

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБРОСНОЙ ПОДОГРЕТОЙ ВОДЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ КРЕВЕТОК

**Кулеш В.Ф.**

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», г. Минск, Республика Беларусь, victor\_kulesh@tut.by

*Was approved that the fast-growing subtropical and tropical species of freshwater shrimp as monoculture and polyculture with fish in cages and ground ponds can be cultivated on relief heated water of power plants.*

### **Введение**

Традиционная аквакультура рыбы и нерыбных объектов наиболее эффективна для южных регионов, где она существенно прогрессирует в последние десятилетия. Ее интенсификация лимитируется здесь нехваткой земельных площадей и дефицитом воды. В сложившихся условиях большие потенциальные возможности заключаются в использовании сбросной подогретой воды энергетических объектов. Многолетние наблюдения показали, что водоемы-охладители ТЭС и АЭС вполне пригодны для ведения аквакультуры рыбы и десятиногих ракообразных [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Использование сбросной подогретой воды повшает при этом и коэффициент полезного действия низкопотенциального сбросного тепла энергетических объектов.

В качестве перспективных объектов культивирования, как в монокультуре, так и в прудовой поликультуре, с рыбой предлагаются пресноводные креветки, которые традиционно ценятся на мировом рынке как превосходный продукт питания и сырье для легкой и фармацевтической промышленности. Среди пресноводных креветок: тропический вид – гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man)), субтропический вид – восточная речная креветка (*M. nipponense* (De Haan)), бореальный вид – сибирский шримс *Exopalaemon modestus* Heller (семейство Palaemonidae).

Высокий спрос на диетический пищевой продукт среди десятиногих ракообразных в сочетании с уменьшением численности их популяций вследствие загрязнения, разрушения мест обитаний, заболеваний и чрезмерной эксплуатации природных ресурсов вызвали необходимость разработки новых направлений в получении товарной продукции. В первую очередь это разработка перспективных способов аквакультуры. Оптимизация их культивирования относится к числу наиболее сложных и актуальных проблем как с точки зрения решения фундаментальных научных задач, так и чисто практического значения.

Как показали наши многолетние исследования [2, 3, 4, 5, 8] вода из экосистемы водоема-охладителя теплоэлектростанции по своим гидрохимическим показателям вполне пригодна для культивирования промысловых ракообразных как креветок, так и речных раков (табл. 1).

**Таблица 1** – Показатели качества воды при выращивании пресноводных креветок на теплой сбросной воде Березовской ГРЭС (1990–2010)

Показатели	Пластиковые лотки, Инкубационный цех	Земляные пруды
Площадь, м <sup>2</sup>	0,8–1,9	1000–4000
Глубина, м	0,2–0,2	0,8–1,2
Прозрачность, м	–	0,3–0,7
pH	7,5–8,9	6,9–9,2
Содержание O <sub>2</sub> , мг/л	5,9–8,0	3,6–9,9
Общая жесткость, мг.эquiv./л	0,8–4,9	1,0–5,3
Общее железо, мг.л	0,04–0,26	0,02–0,30
NH <sub>3</sub> , ион, мг/л	0,13–0,15	0,15–0,33
NH <sub>4</sub> , ион, мг/л	0,0–0,10	0,0–0,09
Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л	20,0–21,0	10,0–25,8
Щелочность, мг экв./л	3,6–3,9	3,0–4,1
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	2,5–3,6	2,0–8,8
Хлориды, ион, мг/л	28,0–40,0	8,9–37,0
Фосфаты	0,1–0,4	0,1–0,35
Сульфаты, ион, мг/л	33,0–55,4	15,3–20,0
Кальций, мг/л	66,4–70,1	72,1–74,1

### Основная часть

Восточная речная креветка широко распространена в Юго-Восточной Азии, включая Японию, Корею, Китай, водоемы Индо-Китайского полуострова, а в последнее десятилетие Ирана и Ирака. Ее ареал был существенно расширен за счет успешной акклиматизации вначале в водоем-охладитель Березовской ГРЭС в 1982 г., а затем и в водоемы-охладители теплоэлектростанций России и Молдовы, где натурализовавшись, эта креветка стала полезным элементом фауны. Производство товарной продукции *M. nipponense* занимает 2-е место после гигантской пресноводной креветки и быстро растет. В основном это Китай, где в 1999 г. было произведено 15 000 т товарной креветки, а уже в 2001 г. – 120 000 т [3, 8, 12].

