

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 595.384.591.5:595.3

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-2-161-168>

Поступила в редакцию 03.12.2024

Received 03.12.2024

В. Ф. Кулеш¹, Ю. Г. Гигиняк²

¹Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Минск,
Республика Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, Минск,
Республика Беларусь

РАЗМНОЖЕНИЕ СИБИРСКОГО ШРИМСА *EXOPALAEEMON MODESTUS* (HELLER) ИЗ КАПЧАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН) В АКВАКУЛЬТУРЕ

Аннотация. Изучены репродуктивные показатели сибирского шримса *Exopalaemon modestus* (Heller) из Капчагайского водохранилища (Республика Казахстан): динамика эмбрионального развития, размеры и объем яиц. Рассчитаны уравнения, где показано, что продолжительность эмбриогенеза зависит от температуры (коэффициент детерминации $R^2 = 0,879$) и в малой степени от длины самки ($R^2 = 0,311$). В среднем продолжительность эмбрионального развития при средней температуре $20,6 \pm 4,2$ °C и средней длине тела самок $39,4 \pm 2,2$ мм составляет $26,9 \pm 7,0$ сут. Средние величины длины и ширины яиц на начальном этапе инкубации (яйца без глазков) составляют $1,16 \pm 0,10$ и $0,85 \pm 0,07$ мм соответственно, а объем – $0,45 \pm 0,10$ мм³. На завершающем этапе эмбриогенеза размерные показатели возрастают. Длина и ширина яиц с глазками увеличивается примерно в 1,2 раза, составляя в среднем $1,37 \pm 0,09$ и $0,98 \pm 0,10$ мм соответственно, а объем – $0,70 \pm 0,17$ мм³.

Ключевые слова: сибирский шримс, размножение, яйцекладка, эмбриогенез, стадии развития яиц, размеры яиц, объем яиц

Для цитирования: Кулеш, В. Ф. Размножение сибирского шримса *Exopalaemon modestus* (Heller) из Капчагайского водохранилища (Республика Казахстан) в аквакультуре / В. Ф. Кулеш, Ю. Г. Гигиняк // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2025. – Т. 70, № 2. – С. 161–168. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-2-161-168>.

Victor F. Kulesh¹, Yury G. Hihiniak²

¹Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University, Minsk, Republic of Belarus

²Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Minsk, Republic of Belarus

REPRODUCTION OF SIBERIAN SHRIMP *EXOPALAEEMON MODESTUS* (HELLER) FROM THE KAPCHAGAI RESERVOIR (REPUBLIC OF KAZAKHSTAN) IN AQUACULTURE

Abstract. The reproductive indicators of the Siberian shrimp *Exopalaemon modestus* (Heller) from the Kapchagay reservoir (Republic of Kazakhstan) were studied: the dynamics of embryonic development, the size and volume of eggs. Equations were calculated showing that the duration of embryogenesis depends on temperature (coefficient of determination $R^2 = 0.879$) and to a small extent on the length of the female ($R^2 = 0.311$). On average, the duration of embryonic development is 26.9 ± 7.0 days at an average temperature of 20.6 ± 4.2 °C and an average body length of females of 39.4 ± 2.2 mm. The average length and width of eggs at the initial stage of incubation (eggs without eyes) are 1.16 ± 0.10 and 0.85 ± 0.07 mm, respectively, and the volume is 0.45 ± 0.10 mm³. In the final stage of embryogenesis, the size indicators increase. The length and width of eyed eggs increase by approximately 1.2 times, with an average of 1.37 ± 0.09 and 0.98 ± 0.10 mm, respectively, and the volume increases to 0.70 ± 0.17 mm³.

Keywords: Siberian shrimp, reproduction, oviposition, embryogenesis, stages of egg development, egg size and volume

For citation: Kulesh V. F., Hihiniak Yu. G. Reproduction of Siberian shrimp *Exopalaemon modestus* (Heller) from the Kapchagai reservoir (Republic of Kazakhstan) in aquaculture. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2025, vol. 70, no. 2, pp. 161–168 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-2-161-168>

Введение. Экологически пластичный вид – сибирский шримс *Exopalaemon modestus* (*Palaeomon modestus*) (Heller, 1862) занимает обширный ареал на Азиатском континенте: на севере он доходит до сибирских рек, а на юге – до южной оконечности Китая и острова Тайвань, весьма обилен в водоемах Дальнего Востока (бассейны рек Амур и Уссури), Кореи, Японии. Максимальные скопления сибирского шримса приурочены к литоральной зоне водоемов [1–4]. Креветки устойчивы к дефициту кислорода и могут выживать в природных условиях при концентрации кислорода 0,57–0,96 мг/л и температуре от 0,1 до 35 °C и выше [1, 5].

