (заводам, фабрикам). Основу производства составляет баланс между основными биологическими компонентами системы: рыбой, микроорганизмами и растениями, за которыми ведется постоянный аппаратный контроль. Как правило, в системе используются приборы (аэраторы, насосы и т.д.), позволяющие поддерживать благоприятные условия для её составных компонентов. В случае нарушения работы одного из компонентов, в системе возникает сбой, часто приводящий к гибели культивируемых организмов.

Основными компонентами аквапоники являются: технические составляющие, биологические компоненты и вода - как связывающая субстанция.

Для работы аквапонных систем используются технические составляющие: - аэраторы, позволяющие насыщать емкости с рыбой, кислородом необходимым для их жизнедеятельности; - насосы, позволяющие обеспечить циркуляцию воды в системе; - механические фильтры, способствующие задержанию твердых частиц; - ёмкости для аквакультуры и растений; - детали системы, связывающие её блоки (стойки, подставки, крепления) и пр.

Биотические компоненты системы: водные организмы (рыбы, моллюски, речные раки, креветки), растения, микроорганизмы. Водные организмы обеспечивают питанием растения, бактерии перерабатывают отходы водных организмов в доступные для растений вещества, а растения очищают воду поглощая из нее биогенные вещества.

Вода, в аквапонной системе имеет очень большое значение так как является средой обитания всех организмов системы и является связующим и транспортным компонентом системы. Растения через неё получают питательные вещества, а рыба и микроорганизмы получает кислород. Вода переносит энергию в виде тепла и эвакуирует из системы отходы жизнедеятельности. Культуральная вода может использоваться непрерывно в течение многих лет.

Основными показателями качества воды, обеспечивающими приемлемые для каждого организма системы параметры существования, являются: растворенный кислород, рН, температура воды, аммиак, нитраты, нитриты и карбонатная жесткость (табл. 1).

**Таблица 1**

**Диапазоны для параметров качества воды в аквапонных системах**

Показатели	Референсные значения
рН	6-7
Температура воды	18-30°C
Растворенный кислород	5–8 мг/л
Аммиак	0 мг/л
Нитрит	0 мг/л
Нитрат	5-150 мг/л
Жесткость карбонатная	60-140 мг/л

Источник: [1]



В аквапонной системе все компоненты должны находиться в динамическом равновесии – сбалансированно, за счет их мутуалистических взаимосвязей. Для достижения максимальной производительности от аквапоники требуется поддержание соответствующего баланса – соотношения биомассы - между рыбой, спросом на питательные вещества растений и достаточными площадями для роста бактериальных колоний, преобразующих все отходы в питательные вещества.

Для определения производительности системы необходимо учитывать, что для выращивания короткоциклового растения требуется как минимум 4 недели культивирования. Предположим, что надо собирать, при непрерывном производстве, 25 растений [1] в неделю, тогда общее необходимое количество растений определяется следующим образом (1):

$$25 \text{ кустов/неделю} \times 4 \text{ недели} = 100 \text{ кустов растений в системе} \quad (1)$$

Каждые 25 растений требуют  $1\text{м}^2$  пространства для выращивания, поэтому общая площадь для их выращивания составит (2):

$$100 \text{ кустов} \times \frac{1\text{м}^2}{25 \text{ кустов}} = 4\text{м}^2 \quad (2)$$

Каждый квадратный метр пространства для выращивания растений требует в день такое количество биогенных веществ которое даёт 50г корма скормленное рыбе, поэтому корма потребуется (3):

$$4\text{м}^2 \times \frac{50\text{г корма/день}}{1\text{м}^2} = 200\text{г корма/день} \quad (3)$$

Рыба, при использовании качественных кормов, потребляет 2-4% от массы тела в день, поэтому рыбы необходимо (4):

$$200\text{г корма в день} \times \frac{2(4) \text{ г корма/день}}{100 \text{ г рыбы}} = 4\text{-}8 \text{ кг биомассы рыбы} \quad (4)$$

Это очень приблизительный эмпирический статичный расчёт компонентов аквапонной системы. Однако, в зависимости от конкретных условий он может помочь сориентироваться при создании подобных систем.

Аквапонику можно использовать:

- для **получение экологически чистой продукции аквакультуры и растениеводства**. При производстве продукции в аквапонике не используются удобрения и ядохимикаты для растений, так как они могут отрицательно сказаться на других культивируемых организмах. Это позволяет получать экологически чистые растения и рыбу. Так же, так как цикл производства в аквапонике замкнутый, не происходит загрязнение окружающей среды



отходами производства.

- **с целью ресурсосбережения (вода, удобрения, энергия, площади).** Технологические процессы системы базируются на замкнутом цикле использования воды, тем самым значительно сокращая потребности в ней. Сокращаются затраты на приобретение удобрений, из-за неиспользования их в системе. Значительно сокращаются площади, занимаемые производством продукции, за счет использования интенсивных технологий и одной и той же площади на производство и растений и рыбы.

