

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕНЕТИКИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»**

**VII Национальная
научно-практическая конференция**

**СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Петропавловск-Камчатский, 5-8 октября 2022 г.

УДК 639.3:639.5
ББК 47.2
С 23

Редакционная коллегия:
Поддубная И.В., Руднева О.Н., Кузнецов М.Ю., Гуркина О.А.

С 23 Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VII национальной научно-практической конференции, Петропавловск-Камчатский, 5-8 октября 2022 г. / под ред. И.В.Поддубной; Вавиловский университет. – Саратов: Амирит, 2022. – 218 с.

ISBN 978-5-00207-102-9

В сборнике материалов VII национальной научно-практической конференции приводятся результаты исследования по актуальным проблемам аквакультуры, в рамках решения вопросов продовольственной безопасности, ресурсосберегающих технологий производства рыбной продукции и импортозамещения. Для научных и практических работников, аспирантов и обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 35.00.00 сельское, лесное и рыбное хозяйство.

Статьи даны в авторской редакции в соответствии с представленным оригинал-макетом.

Сборник подготовлен и издан при финансовой поддержке
ООО «Прометрика»
Генеральный директор Резепова Анна Владимировна

УДК 639.3:639.5
ББК 47.2

ISBN 978-5-00207-102-9

© ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2022

**Индустриальное выращивание австралийских раков с
использованием аквапоники**

Марина Львовна Калайда

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Светлана Дмитриевна Борисова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Мадина Фархадовна Хамитова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Мария Эдуардовна Гордеева

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Фархад Азатович Исмагилов

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Андрей Андреевич Калайда

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Аннотация. Предложена аквапоническая установка для индустриального выращивания *Cherax quadricarinatus* в индивидуальных ячейках труб-лотков в которых вырезаны отверстия для растений. Показано, что комплексное использование вод в замкнутом цикле для выращивания рыб, раков и растений может рассматриваться как метод современной интенсификации процесса производства объектов аквакультуры. Приведены данные по весовому и линейному росту раков и лука репчатого.

Ключевые слова: аквакультура, интенсификация, аквапоника, *Cherax quadricarinatus*, лук репчатый, масса.

Industrial cultivation of Australian crayfish using aquaponics

Marina' L. Kalaida

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Svetlana' D. Borisova

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Madina' F. Khamitova

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Maria' E. Gordeeva

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Farkhod' A. Ismagilov

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Andrey' A. Kalaida

Kazan State Power Engineering University, Kazan

Abstract. An aquaponic installation for the industrial cultivation of *Cherax quadricarinatus* in individual cells of tubular trays in which holes for plants are cut is proposed. It is shown that the complex use of water in a closed cycle for growing fish, crayfish and plants can be considered as a method of modern intensification of the process of production of aquaculture objects. The data on the weight and linear growth of crayfish and onion are given.

Key words: aquaculture, intensification, aquaponics, *Cherax quadricarinatus*, onion, mass.

Потребление рыбы занимает серьёзное место в мировом обеспечении населения продовольствием. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (ФАО) на долю рыбы в конце XX столетия приходилось 17 % животного белка в пищевом рационе населения планеты и 7 % всего потребляемого белка [7]. Мировые тенденции в последние годы показывают опережающий рост производства продукции аквакультуры в сравнении с объемами рыболовства [7]. Исторически в развитии аквакультуры выделяются [2]:

- экстенсивное рыбоводство, ориентированное на выращивание рыбной продукции на естественной кормовой базе в водоемах разной трофности с рыбопродуктивностью от нескольких кг/га в олиготрофных форелевых хозяйствах до 200 кг/га в эвтрофных прудовых хозяйствах;
- интенсивное рыбоводство на базе естественных водоемов, включающее увеличение плотности посадки, кормление искусственными кормами, поликультуру, различные приемы мелиорации, позволяющие повысить рыбопродуктивность до 30 ц/га;
- интенсивное индустриальное рыбоводство на базе установок с замкнутым циклом водоснабжения с адаптированными методами интенсификации для круглогодичной эксплуатации водных экосистем с возможностью увеличения рыбопродуктивности до 300 и более кг/м³.

Развитие высоко интенсивных форм индустриального рыбоводства еще более усиливает тенденции, сложившиеся к концу XX столетия, когда к методам интенсификации стали относить только те формы, которые позволяли увеличить рыбопродуктивность со скоростью, превышающей рост затрат на производство единицы рыбной продукции. В последнее время у потребителей рыбной продукции повышаются требования к качеству и разнообразию рыбы, особенно с усилением понимания понятия «здоровая еда».