Интересна история описания и идентификации этого вида пресноводных креветок. Впервые он был зафиксирован в 1862 г. как *Leander modestus* (Heller, 1862) (регион Шанхая, Китай). Затем в 1907 г. – как *Leander modestus sibirica* (Brashnikov, 1907) и в этом же году – как *Leander czerniavskyi* (Brashnikov, 1907) (реки Нижняя Тунгуска и Амур). Его описал известный зоолог В. Брашников и назвал в честь В. И. Чернявского. «...В одном из протоколов заседаний Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей (Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей, 1878, с. 23) содержится краткое сообщение В. И. Чернявского, что Чекановским оставлен из Нижней Тунгуски один вид *Leander*, который крайне интересен как остаток морской фауны в большом отдалении от моря. В музее же Академии сохраняются подлинные 2 экз. с этикеткой В. И. Чернявского: “*Leander modestus*, Heller, var. *sibirica*, Czerniavskyi”. Указание на нахождение этого вида в реке Нижняя Тунгуска еще требует проверки...» ([6], Брашников, 1907). В 1950 г. этот вид был идентифицирован профессором Л. Б. Холтхейсом (L. B. Holthuis, Нидерланды), крупнейшим специалистом по десятиногим ракообразным, и позже им же – как *Palaemon (Exopalaemon) modestus* (Holthuis, 1950) (Китай) и *Exopalaemon modestus* (Holthuis, 1980) (Китай, Россия) [7].

Наши исследования личиночного развития показали, что сибирский шримс может быть объектом тепловодной аквакультуры и использоваться как дополнительный компонент кормовой базы рыб в водоемах – охладителях энергетических объектов. Этот вывод подтверждается результатами по плодовитости и репродуктивной производительности [8], но еще неясными остаются вопросы по продолжительности эмбрионального развития, динамике размеров и объему яиц, что и явилось целью данной работы.

Материалы и методы исследования. В Капчагайском водохранилище (бассейн р. Или, Казахстан) в июле 1988 г. были впервые зарегистрированы два вида пресноводных креветок, идентифицированные крупнейшим знатоком этого систематического таксона Л. Б. Холтхейсом как *Exopalaemon modestus* (Heller, 1862) и *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) [9].

Креветки *E. modestus* были отловлены на мелководьях Капчагайского водохранилища ручным тралом и доставлены самолетом в Институт зоологии НАН Беларуси. Для определения размеров и объема яиц, эмбрионального развития отбирались яйценосные самки сразу же после откладки яиц на плеоподы (без глазков), а также яйценосные самки на завершающем этапе эмбриогенеза (яйца с глазками).

Стадии развития яиц соответствовали тем, которые были определены *Macrobrachium lamarrei* [10]:

Стадия I. Равномерно гранулированное яйцо, заполненное желтком.

Стадия II. Свободная от желтка область с множеством шестиугольных отметин в желточной области.

Стадия III. Увеличение размера бластодермы, которая выглядит серповидной.

Стадия IV. Видимая пульсация сердца, глаза в форме полумесяца, формирование придатков.

Стадия V. Хорошо развиты придатки; сформирована роговица глаза, нет личиночного движения.

Стадия VI. Хорошо просматриваются круглые черные глаза; личинка изредка подергивается.

Чтобы определить воздействие температуры на продолжительность эмбрионального развития, яйценосных самок помещали в пластиковые бассейны с проточной водой при температуре от 15 до 30 °C.

В стационарных условиях яйца счищали с плеопод самок и измеряли длину и ширину при помощи бинокуляра МБС-10 с окуляр-микрометром. Объем яиц определяли по формуле эллипсоида:

$$V = \frac{\pi \cdot L \cdot L_1^2}{6},$$

где V – объем яйца, мм³; π – 3,14; L – длина яйца, мм; L_1^2 – ширина яйца, мм.

Общая длина тела креветок (TL , мм) измерялась от острия (начала) рострума до конца тельсона при помощи штангенциркуля. Минимальная длина тела половозрелых самок была принята при наличии кладки яиц [11]. Изменчивость длины тела креветок, размерные показатели яиц и их объем оценивали, используя стандартное отклонение (s. d.) и коэффициент вариации (с. v., %).

Полученный материал обрабатывали с применением программного пакета STATISTICA 7.0.

Результаты и их обсуждение. Эмбриогенез. Одними из важных показателей размножения пресноводных креветок являются длительность эмбрионального развития и размеры яиц. Как известно, продолжительность эмбриогенеза – это период от оплодотворения до выхода личинок из яйца. Скорости эмбрионального развития и оогенеза взаимосвязаны. Самки вынашивают яйца на плеоподах, поэтому следующая кладка может произойти только после завершения эмбриогенеза и выхода личинок во внешнюю среду. Период между яйцекладками может составлять несколько суток.

