

ISSN 1029-8940 (Print)
 ISSN 2524-230X (Online)
 УДК. 591.5:595.3

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-3-216-223>

Поступила в редакцию 11.11.2024

Received 11.11.2024

В. Ф. Кулеш

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИЧИНОК СИБИРСКОГО ШРИМСА *EXOPALAEON MODESTUS* (HELLER) В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Аннотация. Виды пресноводных креветок с сокращенным периодом личиночного развития пригодны к акклиматизации в водоемах-охладителях энергетических объектов для обогащения кормовой базы и культивирования. Перспективным объектом для этой цели может быть сибирский шримс *Exopalaemon modestus* (Heller), характеризующийся широким диапазоном экологической пластичности и высокой выживаемостью личинок, насчитывающих 2 стадии зоеа. В этой связи детально описаны анатомо-морфологические показатели, строение тела, размерная характеристика 1-й и 2-й стадий зоеа и стадии послеличинки при выращивании на сбросной подогретой воде теплоэлектростанции (ТЭЦ). Личинок выращивали в производственных условиях инкубационного цеха в аквариумах, со сливными устройствами, куда непрерывно подавалась вода из теплого канала Березовской ГРЭС (Брестская обл.) при температуре 20–22 °С и начальной плотности посадки 10 экз/л. В этих условиях период личиночного развития составил в среднем 7 сут, что на 1 сут больше, чем при выращивании в лабораторных условиях в солоноватой воде 3,12–4,03 ‰ и температуре 26–28 °С. Средняя длина личинок 1-й стадии зоеа составила $4,08 \pm 0,12$ мм, 2-й стадии – $4,47 \pm 0,23$ мм, стадии послеличинки – $4,70 \pm 0,26$ мм. Межлиночный период для 1-й и 2-й стадий зоеа длился в среднем 2 сут, стадия послеличинки – 3 сут. Для этих стадий онтогенеза общими опознавательными характеристиками явились строение глаз, антеннул, переопод, плеопод, роострума, карапакса. Приведены оригинальные рисунки, а также длины роострума, глаз, карапакса, антенн, антеннул, мандибул, максилл, максиллипод, переопод, плеопод, тельсона.

Ключевые слова: креветки, личинка, послеличинка, подогретая вода, аквакультура, анатомо-морфологическое строение

Для цитирования: Кулеш, В. Ф. Морфологические параметры личинок сибирского шримса *Exopalaemon modestus* (Heller) в условиях тепловодной аквакультуры / В. Ф. Кулеш // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2025. – Т. 70, № 3. – С. 216–223. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-3-216-223>

Victor F. Kulesh

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

MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF SIBERIAN SHRIMP LARVAE *EXOPALAEON MODESTUS* (HELLER) IN WARM-WATER AQUACULTURE

Abstract. Freshwater shrimp species with a shortened larva development period are suitable for acclimatization into cooling ponds of energy facilities, both to enrich their food base and for cultivation. Siberian shrimp *Exopalaemon modestus* (Heller) are characterized by a wide range of ecological plasticity and a high survival rate of larvae with two zoea stages, making them a promising object for this purpose. In this regard, the anatomo-morphological indices, body structure, size characterization of zoea stages 1 and 2, as well as the postlarvae stage, when reared on discharged heated water of a thermal power plant, are described in detail. The larvae were reared in production conditions of the hatchery in aquaria equipped with drainage devices, where water was continuously supplied from the warm channel of Berezovskaya Thermal Power Station (TPS) (Brest region, Belarus) at a temperature of 20–22 °C and an initial planting density of 10 eggs/liter. In these conditions, the mean duration of larval development was 7 days, which is 1 day longer than during rearing in laboratory conditions in brackish water (3.12–4.03 ‰) and at temperatures of 26–28 °C. In this regard, anatomo-morphological parameters, body structure, and size characteristics of the 1st and 2nd stages of zoea and postlarvae stages during rearing on the discharge heated water of the thermal power plant are described in detail. The average length of larvae of the first zoea stage was 4.08 ± 0.12 mm, of the second stage was 4.47 ± 0.23 mm, and of the postlarvae stage was 4.70 ± 0.26 mm. On average, the inter-larval period for the 1st and 2nd zoea stages lasted two days, while the postlarvae stage, it averaged at three days. The general identifying characteristics for these stages of ontogenesis were: the structure of the eyes, antennules, pereopods, pleopods, rostrum, and carapax. The original drawings and lengths of rostrum, eyes, carapax, antennae, antennules, mandibles, maxillae, maxillapeds, pereopods, pleopods, and telson are provided.