Использование аквабиотехнологий в замкнутом цикле водооборота позволяет не только расширить спектр выращиваемых объектов, но и сделать производство круглогодичным, приближенным к городским условиям,

автоматизированным процессом, позволяющим контролировать как процесс выращивания, так и экологические параметры среды.

Республика Татарстан относится к числу лидирующих регионов России (5% от совокупной ВДС) в области сельского хозяйства, но при этом имеются значительные резервы для дальнейшего развития региональной аквакультуры, в том числе и за счет экспансии на внутреннем и внешнем продовольственных рынках.

Анализ производства продукции аквакультуры показывает необходимость широкого использования методов интенсификации. Это и увеличение плотности посадки рыбы при индустриальном выращивании, и использование различных комбинированных биотехнологий.

Рост доли потребления объектов аквакультуры в структуре питания – объективная тенденция связанная с рядом факторов, таких как увеличение численности населения, сокращение уловов из природных водных экосистем, необходимость в потреблении ценной белковой продукции, ориентированность на здоровый образ жизни. Если ведущую роль в структуре мировой торговли играет мороженная рыба, как наиболее удобный в хранении и транспортировке продукт, то на втором месте по объемам продаж находятся ракообразные. Последние годы в уловах доминируют омары, гастроподы, крабы и креветки [5; 6]. По данным Росрыболовства в Российской Федерации доля вылова ракообразных так же увеличивается, вылов креветок вырос на 36% – до 30 тыс. тонн [4]. В мировой добыче среди потребляемых ракообразных в настоящее время лидирует креветка белonoгая *Penaeus vannamei*, которая с 2016 года составляет около 53% от общего производства выращиваемых ракообразных [8]. На втором месте в мировой добыче флоридские или краснопалые раки *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Их вылов ориентировочно составляет 120-150 тыс. тонн, из которых на долю Европейских стран приходится лишь около 4,5 тыс. тонн. Красных болотных раков выращивают в южных штатах США, Кении, Испании, Португалии и Китае, они относятся к самым распространенным в мире интродуцированным речным промысловым ракам [9].

Для обеспечения продовольственной безопасности страны, улучшения обеспеченности населения ценными продуктами питания, а перерабатывающей промышленности – сырьем, в ближайшие годы предстоит существенно увеличить объемы производства продукции аквакультуры. Использование в этих целях отработанных вод установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) позволяет рассматривать эту биотехнологию как элемент циркулярной экономики. Особую важность имеет и создание новых рабочих мест в условиях

приближенных к городским. Раководство на базе УЗВ может стать успешным видом деятельности.

Из речных раков перспективным объектом выращивания в индустриальных хозяйствах на замкнутом цикле водоснабжения является австралийский красноклешневый рак, или краснопалый рак *Cherax quadricarinatus* (VonMartens, 1868) (рис.1). Его главными преимуществами по сравнению с раками, обитающими в средней полосе России (узкопалый рак, широкопалый рак), являются высокая скорость роста, толерантность к качеству воды, раннее созревание [3].