Яйцекладущие самки сибирского шримса в оз. Young-am (Южная Корея) встречались с мая по сентябрь. Впервые они были отмечены в мае, достигли пика в июне, а затем пошли на убыль. Сезонные изменения были очевидны в процентном соотношении самок с двумя различными стадиями развития. Для самок с яйцами без глаз и икринок с глазками наблюдалось бимодальное распределение (рис. 1), что указывает на потенциальную возможность того, что самки могли нереститься более одного раза в течение одного репродуктивного периода. Максимальная продолжительность жизни в этих условиях оценивалась в 1,08–1,33 года [2].

В табл. 1 приведены данные по эмбриональному развитию сибирского шримса из Капчагайского водохранилища (Республика Казахстан) в лабораторных условиях при температуре 15–30 °С. Стадии развития яиц соответствовали тем, которые были определены для *Macrobrachium lamarrei* [10].

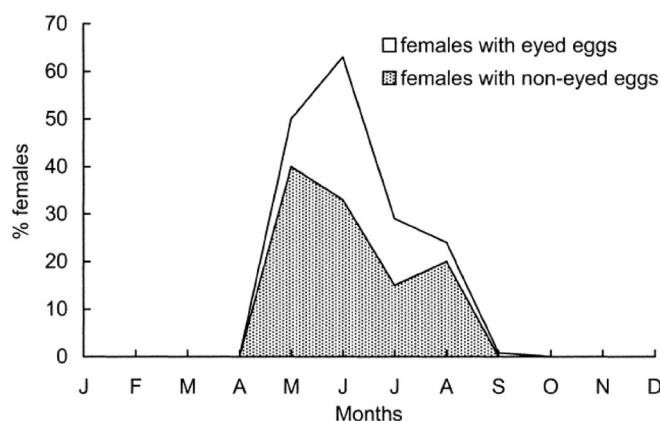


Рис. 1. Сезонные изменения встречаемости яйценосных самок [2]: □ – яйца с глазками; ■ – яйца без глазков

Fig. 1. Seasonal changes in the occurrence of egg-bearing females [2]: □ – eyed eggs; ■ – eggs without eyes

Таблица 1. Длина яйценосных самок, температура и эмбриогенез *E. modestus*

Table 1. Length of egg-bearing females, temperature and embryogenesis of *E. modestus*

Показатель	Значение показателя			с. v., %	Число измерений
	среднее ± s. d.	минимальное	максимальное		
Длина тела, мм	39,4 ± 2,2	35,0	44,0	5,5	22
Период эмбриогенеза, сут	26,9 ± 7,0	16,0	42,0	26,1	22
Температура, °С	20,6 ± 4,2	15,0	30,0	20,3	22

Сразу же после откладки яиц яйца овальные, потом они постепенно увеличиваются в размерах, приобретая более округлую форму, и к концу инкубационного цикла яичник занимает передний спинной отдел под карапаксом. После прохождения этих фаз генеративного роста и выхода личинок из яиц самки готовы к нересту.

Как видно из табл. 1, длина яйценосных самок колебалась в довольно узком интервале от 35 до 44 мм. Для этих самок средняя величина эмбрионального развития составила $26,9 \pm 7,0$ сут при средней температуре $20,6 \pm 4,2$ °C. Надо отметить, что период эмбриогенеза – непостоянная величина, которая в зависимости от температуры может изменяться более чем в 2 раза – от 16 до 42 сут. Об этом свидетельствует и коэффициент вариации, который составляет 26,1 %.

Таким образом, температура оказывает основное влияние на продолжительность инкубации яиц *E. modestus*. Оптимальный показатель для эмбрионального развития креветок рода *Macrobrachium* (в том числе и креветок семейства Palaemonidae) может составлять 25–30 °C [12]. Под воздействием низкой температуры инкубационный период для представителей десятиногих ракообразных закономерно увеличивается [9, 13, 14].

На рис. 2, а показана длительность эмбрионального развития яиц от откладки на плеоподы до выхода личинок в температурном интервале от 15 до 30 °C. Зависимость хорошо описывает экспоненциальное уравнение с высоким коэффициентом детерминации:

$$Dq = 86,12e^{-0,058t} (R^2 = 0,879),$$

где Dq – продолжительность развития яиц, сут; t – температура, °C.

В результате проведенных экспериментов прослеживается слабо выраженная тенденция увеличения продолжительности эмбриогенеза в зависимости от длины самки. Как видно на рис. 2, б, данное соотношение можно описать уравнением линейной регрессии с невысоким коэффициентом детерминации:

$$Dq = 44,89 - 1,82L (R^2 = 0,311),$$

где Dq – продолжительность развития яиц, сут; L – длина тела, мм.