Keywords: shrimp, larva, postlarva, heated water, aquaculture, anatomo-morphologic structure

For citation: Kulesh V. F. Morphological parameters of Siberian shrimp larvae *Exopalaemon modestus* (Heller) in warm-water 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. 3, pp. 216–223 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2025-70-3-216-223>

Введение. Сибирский шримс *Exopalaemon modestus* (Heller) – вид пресноводных креветок, характеризующийся широким диапазоном экологической толерантности. В этой связи на Азиатском континенте его ареал весьма обширен. На севере он доходит до сибирских рек, встречается в водоемах Дальнего Востока (бассейны рек Амура, Уссури), Кореи, Японии, Китая. На юге является одним из наиболее распространенных видов в водоемах о. Тайвань. Максимальные поселения популяций характерны для литоральной зоны [1–3].

В 1980-е гг. сибирский шримс, а также восточная речная креветка *Macrobrachium nipponense* (De Haan) впервые были отмечены в Капчагайском водохранилище (бассейн р. Или) недалеко от г. Алматы [4], что в 2010-х гг. было подтверждено другими авторами [5]. Затем был описан обширный ареал *E. modestus* в Жамбылской и Южно-Казахстанской областях [6].

В конце XX в. *E. modestus* попал (полагают, что с балластными водами) в западную часть Северной Америки: в р. Колумбию и водоемы ее бассейна [7]. Креветка заняла одно из лидирующих мест в бентосном сообществе этих водоемов: ее численность достигала 2,0 экз/м², а биомасса – до 0,30 г/м² [8].

Благодаря своим небольшим размерам среди других креветок этот вид является предпочитаемым пищевым объектом для многих видов рыб. Например, в период выклева личинок их в массе поедает молодь почти всех ханкайских рыб [1]. *E. modestus* имеет весьма значимую коммерческую ценность. В обзоре палеонидных креветок Китая 4 вида (*Exopalaemon modestus*, *E. carinicauda*, *E. orientis*, и *E. annandalei*) были признаны экономически важными для северной части страны (Liu et al., 1990; цит. по Z. L. Guo et al., 2005 [3]). В некоторых больших озерах продукция сибирского шримса составляет половину (или даже большую часть) всего улова креветок, которых высушивают и продают как продукт питания. Благодаря превосходному пищевому аромату эта креветка завоевала рынок Китая, и ее стало выгодно выращивать в прудовой аквакультуре [9, 10].

Личиночный период является наиболее уязвимым этапом онтогенеза у пресноводных креветок. По сравнению с другими стадиями жизненного цикла он характеризуется максимальной смертностью и зависит от качества воды, обеспеченности пищей, абиотических факторов среды, поэтому при ведении аквакультуры прежде всего имеет значение создание условий для оптимизации этого периода жизненного цикла [11, 12].

Наши исследования показали, что сибирский шримс с сокращенным периодом личиночного развития является перспективным объектом аквакультуры, а также и при культивировании на сбросной подогретой воде ТЭЦ с выживаемостью личинок до 100 % [13, 14]. В этих же условиях были исследованы рост и выживаемость личинок при различной температуре и плотности посадки [13]. Также личиночное развитие этого вида было описано при искусственном выращивании в лабораторных условиях в солоноватой воде (соленость – 3,12–4,03 ‰, температура – 26–28 °C) [15].

Детальная же морфология и отличительные черты личиночных стадий и стадии послеличинки при выращивании на сбросной воде ТЭЦ приводятся впервые, что имеет первостепенное значение при получении посадочного материала креветок в условиях производственной тепловодной аквакультуры.

Материалы и методы исследования. При исследовании Капчагайского водохранилища экспедицией Института зоологии НАН Беларуси в 1987 г. впервые для данного региона был обнаружен новый вид пресноводных креветок, идентифицированный крупнейшим знатоком данной систематической группы Л. Б. Холтхёйсом (L. B. Holthuis) как *Exopalaemon modestus* (Heller) [4].

Креветки были доставлены в аквариальную Института зоологии НАН Беларуси и в инкубцах опытного рыбхоза «Белоозерский» для исследования роста и развития на сбросной воде Бerezовской ГРЭС (Брестская обл.). Анализ показателей качества воды из теплого сбросного канала показал, что они являются благоприятными для культивирования пресноводных креветок с широким диапазоном экологической пластичности [12].