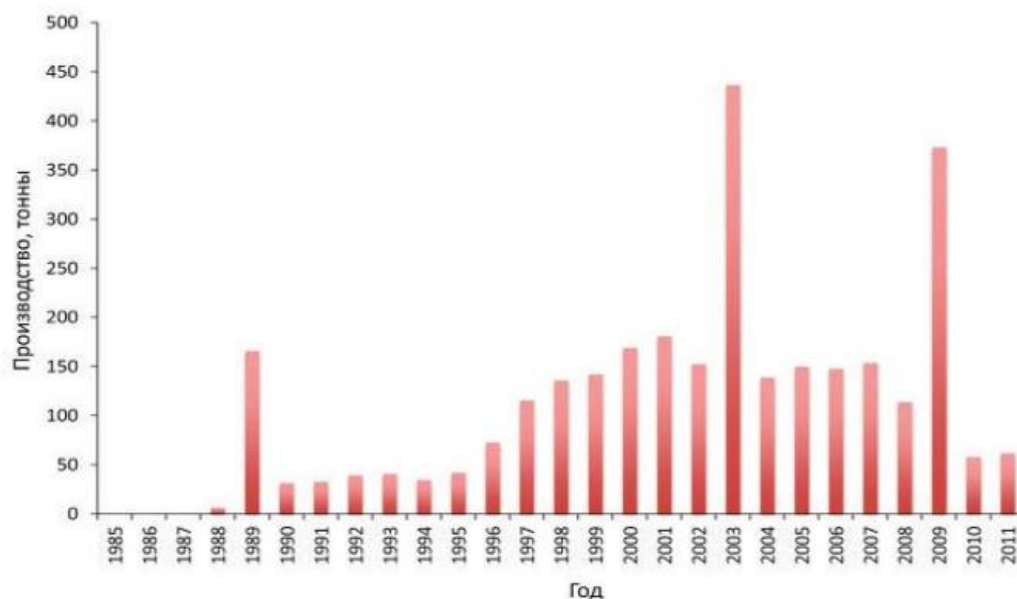


Рисунок1. Динамика мировой продукции австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* по [5,6].

Цель и задачи данного исследования – разработка технологии индустриального выращивания австралийского красноклешневого рака с использованием аквапоники и элементов циркулярной экономики по использованию отходов выращивания объектов аквакультуры для производства дополнительной ценной продукции (лука, салата, мяты, базилика и т.п.).

Материал и методы исследований. Исследования проводились на базе кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ». Объектами исследований являлись особи *Cherax quadricarinatus*, всех возрастных групп, выращенные в установке замкнутого цикла. Проводился контроль характеристик линейного и весового роста. Оценивались пол особей раков, исследовались возможности их воспроизводства, контролировались линьки (рис.2).

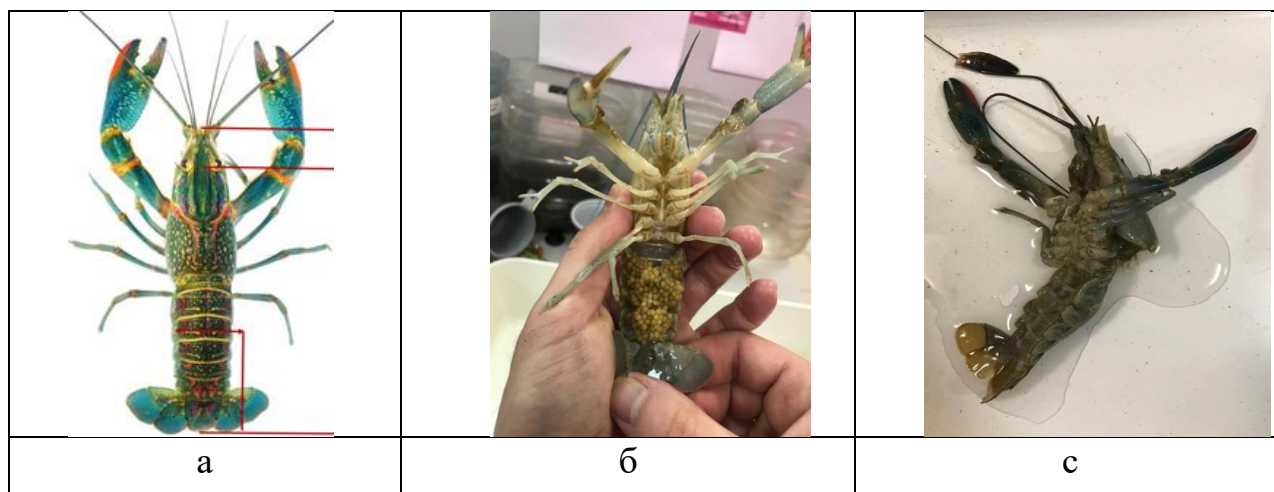


Рисунок 2. Объекты исследований австралийского рака: а) размерно-весовые характеристики; б) процесс размножения, количество икринок, молодь; с) линьки раков

Результаты и их обсуждение. Разработана аквапоническая установка (рис.3) в виде бассейна для выращивания рыбы, снабженного датчиками температуры, кислорода и pH, труб-лотков с индивидуальными отсеками для выращивания раков, в которых вырезаны отверстия для растений, распределительного отстойника и емкостей для выращивания растений. Осветительная система выполнена в виде стоек и подвесов со светодиодными фитолампами. Все емкости объединены в единую систему, обеспечивающую передачу воды от одних биологических объектов к другим, снабженную датчиками температуры, кислорода, pH и аэратором.