Размеры и объем яиц. Одним из значимых показателей репродуктивной стратегии пресноводных креветок являются размеры и объем яиц, которые приведены в табл. 2. Размер яйца влияет на инкубационный период и выживаемость и различается у разных видов, что приводит к различным репродуктивным стратегиям. Известно, что размеры яиц у пресноводных креветок зависят от местообитания и географической разобщенности популяций [15]. Большой объем яиц у пресноводных популяций можно объяснить адаптацией к существованию при бедной кормовой базе. Личинки, которые вышли из крупных яиц, более длительное время переносят период

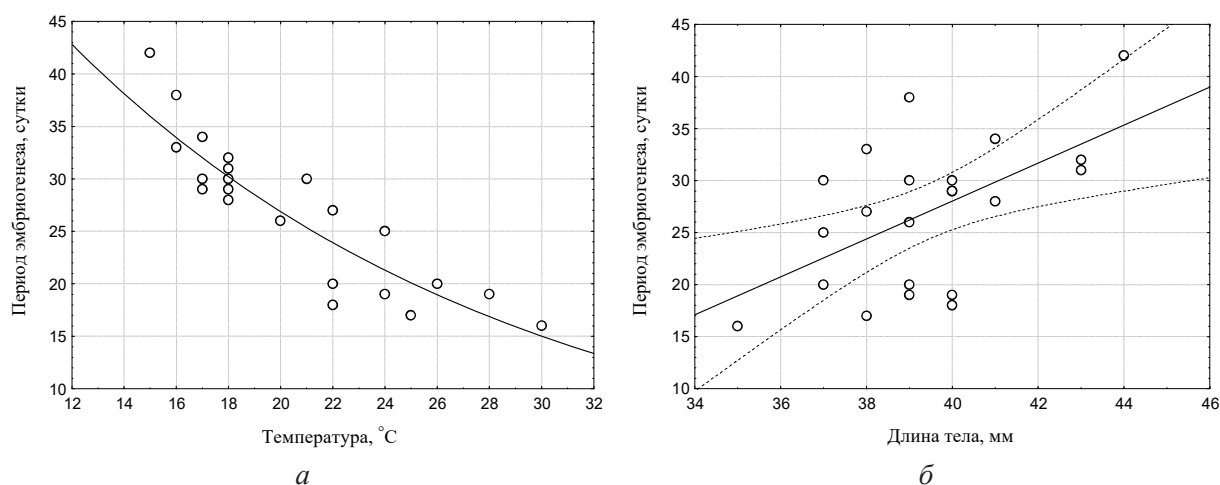


Рис. 2. Зависимость периода эмбрионального развития яиц от температуры (а) и длины тела (б) самок

Fig. 2. Dependence of the period of embryonic development of eggs on temperature (a) and body length (b) of females

вынужденного голодания, и в условиях низкой обеспеченности кормом их выживаемость выше за счет более короткого периода личиночного развития, чем у личинок из яиц меньших размеров. Это справедливо и для морских видов, что согласуется с *r*- и *K*-стратегиями отбора ([9, 16, 17].

Т а б л и ц а 2. Размерные показатели яиц и объем яиц сибирского шримса из Капчагайского водохранилища

Table 2. Size and volume of Siberian shrimp eggs from the Kapchagai reservoir

Показатель	Значение показателя			с. в., %	Число измерений
	среднее $\pm$ s. d	минимальное	максимальное		
Яйца без глазков					
Длина, мм	1,16 $\pm$ 0,10	0,95	1,50	8,5	373
Ширина, мм	0,85 $\pm$ 0,07	0,70	1,10	8,2	373
Объем, мм ³	0,45 $\pm$ 0,10	0,23	0,82	22,5	373
Яйца с глазками					
Длина, мм	1,37 $\pm$ 0,09	1,10	1,75	6,9	223
Ширина, мм	0,98 $\pm$ 0,10	0,75	1,25	10,5	223
Объем, мм ³	0,70 $\pm$ 0,17	0,35	1,23	25,0	223

Как видно из табл. 2, средние величины длины и ширины яиц сибирского шримса на начальном этапе инкубации (яйца без глазков) составляют $1,16 \pm 0,10$ и $0,85 \pm 0,07$ мм соответственно, а объем – $0,45 \pm 0,10$ мм³. Если сравнить эти показатели с размерами и объемом яиц без глазков среди других видов пресноводных креветок с сокращенным периодом личиночного развития и близкими величинами абсолютной плодовитости [5], то у сибирского шримса они имеют самое низкое значение. Обращает на себя внимание то, что показатели длины и ширины яиц достаточно лабильны и существенно не изменяются (с. в. для них составляют 8,5 и 8,2 % соответственно, что свидетельствует об однородности биологического материала). В отличие от этих показателей объем яиц – величина более разнокачественная, и с. в. здесь составляет 22,5 % несмотря на большой объем выборки. Доминировали группы самок с объемом яиц без глазка 0,4–0,5 мм³ (120 и 133 экз. соответственно), а количество особей с объемом 0,6 мм³ и более не превышало 80 экз. (рис. 3).