После выклева личинок содержали в инкубационном цехе в аквариумах со сливными устройствами, куда непрерывно подавалась вода из теплого канала Березовской ГРЭС, при температуре 20–22 °С и начальной плотности посадки 10 экз/л. Для поддержания заданной температуры использовали термостатирующие устройства. Личинок не кормили. Их длину измеряли от острия рострума и до конца тельсона, а анатомо-морфологические показатели, приведенные на рис. 1–3, – под биноклем с применением микрометра.

Изменчивость длины личинок и послеличинок оценивали, используя стандартное отклонение (s. d.).

Результаты и их обсуждение. Средняя плодовитость *E. modestus* составила 68 ± 19 яиц (30–127) при средней длине самки $35,8 \pm 3,29$ мм (28–45). Этот показатель соответствует плодовитости речной формы креветок из оз. Ханка, но почти в 3 раза ниже средней абсолютной плодовитости этого вида из корейского оз. Young-am, которая равна 182 ± 68 яиц (60–353) при длине карапакса 7,69–16,74 мм [1, 2, 14].

Выклюнувшиеся из яиц личинки *E. modestus* опускаются на дно и ведут бентосный образ жизни, существуя за счет энергетических запасов желточного мешка. Они цепляются за субстрат при помощи второй и третьей пар максиллопод, мало или вообще не двигаются, а потревоженные рывком перемещаются благодаря быстрым сокращениям абдомена и относительно широкому тельсону. В отличие от них личинки с типичным (*M. rosenbergii*) и полусокращенным (*M. nipponense*) типами развития плавают в толще воды благодаря активным колебаниям экзоподов максиллопод, и их тело расположено под наклонным углом, обращенным вниз [14].

В своем развитии сибирский шримс проходит 2 личиночные стадии и стадию послеличинки [2, 13, 16]. В таблице приводятся их общие отличительные признаки. Более подробная морфологическая характеристика показана на рис. 1–3.

Первая стадия зоеа. Средняя длина личинок составляет $4,08 \pm 0,12$ мм, межличиночный период длится в среднем 2 сут (см. таблицу).

Карапакс с бранхиостегальным шипом, рострум без зубца, прямой. Брюшко из 6 сомитов, последний из которых отделен от головогруды. Глаза сидячие, в основании их появляются хроматофоры. Первая плеопода однолепестковая с небольшим придатком. Остальные плеоподы двулепестковые без щетинок. Рострум с 1 дорзальным зубцом (рис. 1, а).

Антенна двучленистая; основание сегментировано; жгутик с 9 сегментами и педункулом, длиннее чешуи с 6 короткими волосками; чешуя овальная из длинного выпуклого базального сегмента, оснащенного 21 волоском на внутренней лопасти, маленьким простым волоском и шипиком на дистальном конце снаружи. Антеннула простая и представлена единственным базальным сегментом, который несет длинный отросток с волосками на конце и короткий наружный жгутик с апикальными волосками (см. рис. 1, а).

Мандибула без пальп, резцовый отросток с 3 зубцами на вершине; коренной отросток с 2 зубцами; 2 подвижных зубца в углу между коренным и резцовым отростками. Первая верхняя максилла одночленная; кокса с 4 направленными внутрь короткими шипами; основание с 4 короткими зубцами и 2 шипами; эндопод простой, пальповидный, с конечным коротким шипом. Вторая максилла пластинчатая, двулепестковая, протопод трехлопастной с 3 волосками; эндопод не сегментирован, несет 1 волосок на доле около средней части и 1 волосок терминально; экзопод уплощенный с волосками по краю, последний задний волосок крупнее остальных (рис. 1, б).

Характеристика личиночного развития *E. modestus* на теплой сбросной воде ТЭЦ

Characterization of the larval development of *E. modestus* in the warm discharge water of a thermal power plant

Стадия зоеа	Длина $\pm$ s. d. [*] , мм	Межличиночный период, сут	Опознавательная характеристика
I	$4,08 \pm 0,12$	2	Сидячие глаза; антеннальный жгутик с 9 сегментами, длиннее, чем антеннальная чешуйка; I и II переоподы покрыты рудиметарными волосками; плеоподы двулепестковые без щетинок, неразвиты, без апикальных волосков
II	$4,47 \pm 0,23$	2	Стебельчатые глаза; рострум с дорзальными зубчиками; антеннальный жгутик с 14 сегментами; на эндоподитах II переоподы располагаются апикальные щетинки; плеоподы с редуцированными аппендикулярными отростками, но без щетинок на экзоподах и эндоподах