Эксперимент по выращиванию лука репчатого в аквапонической установке с осетровыми видами рыб и раками проводился при температуре 22-24 °C и влажности – 70-80% в течение 30 суток (рис.3,4) и был закончен в связи с достижением у всех выращиваемых растений товарной массы. Анализ полученных материалов по выращиванию зеленого лука показал:

- товарные качества лука, выращенного в условиях аквапоники, не уступают луку в торговой сети ни по внешнему виду, ни по запаху, ни по вкусу. При проведении «слепого» тестирования ни один из тестирующих не отличил лук из аквапоники от обычного;

- полный цикл выращивания составил один месяц;
- темп роста корневой системы снижается после 10 дня выращивания;
- максимальная масса лука получена при полной срезке точки роста при посадке (рис.4).



Рисунок 3. Выращивание лука репчатого и *Cheraxquadricarinatus*

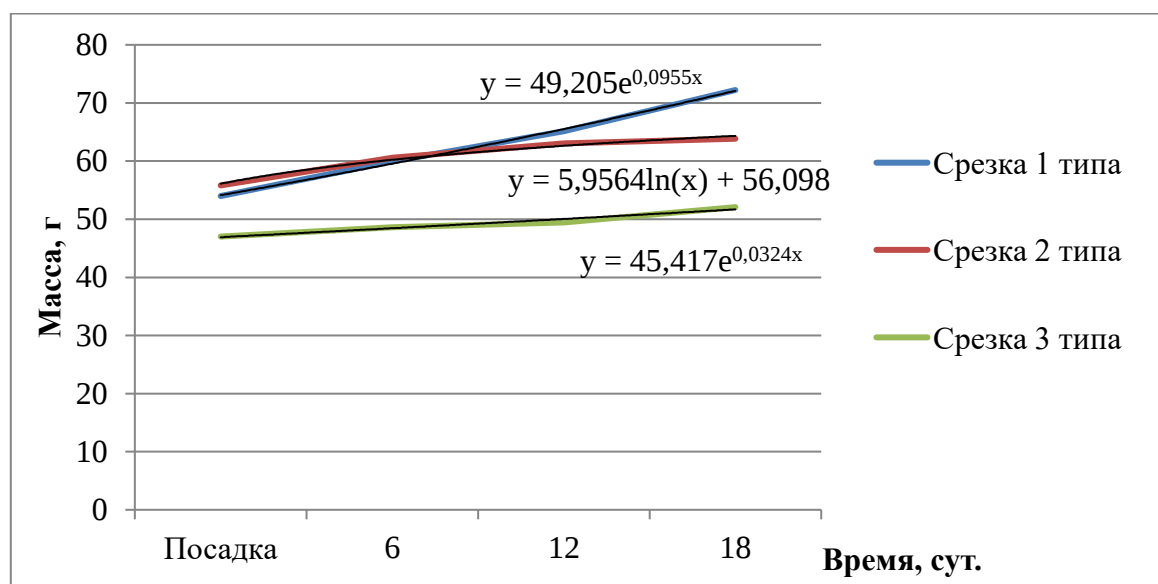


Рисунок 4. Изменение массы лука репчатого при выращивании в аквапонической системе в зависимости от типа срезки точки роста

Во всех, проведенных нами экспериментах по контролю роста раков выявлено их разделение на «быстрорастущих» и «медленнорастущих». Так, в группе особей, имеющих одинаковый возраст и сошедших с брюшка самки 10-12 ноября 2021 г. встречаются раки с промысловой длиной от 4,26 до 10,1 см. Исследование размерно-весовых характеристик раков позволило построить зависимость их массы от промысловой длины (рис.5). К 2,5 годам особи имели массу от 52,38 до 106 г. Максимальная масса отмечена у самца – 106 г. Самка аналогичных размеров, имеющая меньшие клешни, имела массу 65,4 г.