На завершающем этапе эмбриогенеза размерные показатели возрастают. Длина и ширина яиц с глазками увеличивается примерно в 1,2 раза, составляя в среднем $1,37 \pm 0,09$ и $0,98 \pm 0,10$ мм соответственно. Объем яиц также, как и для начального этапа эмбрионального развития, изменяется в широких пределах (с. в. = 25,0 %) от 0,35 до 1,23 мм³ при среднем значении $0,70 \pm 0,17$ мм³. Здесь выделяются 3 размерных класса объема яиц от 0,5 до 0,7 мм³ (рис. 3).

В целом за время инкубации от стадии яйца без глазка и до стадии яйца с глазком их объем увеличился на 36 % (рис. 4). Для сравнения: в оз. Young-am при колебаниях температуры 13,5–29,5 °С объем яиц без глазков составил $0,722 \pm 0,139$ мм³, у яиц с глазками в конце периода эмбриогенеза – $0,897 \pm 0,199$ мм³. За время инкубации объем яиц увеличился на 24 % [17]. Эти величины отличаются от показателей у сибирского шримса из Капчагайского водохранилища. К сожалению, авторы не приводят данных о продолжительности эмбриогенеза и температуре инкубации.

Ближкие результаты получены при исследовании репродукционных характеристик

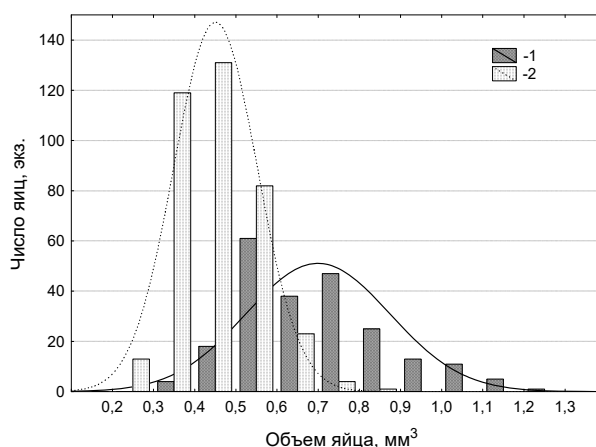


Рис. 3. Объем яиц с глазками (1) и без глазков (2)

Fig. 3. Volume of eyed eggs (1) and eggs without eyes (2)

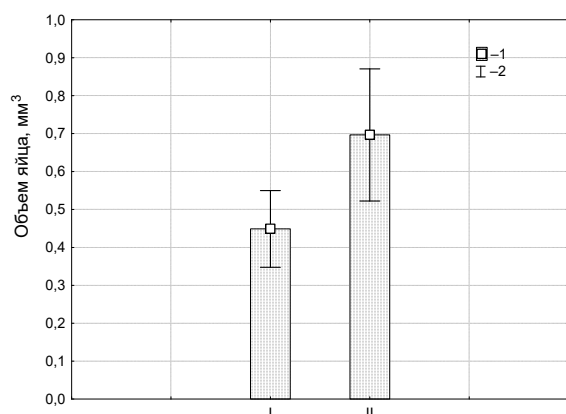


Рис 4. Объем яиц без глазков (I) и перед выходом личинок с глазками (II): 1 – среднее значение; 2 – стандартное отклонение

Fig. 4. Volume of eggs without eyes (I) and eggs before the emergence of larvae (II): 1 – average value; 2 – standard deviation

тела – 42–51 мм; абсолютная плодовитость – 20–75 яиц; объем яиц – 2,68 мм³; период эмбриогенеза – 53 сут ($t = 20\text{--}28^\circ\text{C}$).

Однако, по данным J. T. Wong [20], средняя величина периода инкубации составила 37 сут, что, очевидно, было связано с более высокой температурой, равной 26–28 °C.

Macrobrachium totonacum [21]: ареал – реки Мексики; сокращенное личиночное развитие – 3 стадии зоеа; длина карапакса – 11,4–14,8 мм; абсолютная плодовитость – 9–28 яиц; объем яиц – 4,5 мм³; период эмбриогенеза – 60 сут ($t = 20^\circ\text{C}$).