Окончание таблицы

Стадия зоеа	Длина $\pm$ s. d. *, мм	Межлиночный период, сут	Опознавательная характеристика
После-личинка	$4,70 \pm 0,26$	3	Стебельчатые и вытянутые глаза; рострум с 4–6 дорзальными зубами; антеннальный жгутик с 28–30 сегментами, его длина может быть в 4 раза длиннее, чем антеннальная чешуйка; на плеоподах появляются щетинки; тельсон треугольный веерообразный, появляются двулепестковые уropоды, с характерными щетинками, но эндоподы голые

Примечание. * – стандартное отклонение.

Первая максиллипеда двулепестковая, кокса редуцирована; основание с 2 медиально направленными волосками; эндопод не сегментирован, с 4 терминальными и 1 медиальным веерообразным волоском; экзопод крупнее эндопода, с 4 апикальными и 2 субапикальными веерообразными волосками; эпипод двучленный.

Вторая максиллипеда двучленистая, кокса редуцирована, основание с 2 волосками; экзопод пятичлениковый, с 2 сильными шипами на стыке конечного и предпоследнего сегментов, конечный сегмент с более мелкими шипами, шипиком и терминальным коготком, экзопод длиннее эндопода, с апикальными волосками. Третья максиллипеда двучленная, с 3 волосками на проксимальном сегменте, эндопод с апикальными и субапикальными волосками (рис. 1, с).

Первая и вторая переопода двучленные, эндопод трехсегментный, экзопод без апикальных и субапикальных волосков. Третья переопода двучленная, эндопод рудиментарно сегментирован, экзопод без волосков; четвертая и пятая переоподы одночленные, рудиментарно сегментированные без волосков. Тельсон одночленный с 12–14 шипами. Просматриваются фрагменты уropод (рис. 1, d).

Вторая стадия зоеа. Средняя длина личинок составляет $4,47 \pm 0,23$ мм. Межлиночный период, как и первой личиночной стадии, длится в среднем 2 сут (см. табл.).

Длина карапакса в среднем составляет 1,45 мм. Карапакс с 1 надглазничным и 2 парами бранхиостегальных шипов. Рострум с 2 дорзальными зубцами. Антеннальная чешуя с волосками и без короткого дистального сегмента; антеннальный жгутик с 14 сегментами, длиннее, чем на предыдущей стадии; терминальный сегмент с 6 короткими волосками. Антеннула с 3 сегментами педункула; на сегментах длинные волоски на внутренней стороне и несколько