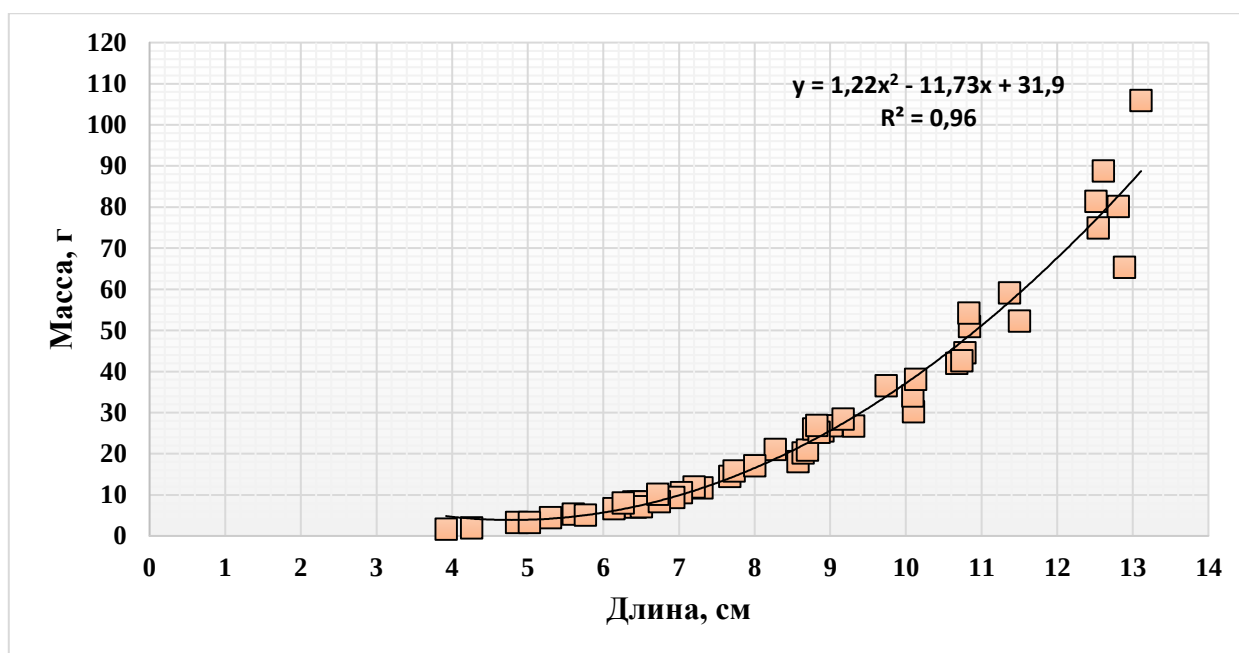


Рис. 5. Зависимость массы красноклешневых раков от промысловой длины их тела

Сравнивая рост раков в земляных прудах [1] с ростом в УЗВ можно отметить, что в условиях прудов раки достигали 45-50 г., а в УЗВ максимальная масса за аналогичный период достигала 51 г. Таким образом, весовой рост в разных условиях сопоставим. Товарная масса (около 65 г) по данным авторов [1] достигалась в условиях прудов после 9 месяцев выращивания. В условиях УЗВ масса 65 г отмечалась у раков старше 1,5 года.

Для унификации скорости роста к моменту полового созревания и избеганию каннибализма нами предложена технология модульного «клеточного» содержания раков.

Данная работа выполнена по гранту Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстанна государственную поддержку научных исследований и разработок в области агропромышленного комплекса в 2021 году от 07.10.2021 №1.

Список источников

1. Борисов, Р.Р., Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (VonMartens, 1898) / Р.Р.Борисов, Н.П. Ковачева, М.Ю. Акимова, А.В. Паршин-Чудин. - М.: Изд-во ВНИРО, -2013.- 47 с.
2. Калайда М.Л., Борисова С.Д., Гордеева М.Э. Теория и практика патентоведения в аквакультуре: учебное пособие/ Калайда М.Л., Борисова С.Д., Гордеева М.Э.- Казань: Отечество, 2021.- 132 с.
3. Калайда М.Л., Хамитова М.Ф., Борисова С.Д. Эколого-биологические особенности речных раков в современных условиях Куйбышевского

водохранилища; Ежемесячный научно-практический журнал «Рыбоводство и рыбное хозяйство». №4 (183) /2021. С.43-45.

4.Обзор российского рынка рыбы и рыбной продукции
<http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2295>

5. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Статистика рыболовства и аквакультуры, за 2018 год – URL: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1213t> (дата обращения: 20.02.2020).

6.Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Статистика рыболовства и аквакультуры, за 2017 год – URL: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca5495t> (дата обращения: 20.02.2020).

7. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. Рим, ФАО. – 223 с.

8. Greenpeace International Seafood Red list. Available at: URL: <https://wayback.archive-it.org/9650/20200405132333/http://p3-raw.greenpeace.org/international/en/campaigns/oceans/seafood/> (дата обращения 15.12. 2020)

9. Holthuis, L.B. The freshwater crayfish of New Guinea.FreshwaterCrayfish. – 1986. – Vol. 6. – P. 48-58.

© Калайда М.Л., 2022

© Борисова С.Д., 2022

© Хамитова М.Ф., 2022

© Гордеева М.Э., 2022

© Исмагилов Ф.А., 2022

© Калайда А.А., 2022