- **для сокращения логистических затрат (приближение производства к потребителю).** За счет возможности использования аквапонных установок в городской местности в виде компактных, замкнутых систем - появляется возможность приблизить производство продукции к потребителю, и тем самым сократить затраты на логистику.

- **сохранения окружающей среды (безотходное производство).** В процессе производства отходы от водных организмов поступают на переработку в биофильтры, где преобразуются в доступные питательные вещества необходимые растениям, которые очищают водную среду.

- **для использования в образовательном процессе в школе и в ВУЗах.** Данная система может использоваться в учебном процессе в школе и в ВУЗе, в качестве наглядного пособия: учащиеся (студенты) могут изучать кругооборот веществ и получать практический опыт работы в одном из самых перспективных сельскохозяйственных направлений в мире.

#### **Заключение и выводы.**

В данной работе были рассмотрены аквапонные, искусственно созданные системы, в которых одновременно функционируют три различных организма – бактерии, растения и водные животные (рыбы, моллюски, речные раки, креветки), каждый из которых дает возможность существовать двум другим. Прекращение функционирования одного из организмов приводит к деструкции аквапонной системы и неизбежно ведёт к гибели других организмов. Основным критерием для аквапонных систем может служить баланс культивируемых организмов, определяющих поток вещества и энергии в этих системах.

Исходя из анализа данных по системе, можно прогнозировать разработку перспективных направлений на базе аквапоники:

- дачные установки на частном подворье для удовлетворения собственных потребностей в качественных продуктах питания
- коррекция антропосреды, оптимизация микроклимата в офисных и учебных помещениях
- создание релаксационных зон на производстве и общественных зданиях
- системы производства продуктов питания в автономных условиях обитания человека (космос и обживаемые планеты, подводные станции, глубокое заполярье, подземные бункеры и т. д.)

#### **Литература:**

1. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Paper – Rome:



Fisheries and Aquaculture Technical FAO, 2014: - № 589. - 262 pp.  
ISBN: 9789251085325

2. Boutwell J. Aztecs' aquaponics revamped, 2007. — P. 8.

3. Rogosa Eli. How does aquaponics work, 2013. — P. 3.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Integrated Agriculture – agriculture: A Primer, Issue 407. — FAO: Food & Agriculture Org., 2001. - 149p. ISBN 9251045992. ISSN 0429-9345

5. Rakocy J., Shultz R.C., Bailey D.S., Thoman E.S. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. - Belgium: Acta Horticulturae, 2004. - Vol. 648. - p. 63–69. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.648.8 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.8>

6. Duncan T. Aquaponics floating biofilter grows rice on fish ponds. <http://www.aquabiofilter.com/>.2014. Retrieved 2017-11-2.

7. Duncan T. Floating new ideas. - FAO: Waste Management and Environment (WME Magazine), 2009. - P. 33-34.

8. Fox B., Howerton R., Tamaru C. Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems. – Biotechnology, 2010. - P. 3-10.

**Abstract.** *Integration in aquaculture does not always produce the expected positive result. The reason may be attempts to unite in systems that are incompatible on certain parameters, or imbalance of the systems being created. The paper considers the key aspects of organization and use of balanced installations aquaponics. The principle of Aquaponics is based on the mutually beneficial effects of the biological components of the system: aquatic organisms (fish, mollusks, crayfish), plants and microorganisms. Violation of the vital activity of one of the three components of aquaponics leads to an imbalance of the system as a whole, what affects (illnesses, death) the other organisms of the system. When analyzing the existing aquaponic systems, the authors identified the main components, parameters of functioning, the significance of the system, the relevance of use and the prospects for use.*

**Key words:** aquaponics, fish, plants, microorganisms.

**References:**

1. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. [Fisheries and Aquaculture Technical FAO], № 589, 262 pp.

**ISBN: 9789251085325**

2. Boutwell J. (2007). Aztecs' aquaponics revamped, P. 8.

3. Rogosa Eli. (2013). How does aquaponics work, P. 3.

4. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Integrated Agriculture – agriculture. [Food & Agriculture Org.], issue 407, 149pp.

**ISBN 9251045992. ISSN 0429-9345**

5 Rakocy J., Shultz R.C., Bailey D.S., Thoman E.S. (2004). Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. [Acta Horticulturae], Vol. 648, pp. 63–69. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.648.8>

**DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.648.8**

6. Duncan T. (2014). Aquaponics floating biofilter grows rice on fish ponds. <http://www.aquabiofilter.com/>. Retrieved 2017-11-2.

7. Duncan T. (2009). Floating new ideas. [WME Magazine], pp. 33-34.

8. Fox B., Howerton R., Tamaru C. (2010). Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems. [Biotechnology], pp. 3-10.

Статья отправлена: 10.01.2018 г.

© Корягина Н.Ю.