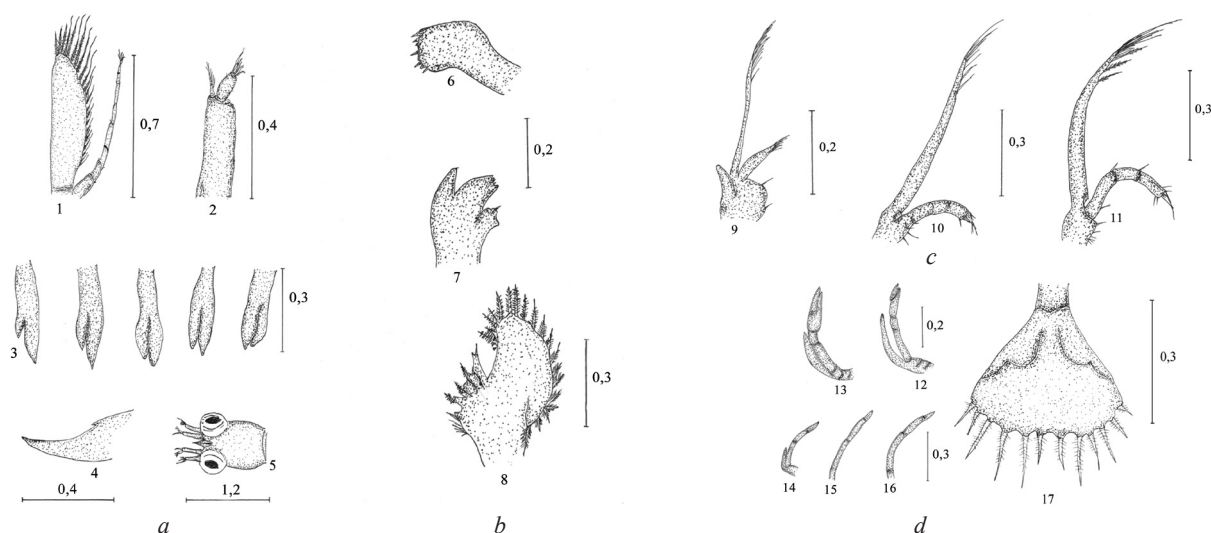


Рис. 1. Первая стадия личиночного развития (длина в мм): а) 1 – антенна, 2 – антеннула, 3 – I, II, III, IV, V плеоподы, 4 – рострум, 5 – карапакс (от острия рострума); б) 6 – мандибула, 7, 8 – I, II максилла; в) 9–11 – I, II, III максиллипеды; д) 12–16 – I, II, III, IV, V переоподы, 17 – тельсон

Fig. 1. First stage of larval development (length in millimeters): а) 1 – antenna, 2 – antennula, 3 – I, II, III, IV, V pleopods, 4 – rostrum, 5 – carapax (from the tip of rostrum); б) 6 – mandible, 7, 8 – I, II maxilla; в) 9–11 – I, II, III maxillipedes; д) 12–16 – I, II, III, IV, V pereopodes, 17 – telson

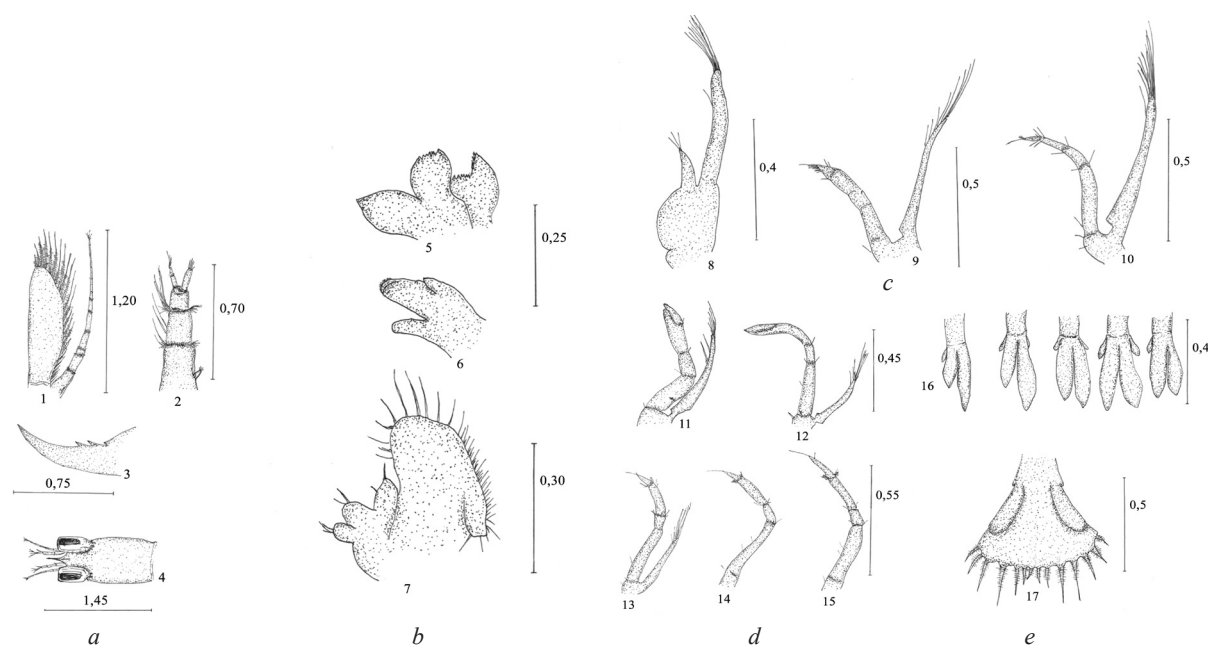


Рис. 2. Вторая стадия личиночного развития (длина в мм): *a*) 1 – антенна, 2 – антеннула, 3 – рострум, 4 – карапакс (от острия рострума); *b*) 5 – мандибула, 6, 7 – I, II максилла; *c*) 8–10 – I, II, III максиллипеды; *d*) 11–15 – I, II, III, IV, V переоподы; *e*) 16 – I, II, III, IV, V плеоподы, 17 – тельсон

Fig. 2. Second stage of larval development (length in millimeters): *a*) 1 – antenna, 2 – antennule, 3 – rostrum, 4 – carapax (from the tip of rostrum); *b*) 5 – mandible, 6, 7 – I, II maxilla; *c*) 8–10 – I, II, III maxillipedes; *d*) 11–15 – I, II, III, IV, V pereopodes; *e*) 16 – I, II, III, IV, V pleopodes, 17 – telson

мелких щетинок на внешней стороне; на дистальной части педункула 5 длинных, 4 средних и 1 короткий волосок (рис. 2, *a*).