Гигантская пресноводная креветка является аборигенным видом во всей Южной и Юго-восточной азиатской области, так же как в северной Океании и в западных Тихоокеанских островах. Это основной объект мировой аквакультуры среди пресноводных креветок (ее производство оценивается более 200 тыс. тонн в год). Этот быстрорастущий вид был ввезен на все континенты и многие острова [8, 11].

Ареал сибирского шримса на азиатском континенте весьма обширен. На севере он доходит до сибирских рек, а на юге – до южной оконечности Китая и острова Тайвань, а также встречается в водоемах Дальнего Востока (водоемы бассейна Амура, Уссури), Кореи, Японии. В конце XX века (как полагают с балластными водами) сибирский шримс попал в западную часть Северной Америки, в реку Колумбию и водоемы ее бассейна. Эта креветка заняла одно из лидирующих мест в бентосном сообществе. Промысел *E. modestus* интенсивно ведется в естественных местообитаниях. В Китае это один из объектов аквакультуры [3, 9, 13].

Рост личинок. Начальный (личиный) этап жизненного цикла у пресноводных креветок является самым уязвимым. Он характеризуется максимальной

смертностью, которую вызывают болезни, хищники-планктофаги, низкое качество воды, резкое изменение факторов среды, недостаток корма. Нормальное развитие личинок протекает при хорошей обеспеченности пищей в довольно узких интервалах солености и температуры, которые имеют свою видоспецифику. Поэтому знание биологии этого этапа онтогене заявляется залогом успеха при искусственном культивировании пресноводных креветок.

Период личиночного развития восточной речной креветки с «полусокращенным» типом личиночного развития (9 стадий зоеа) в течение вегетационного сезона на сбросной подогретой воде протекает успешно и длится 19–36 суток в зависимости от температуры. Для прохождения этого этапа онтогенеза в условиях тепловодного культивирования требуемая сумма эффективных температур составляет около 500 градусо-дней. Величина выживаемости личинок на естественной кормовой базе равняется 8,9–10,5%, при и выращивании в контролируемых условиях инкубатора в среднем 64,0%.

Личиночный период гигантской пресноводной креветки («типичный тип» развития личинок) в искусственных условиях (температура 28°C, соленость 12‰) продолжается от 29 до 77 суток при выживаемости в среднем 52,0%, что соответствует общепринятым стандартам искусственного культивирования личинок этого вида [3, 11]. Таким образом, на ранних этапах онтогенеза для личинок *M. nipponense* характерен более короткий личиночный цикл с высоким значением выживаемости личинок, чем для *M. rosenbergii*. Данная констатация позволяет сделать вывод, что основанная только на личиночной стадии, культура восточной речной креветки более эффективна.

В сравнительном аспекте с «типичным» и «полусокращенным» типами личиночного развития на сбросной воде теплоэлектростанции исследовано развитие и рост личинок *Echopalaemon modestus* с «сокращенным» периодом метаморфоза. Личиночный период для этого вида включает 2 стадии зоеа и длится всего 5–10 суток в зависимости от температуры. Причем личинки не потребляют экзогенный корм. Величина выживаемости составляет от 51 до 100%, что гораздо выше, чем для других видов креветок.

Послеличиночный рост. На основании исследования параметров роста и выживаемости впервые выявлено, что в условиях умеренной географической зоны тропическую гигантскую пресноводную креветку можно культивировать при осуществлении «стратегии прерывистой посадки», предусматривающей получение «посадочного материала» в искусственных условиях с последующим его товарным выращиванием на сбросной воде в течение одного вегетационного периода для получения товарной продукции в лотках, прудах или садках.

Результаты собственных экспериментальных исследований и литературные данные показывают, что в садковых и прудовых условиях, как для молодежи, так и половозрелых особей ростовые параметры и величина выживаемости не уступает общепринятым мировым стандартам аквакультуры [3, 10, 11, 12]. С учетом личиночного периода, на сбросной воде теплоэлектростанции, креветки этого вида достигают половозрелости в среднем за 4–5 месяцев и товарной массы ~ 20 г через 3–4 месяца после перехода в стадию послеличинки.

В таблице 2 приводятся параметры линейного роста молодежи гигантской пресноводной креветки в лотках (инкубационный цех, сбросная подогретая вода, температура 25–30°C) и товарное выращивание в тепловодных земляных прудах. Длина тела послеличинок гигантской пресноводной креветки за 2 месяца выращивания в пластиковых лотках до стадии «посадочный матери-

ал» составила в среднем 3,42 см, изменяясь в очень широком диапазоне от 1,9 и до 8,0 см. Величина выживаемости колебалась в пределах от 61,5 до 80,2% (в среднем 69,1%). Коэффициент вариации по сравнению с начальным показателем увеличился в 4 раза и составил 33,2% (таблица 2), что, вероятно, связано с высокой начальной плотностью посадки.