В последнем случае приведен пример, пожалуй, одного из самых длительных периодов инкубации яиц у креветок семейства Palaemonidae. В этом процессе выделяется несколько отличительных стадий. Первоначально яйца были коричневыми или бордовыми, впоследствии они изменились на зеленые; через три недели стало заметно развитие глаз и карапакса; на 7-й неделе брюшко самки, которое до этого было темным, стало прозрачным, и тогда произошло вылупление личинок. Их выход из яиц продолжался 3 сут в разное время. Все личинки выходили на одной и той же стадии. У этих креветок нет четко выраженного сезона размножения. Как полагает автор, этот вид увеличивает свою репродуктивность в ответ на изобилие пищи, и сезонные колебания экологических характеристик в местах обитания этого вида ограничены.

Закключение. Размножение является наиболее значимым периодом в онтогенезе пресноводных креветок, а также критерием для выбора перспективного объекта аквакультуры. В этой связи изучены элементы репродуктивного цикла: эмбриональное развитие и (за этот период) динамика размера и объема яиц. Рассчитаны уравнения взаимосвязи продолжительности эмбриогенеза с температурой и длиной тела половозрелых самок. В сравнительном аспекте анализируются эти показатели с пресноводными креветками близкого экологического статуса. Исходя из ранее полученных результатов [8] и результатов данного исследования, характеризующих начальный период онтогенеза (размножение), можно заключить, что сибирский шримс является перспективным объектом аквакультуры, в том числе и на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список используемых источников

1. Куренков, И. И. К биологии дальневосточных пресноводных креветок / И. И. Куренков // Труды Амурской ихтиологической экспедиции, 1945–1949 гг.: в 4 т. / отв. ред. Г. В. Никольский. – М., 1950–1958. – Т. 1. – С. 379–390.
2. Growth and reproductive biology of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea / C.-W. Oh, H.-S. Lim, H.-L. Suh [et al.] // Journal of Crustacean Biology. – 2002. – Vol. 22, N 2. – P. 357–366. [https://doi.org/10.1651/0278-0372\(2002\)022\[0357:GARBOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1651/0278-0372(2002)022[0357:GARBOT]2.0.CO;2)

пресноводной креветки *Macrobrachium asperulum*. По своему экологическому статусу этот вид весьма схож с *E. modestus* и встречается в совместных местообитаниях [1, 7].

Macrobrachium asperulum [18]: ареал – континентальные водоемы Дальнего Востока, Китая, Японии; сокращенное личиночное развитие – 3 стадии зоеа; общая средняя длина тела – 57 мм; абсолютная плодовитость – 26–166 яиц; объем яиц – 1,42 мм³; период эмбриогенеза – 33 сут ($t = 28^\circ\text{C}$).

В сравнительном аспекте приведем данные по другим видам пресноводных креветок со сходными экологическими характеристиками и сокращенным личиночным развитием из других континентальных водоемов.

Macrobrachium hainanense [19]: ареал – реки и ручьи Гонконга; сокращенное личиночное развитие – 2 стадии зоеа; общая средняя длина