Мандибула трехчленная; третий резцовый отросток с вырезом и 2 зубами; оба отростка неразвиты, второй и третий отростки с небольшими апикальными шерстинками. Первая максилла трехчленная, со слабо выраженным третьим отростком. На втором отростке, который имеет большие размеры, заметны апикальные щетинки. Вторая максилла трилепестковая; протопод также трилепестковый; на отростках заметны 2 пары волосков; экзопод с дорзальной стороны покрыт щетинками, апикальные из которых заметно больше (рис. 2, *b*).

Максиллипеды по форме и расположению волосков и апикальных щетинок мало чем отличаются от первой стадии зоеа (рис. 2, *c*).

Первая и вторая переопода схожи, но более развиты, чем на первой стадии зоеа. Третья переопода по форме почти аналогична третьей максиллипеде. На эндоподитах второй переоподы располагаются апикальные щетинки. Четвертая и пятая переопода полностью развиты, четырехсегментные и заканчиваются коготком (рис. 2, *d*).

У двулепестковых плеопод появляются небольшие придатки, у первой и пятой – по одному придатку, у второй, третьей и четвертой – по два. Плеоподы без щетинок и волосков. Тельсон одночленный с 14 крупными шипами, по бокам тельсона видны очертания уropодов (рис. 2, *e*).

Послеличинка. Средняя длина послеличинок составила $4,70 \pm 0,26$ мм. Межлиночный период (в отличие от межличиночного периода развития личинок) увеличился на 1 сут (см. табл.). Карапакс с усиковыми и бранхиостегальными шипами. Его длина достигла 1,50 мм. Рострум короче усиковой чешуйки, на нем появляются 4–5 дорзальных зубцов, первый из них находится на карапаксе, над задним краем орбитальной впадины (рис. 3, *a*).

На антенне длина усиковой чешуйки примерно в 3,5 раза больше ее ширины; усиковый жгутик более чем в 3 раза длиннее антеннальной чешуйки с примерно 30 сегментами. Основание антеннулы состоит из 3 сегментов, содержит статокст и короткий вентральный зубец. Внутренний усиковый жгутик простой, пятичленный. Наружный усиковый жгутик трехсегментный, с внут-