**Таблица 2 – Параметры длины тела гигантской пресноводной креветки в послеличиночный период онтогенеза при выращивании в пластиковых лотках и земляных прудах на сбросной воде Березовской ГРЭС**

Период роста, сутки	Длина тела, см			с.в. , %	Выживаемость, %	Число измерений
	средняя ± s.d.	минимальная	максимальная			
Пластиковые лотки, начальная плотность посадки 80–100 экз/м <sup>2</sup>						
0	1,09±0,09	0,70	1,28	8,0	100	379
61	3,42±1,13	1,90	8,00	33,2	69,1	249
Земляные пруды, начальная плотность посадки 20 экз/м <sup>2</sup>						
184	12,58±2,17	7,50	17,70	17,3	65,0	163

В отличие от гигантской пресноводной креветки весь жизненный цикл восточной речной креветки проходит при непрерывном культивировании на сбросной воде теплоэлектростанции. Возможны два варианта аквакультуры.

В первом варианте личинок получаем от яйценосных самок в садках и выращиваем до товарной массы. Быстрорастущие особи, происходящие от «ранних» личинок, уже через 2,5 месяца после отрождения приступают к размножению. Даже при снижении температуры в октябре – ноябре до 10–18°C они достигают средней товарной массы.

Во втором варианте яйценосные самки вселяются в земляные пруды в начале вегетационного сезона. Такой способ получения товарной продукции имеет ряд преимуществ: в пруды сразу высаживаются яйценосные самки; не требуется искусственно выращивать личинки, подращивать посадочный материал; подкармливать креветок, поскольку их выращивание производится в поликультуре с рыбой; срок получения товарной продукции на сбросной воде теплоэлектростанции составляет всего 4 месяца [7].

Проанализирована продуктивность восточной речной креветки в прудовой поликультуре с карпом, белым и пестрым толстолобиком, белым амуром. В поликультуре урожай креветок составляет от 31 до 225 кг/га.

Установлена взаимосвязь между массой пресноводных креветок (Y, кг/га) в конце вегетационного сезона в земляных прудах в поликультуре с рыбой с общей массой рыбы (X, кг/га), которая описывается логарифмическим уравнением:

$$Y = - 82,079 \ln X + 682,086, (R^2 = 0,796).$$

Независимо от способа культивирования (в аквариумах, тэнках, ваннах, и садках) при оптимальной температуре 27–28°C доминирующим биотическим фактором, определяющим рост и выживаемость креветок, является плотность. Для получения посадочного материала с высокими показателями массы тела и приемлемым уровнем выживаемости не рекомендуется начальную плотность посадки ювенильных особей восточной речной креветки в садках увеличивать более чем 100 экз./м<sup>2</sup>. Культивирование молоди гигантской пресноводной креветки от стадии «послеличинка» до 60 суток рекомендуется проводить при плотности, не превышающей 200 экз./м<sup>2</sup>. При дальнейшем выращивании до товарной массы 15–20 г оптимальной является плотность 5–20 экз./м<sup>2</sup>.

## Заключение

Гидрохимический анализ и результаты многолетних исследований ростовых потенциалов и выживаемости промысловых видов пресноводных креветок показывают, что сбросная подогретая вода теплоэлектростанции вполне пригодна для интенсификации их аквакультуры. При этом увеличивается коэффициент полезного действия низкопотенциального сбросного тепла энергетических объектов.

Культивирование гигантской тропической креветки более трудоемко с осуществлением стратегии «прерывистой посадки», но за один вегетационный период можно получить товарных особей со средней массой 25–30 г. Субтропический вид – восточная речная креветка пригодна для непрерывного культивирования в течение всего жизненного цикла на сбросной воде ТЭС, в том числе и в поликультуре с рыбой, но ее средняя товарная масса составляет всего 3–5 г.

Сибирский шримс в дополнение к восточной речной креветке – наиболее перспективный для акклиматизации в низкопродуктивные водоемы-охладители. В аквакультуре он также имеет преимущества, поскольку личиночное развитие сокращено, выживаемость личинок очень высока, не требуется трудоемких биотехнических мероприятий на поддержание многодневной личиночной культуры и затрат на стартовые корма.

## Список литературы

1. Кончиц, В.В. Растительноядные рыбы как основа интенсификации рыбоводства Беларуси / В. В. Кончиц. – Минск: Белорусское издательское Товарищество «Хата», 1999. – 272 с.