3. Guo, Z. L. On the genus *Exopalaemon* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in Guangdong province, Southern China / Z. L. Guo, X. Q. Wang, J. P. Zhang // *Crustaceana*. – 2005. – Vol. 78, N 7. – P. 839–850. <https://doi.org/10.1163/156854005774445537>
4. Кошелев, В. Н. Видовой состав и распределение рыб и креветок в русле нижнего Амура / В. Н. Кошелев, Н. В. Колпаков // *Известия ТИНРО*. – 2020. – Т. 200, № 2. – С. 292–307.
5. Kulesh, V. F. Peculiarities of the life cycle of freshwater shrimps with abbreviated larval development / V. F. Kulesh // *Hydrobiological Journal*. – 2020. – Vol. 56, N 4. – P. 43–59. <https://doi.org/10.1615/hydrobj.v56.i4.40>
6. Бражников, В. Материалы по фауне русских восточных морей, собранные шхуною «Сторож» в 1899–1902 гг. (С 2 таблицами, 1 картой и 26 рис. в тексте) // *Записки Императорской Академии наук по Физико-математическому отделению*. – 1907. – Т. 20, N 6. – С. 1–185.
7. FAO species catalogue: in 49 Vol. / FAO Fisheries Department [et al.]. – Rome: Food and agriculture organization of the united nations. – Vol. 1: Shrimps and prawn of the world / L. B. Holthuis. – 1980. – 271 p.
8. Кулеш, В. Ф. Размножение сибирского шримса *Exopalaemon modestus* (Heller) из Капчагайского водохранилища (Республика Казахстан): репродуктивная производительность и плодовитость / В. Ф. Кулеш, Ю. Г. Гигиняк // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук*. – 2024. – Т. 69, № 4. – С. 289–297.
9. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелева, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: Беларус. навука, 1997. – 254 с.
10. Charles, P. M. Egg production as a function of seasonal variation in *Macrobrachium lanchesteri* / P. M. Charles // *Journal of Ecobiology*. – 1997. – Vol. 9. – P. 49–52.
11. Wear, R. G. Incubation in British decapods crustacea, and the effects temperature on the rate and success of embryonic development / R. G. Wear // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. – 1974. – Vol. 54, N 3. – P. 745–762. <https://doi.org/10.1017/s0025315400022918>
12. Alekhovich, A. V. Variation in the parameters of the life cycle in prawns of the genus *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Palaemonidae) / A. V. Alekhovich, V. F. Kulesh // *Russian Journal of Ecology*. – 2001. – Vol. 32, N 6. – P. 420–424. <https://doi.org/10.1023/A:1012586218096>
13. Guest, W. C. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: effects of salinity and temperature on survival / W. C. Guest, P. P. Durocher // *The Progressive Fish-Culturist*. – 1979. – Vol. 41, N 1. – P. 14–18. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1979\)41\[14:psma\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1979)41[14:psma]2.0.co;2)
14. Shirley, S. M. Longitudinal variation in the dungeness crab, *Cancer magister*: zoal morphology explained by incubation temperature / S. M. Shirley, T. C. Shirley, S. D. Rice // *Marine Biology*. – 1987. – Vol. 95, N 8. – P. 371–376. <https://doi.org/10.1007/bf00409567>
15. Mashiko, K. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan) / K. Mashiko // *Journal of Crustacean Biology*. – 1990. – Vol. 10, N 2. – P. 306–314.
16. Пианка, Э. Эволюционная экология / Э. Пианка; пер. с англ. А. М. Гилярова, В. Ф. Матвеева; под ред. М. С. Гилярова. – М.: Мир, 1981. – 400 с.
17. Oh, C. W. Comparative study on reproductive effort and spawning frequency of the two palaemonid prawns (*Exopalaemon modestus* and *Palaemon grarieri*) with different habitats / C. W. Oh, K. Y. Park // *Fisheries and aquatic sciences*. – 2000. – Vol. 3, N 3–4. – P. 180–187.
18. Shokita, S. Abbreviated metamorphosis of land-locked fresh-water prawn, *Macrobrachium asperulum* (Von Martens) from Taiwan / S. Shokita // *Annotationes zoologicae japonenses*. – 1977. – Vol. 50, N 2. – P. 110–22.
19. Mantel, S. K. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams / S. K. Mantel, D. Dudgeon // *Journal of Crustacean Biology*. – 2005. – Vol. 25, N 3. – P. 450–459. <https://doi.org/10.1651/c-2541>
20. Wong, J. T. Y. Abbreviated larval development of *Macrobrachium hainanense* (Parisi, 1919) reared in the laboratory (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) / J. T. Y. Wong // *Crustaceana*. – 1989. – Vol. 56, N 1. – P. 18–30. <https://doi.org/10.1163/156854089x00752>
21. Mejia-Ortiz, L. M. The abbreviated larval development of *Macrobrachium totonacum* Mejia, Alvarez & Hartnoll, 2003 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory / L. M. Mejia-Ortiz, R. G. Hartnoll, M. López-Mejía // *Crustaceana*. – 2010. – Vol. 83, N 1. – P. 1–16. <https://doi.org/10.1163/001121609x12487811051462>

References

1. Kurenkov I. I. Towards a biology of Far Eastern freshwater shrimps. *Trudy Amurskoi ikhtiologicheskoi ekspeditsii, 1945–1949 gg.* [Proceedings of the Amur Ichthyological Expedition, 1945–1949]. Moscow, 1950, vol. 1, pp. 379–390 (in Russian).
2. Oh C.-W., Lim H.-S., Suh H.-L., Ma C.-W., Park K.-Y. Growth and reproductive biology of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. *Journal of Crustacean Biology*, 2002, vol. 22, no. 2, pp. 357–366. [https://doi.org/10.1651/0278-0372\(2002\)022\[0357:GARBOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1651/0278-0372(2002)022[0357:GARBOT]2.0.CO;2)
3. Guo Z. L., Wang X. Q., Zhang J. P. On the genus *Exopalaemon* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in Guangdong province, Southern China. *Crustaceana*, 2005, vol. 78, no. 7, pp. 839–850. <https://doi.org/10.1163/156854005774445537>
4. Koshelev V. N., Kolpakov N. V. Species composition and distribution of fish and shrimps in the Lower Amur River channel. *Izvestiya Tikhookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybokhozyaistvennogo tsentra* [News of the Pacific Research Fisheries Center], 2020, vol. 200, no. 2, pp. 292–307 (in Russian).
5. Kulesh V. F. Peculiarities of the life cycle of freshwater shrimps with abbreviated larval development. *Hydrobiological Journal*, 2020, vol. 56, no. 4, pp. 43–59. <https://doi.org/10.1615/hydrobj.v56.i4.40>
6. Brazhnikov V. Materials on the fauna of the Russian eastern seas, collected by the schooner “Storozh” in 1899–1902 (With 2 tables, 1 map and 26 figures in the text). *Zapiski Imperatorskoi Akademii nauk po Fiziko-matematicheskomu otdeleniyu* [Notes of the Imperial Academy of Sciences for the Physics and Mathematics Department], 1907, vol. 20, no. 6, pp. 1–185 (in Russian).
7. Holthuis L. B. *FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawn of the worlds*. Rome, 1980. 271 p.