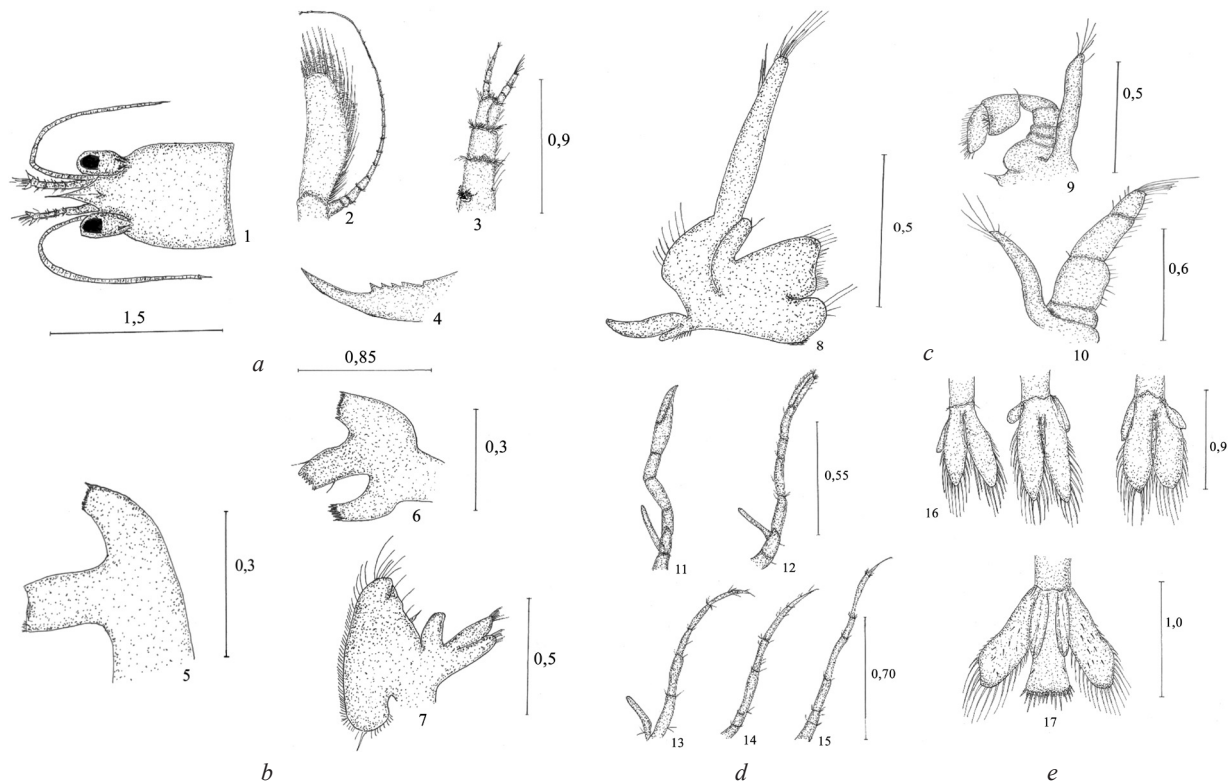


Рис. 3. Стадия послелички (длина в мм): а) 1 – карапакс (от острия рострума), 2 – антенна, 3 – антеннула, 4 – рострум; б) 5 – мандибула, 6, 7 – I, II максилла; в) 8–10 – I, II, III максиллипеды; д) 11–15 – I, II, III, IV, V переоподы; е) 16 – I, II, III плеоподы, 17 – тельсон

Fig. 3. Stage of postlarvae (length in millimeters): а) 1 – carapax (from the tip of the rostrum), 2 – antenna, 3 – antennule, 4 – rostrum; б) 5 – mandible, 6, 7 – I, II maxilla; в) 8–10 – I, II, III maxillipedes; д) 11–15 – I, II, III, IV, V pereopodes; е) 16 – I, II, III pleopoda, 17 – telson

ренной стороны несет 4–5 коротких терминальных сегментов, с веерообразными волосками на конечном сегменте и маленьким простым волоском и маленьким шипиком на дистальном конце (рис. 3, а).

Мандибула мощная, резцовый отросток с 4 зубами, больших размеров, чем у личиночной мандибулы. Зубцы коренного отростка крупные и крепкие. Базальная часть первой максиллы двулопастная, кокса с 7 шипами; внутренний эндопод с 2 короткими зубцами на дистальной части; экзопод с 4 апикальными и 2 субапикальными шипами. Базальная часть второй максиллы двулопастная, каждая доля несет на внутренней поверхности 7 волосков; эндопод не сегментирован, без волосков; экзопод покрыт мелкими щетинками (рис. 3, б).

Базальная часть первой максиллипеды двулопастная, ее доли с грубыми шипами; экзопод с 4 апикальными и 2 субапикальными шипами. Вторая максиллипеда с четырехчлениковым эндоподом, конечный и предпоследний сегменты широкие, вооружены грубыми шипами; экзопод с апикальными и субапикальными волосками; эпипод маленький, двулопастной. Третья максиллипеда с четырехчленным эндоподом, который на всем протяжении покрыт редкими волосками; эндопод редуцирован (рис. 3, в).

Первая переопода более мощная и короче, чем вторая; экзопод рудиментарный. Вторая переопода более тонкая; режущие края клешней без зазубрин или зубцов, с наружной стороны покрыты щетинками; экзопод рудиментарный. Третья, четвертая и пятая переоподы сходны между собой; эндоподы развиты и только на третьей переоподе имеется рудиментарный экзопод (рис. 3, д).

Плеоподы с длинными волосками. Тельсон удлинённый и более узкий, с 12 крупными и 2 мелкими шипами. Уроподы двулепестковые, наружные лепестки с волосками, внутренние – голые без волос и щетинок (рис. 3, е).

При сравнении личиночного развития сибирского шримса на теплой сбросной воде ТЭЦ и в стационарных лабораторных условиях [15] оказалось, что на теплой сбросной воде ТЭЦ размер тела на 1-й и 2-й стадиях зоеа примерно на 0,3 мм длиннее, а период личиночного развития на 1 сут больше. На стадии послеличинки эти показатели сравниваются (см. табл.).