2. Кулеш, В.Ф. Рост и выживаемость личинок пресноводной креветки *Echopalaemon modestus* (Heller) на сбросной воде теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш. // Докл. НАН Беларуси. – 2009. – Т. 53, № 4. – С. 82–87.

3. Кулеш, В.Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В.Ф. Кулеш. – Москва: Новое знание, 2012. – 328 с.

4. Кулеш, В.Ф. Выращивание молодежи длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в садках и прудах в поликультуре с рыбой на подогретых сбросных водах теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович // Гидробиол. ж.– 2010. – Т. 46, № 1. – С. 47–61.

5. Кулеш, В.Ф. Первый опыт содержания яйценосных самок и получения личинок широкопалого рака на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, В.И. Кожух, Ю.Н. Мелех, И.Д. Михович // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 59–63.

6. Протасов, А.А. К определению воздействия тепловых и атомных электростанций на гидрозокосистемы с помощью экспертных оценок / А.А. Протасов, Б. Здановски // Гидробиол. ж. – 2002. – Т. 38, № 1. – С. 95–105.

7. Способ выращивания товарной пресноводной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan) в умеренной климатической зоне: пат. 11303 Респ. Беларусь, МПК, 2006, А01К 61/00 / В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович; заявители Бел. гос. пед. ун-т. им. Максима Танка, Гос. научн.–произв. объединение «Научно-практ. центр НАН Беларуси по биоресурсам–№а20060650; заявл. 06.30.06; опубл. 05.08.08 // Официальный бюллетень/ Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. – 2008. – № 5. – С. 44.

8. Хмелева, Н.Н. Экология пресноводных креветок / Н.Н. Хмелева, В.Ф. Кулеш, А.В. Алехнович, Ю.Г. Гигиняк. – Минск: Беларуская навука, 1997. – 254 с.

9. Hu, T.J. Pond rearing on *Exopalaemon modestus* / T.J. Hu, T.Y. Ye, Z.M. Zhang, X.K. Wei, Z.K. Xu // Scientific Fish Farming. – 2002. – No 2. – P. 31.
10. Khmeleva, N.N. Growth potentialities of the giant tropical prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man), in waste-heat discharge waters of a thermoelectric power station / N.N. Khmeleva, V.F. Kulesh, Y.G. Guiguiniak // Aquaculture. – 1989. – Vol. 81. – P. 111–117.
11. New, M.B. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) / M.B. New. – Rome: FAO, Fisheries techn. pap. food and agriculture organization of the united nations, 2002. – No 428. – 212 p.
12. New, M.B. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future / M.B. New // Aquacult. Res. – 2005. – Vol. 36. – P. 210–230.
13. Zeug, S. Introduced palaemonid shrimp invades the Yolo Bypass floodplain / S. Zeug, G. O'Leary, T. Sommer, B. Harrell // IEP Newsletter. – 2002. – Vol. 15. – No 1. – P. 13–15.

УДК 614.777 (477.81)

## **ФОРМИРОВАНИЕ РИСКОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАСЕЛЕНИЯ РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ**

**Лихо Е.А., Гакало О.И.**

Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
г. Ровно, Украина, ессолен@mail.ru

*We proposed a method of evaluation of the level of risks arising from the water supply of the population from the centralized and decentralized water sources. We did the substantiation of the monitoring of water supply of Rivne region. Taking under control the risks, arising from the consumption of the water, which quality does not meet the regulatory requirements based on the results of monitoring and involves study on removal of specific risk factors.*

### **Введение**

Анализ современного состояния водохозяйственной отрасли во многих регионах Украины позволяет утверждать, что водно-экологические проблемы имеют масштабный характер и сохраняют актуальность. В последние годы в Украине отмечается резкое ухудшение состояния основных источников питьевого водоснабжения. Кроме этого, остается неудовлетворительным техническое состояние всего комплекса сооружений, устройств и трубопроводов для забора, подготовки, хранения и подачи к потребителям питьевой воды, что значительно усложняет ситуацию. Обеспечение населения Украины питьевой водой, качество которой должно соответствовать нормативным требованиям, является многогранной проблемой и относится к наиболее социально значимым, поскольку непосредственно влияет на состояние здоровья населения и определяет степень экологической безопасности целых регионов страны [1].

Высокий уровень техногенной нагрузки на водные объекты и устаревшие технологии водоподготовки не позволяют обеспечить население водой гарантированного качества, в результате чего она может превратиться в источник поступления в организм человека вредных химических веществ, обладающих общим токсическим, мутагенным и канцерогенным действием.