8. Kulesh V. F., Giginyak Yu. G. Reproduction of Siberian shrimp *Exopalaemon modestus* (Heller) from the Kapchagai reservoir (Republic of Kazakhstan): reproductive performance and fecundity. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyagichnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2024, vol. 69, no. 4, pp. 289–297 (in Russian).
9. Khmeleva N. N., Kulesh V. F., Alekhnovich A. V., Giginyak Yu. G. *Ecology of freshwater shrimps*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 1997. 254 p. (in Russian).
10. Charles P. M. Egg production as a function of seasonal variation in *Macrobrachium lanchesteri*. *Journal of Ecology*, 1997, Vol. 9, pp. 49–52.
11. Wear R. G. Incubation in British decapods crustacea, and the effects temperature on the rate and success of embryonic development. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1974, vol. 54, no. 3, pp. 745–762. <https://doi.org/10.1017/s0025315400022918>
12. Alekhnovich A. V., Kulesh V. F. Variation in the parameters of the life cycle in prawns of the genus *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Palaemonidae). *Russian Journal of Ecology*, 2001, vol. 32, no. 6, pp. 420–424. <https://doi.org/10.1023/A:1012586218096>
13. Guest W. C., Durocher P. P. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: effects of salinity and temperature on survival. *The Progressive Fish-Culturist*, 1979, vol. 41, no. 1, pp. 14–18. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1979\)41\[14:psma\] 2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1979)41[14:psma] 2.0.co;2)
14. Shirley S. M., Shirley T. C., Rice S. D. Longitudinal variation in the dungeness crab, *Cancer magister*: zoal morphology explained by incubation temperature. *Marine Biology*, 1987, vol. 95, no. 8, pp. 371–376. <https://doi.org/10.1007/bf00409567>
15. Mashiko K. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan). *Journal of Crustacean Biology*, 1990, vol. 10, no. 2, pp. 306–314.
16. Pianka E. R. *Evolutionary Ecology*. New York, Harper and Row, 1974. 356 p. (Russ. ed.: Pianka E. *Evolutsionnaya ekologiya*. Moscow, Mir Publ., 1981. 400 p.
17. Oh C. W., Park K. Y. Comparative study on reproductive effort and spawning frequency of the two palaemonid prawns (*Exopalaemon modestus* and *Palaemon grarieri*) with different habitats. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2000, vol. 3, no. 3–4, pp. 180–187.
18. Shokita S. Abbreviated metamorphosis of land-locked fresh-water prawn, *Macrobrachium asperulum* (Von Martens) from Taiwan. *Annotationes zoologicae japonenses*, 1977, vol. 50, no. 2, pp. 110–122.
19. Mantel S. K., Dudgeon D. Reproduction and sexual dimorphism of the palaemonid shrimp *Macrobrachium hainanense* in Hong Kong streams. *Journal of Crustacean Biology*, 2005, vol. 25, no. 3, pp. 450–459. <https://doi.org/10.1651/c-254>
20. Wong J. T. Y. Abbreviated larval development of *Macrobrachium hainanense* (Parisi, 1919) reared in the laboratory (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 1989, vol. 56, no. 1, pp. 18–30. <https://doi.org/10.1163/156854089x00752>
21. Mejía-Ortiz L. M., Hartnoll R. G., López-Mejía M. The abbreviated larval development of *Macrobrachium totonacum* Mejía, Alvarez & Hartnoll, 2003 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 2010, vol. 83, no. 1, pp. 1–16. <https://doi.org/10.1163/001121609x12487811051462>

Информация об авторах

Кулеш Виктор Федорович – д-р биол. наук, профессор, Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка (ул. Советская, 18, 220030, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: victor_kulesh@tut.by

Гигиняк Юрий Григорьевич – канд. биол. наук, доцент, вед. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: antarctida_2010@mail.ru

Information about the authors

Viktor F. Kulesh – D. Sc. (Biol.), Professor. Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University (27, Sovetskaya Str., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: victor_kulesh@tut.by

Yury G. Hihiniak – Ph. D. (Biol.), Leading Researcher. The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: antarctida_2010@mail.ru