Для некоторых видов с сокращенным развитием без свободноплавающей личиночной стадии (например, *Macrobrachium iheringi*) момент метаморфоза менее ясен, и многие авторы после 2-ой личиночной стадии выделяют мегалопу [16–18]. Не совсем ясно, к какой стадии она относится: к зоеальной либо к одной из стадий послеличинного развития. Здесь следует указать на одно очень важное явление. Личинки всех представителей сокращенного типа развития не питаются экзогенной пищей и поддерживают свою жизнедеятельность за счет желточного мешка, который занимает почти весь цефалоторакс. Запаса желтка достаточно, чтобы поддерживать личинку в течение очень короткой личиночной стадии. В процессе метаморфоза при переходе на стадию послеличинки происходят морфологические изменения ротового аппарата, позволяющие улавливать живой корм или оформленные детритные частицы. К этой стадии запас желтка заканчивается, но теперь ювенильные особи способны использовать источники пищи в окружающей среде. Этот факт является решающим при оценке продолжительности личиночного периода сибирского шримса.

Закключение. Проанализировано сокращенное личиночное развитие *E. modestus* при выращивании на теплой сбросной воде ТЭЦ, включающее 2 стадии зоеа и стадию послеличинки. Подробно описаны анатомо-морфологические особенности и отличительные признаки этих стадий онтогенеза, что является необходимым компонентом для ведения успешной аквакультуры. При разведении этот вид имеет несомненные преимущества перед другими видами пресноводных креветок. Сокращенное личиночное развитие *E. modestus* продолжается всего несколько суток, не требует трудоемких биотехнических мероприятий на поддержание многодневной личиночной культуры и дополнительных затрат на дорогостоящие стартовые корма.

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. / отв. ред. Г. В. Никольский. – М., 1950. – 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)
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. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелева, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: Беларус. навука, 1997. – 253 с.
5. De Grave, S. The first record of *Exopalaemon modestus* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Kazakhstan / S. De Grave, D. J. Mann // Crustaceana. – 2012. – Vol. 85, N 12–13. – P. 1665–1667. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003144>
6. О распространении пресноводных креветок (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) в водоемах южного Казахстана и возможности их применения в качестве биоиндикаторов состояния водных экосистем / И. И. Темрешев, П. А. Есенбекова, Г. Е. Кожабая [и др.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2017. – Т. 2, № 320. – С. 215–223.
7. Introduction of a Siberian Freshwater Shrimp to Western North America / R. L. Emmett, S. A. Hinton, D. J. Logan, G. T. McCabe (jr.) // Biological Invasions. – 2002. – Vol. 4, N 4. – P. 447–450. <https://doi.org/10.1023/A:1023641915417>
8. Introduced palaemonid shrimp invades the Yolo Bypass floodplain / S. Zeug, G. O’Leary, T. Sommer, B. Harrell // IEP Newsletter. – 2002. – Vol. 15, N 1. – P. 13–15.
9. Pond rearing on *Exopalaemon modestus* / T. J. Hu, T. Y. Ye, Z. M. Zhang [et al.] // Science Fish Farming. – 2002. – N 2. – P. 31.
10. Li, X.-Zh. The zoogeography of Chinese Palaemonoidea fauna / X.-Zh. Li, R.-Y. Liu, X.-Q. Liang // Biodiversity Science. – 2003. – Vol. 11, N 5. – P. 393–406. <https://doi.org/10.17520/biods.2003047>
11. Anger, K. The biology of decapod crustacean larvae / K. Anger. – Lisse, Netherlands: A. A. Balkema Publishers. – 2001. – Vol. 14. – 419 p.
12. Кулеш, В. Ф. Биология культивирования промысловых видов пресноводных креветок и речных раков на теплых водах / В. Ф. Кулеш. – М.: Новое знание, 2012. – 328 с.
13. Кулеш, В. Ф. Рост и выживаемость личинок пресноводной креветки *Exopalaemon modestus* (Heller) на сбросной воде теплоэлектростанции / В. Ф. Кулеш // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2009. – Т. 53, № 4. – С. 82–87.
14. 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>

15. Kwon, C. S. The larval development of *Palaemon modestus* (Heller) in the laboratory / C. S. Kwon, Y. Uno // *La Mer*. – 1968. – Vol. 6, N 4. – P. 263–278.
16. Chong, S. S. C. The abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium malayanum* (Roux, 1934) (Decapoda, Palaemonidae) reared in the laboratory / S. S. C. Chong, H. W. Khoo // *Crustaceana*. – 1987. – Vol. 53, N 1. – P. 29–42. <https://doi.org/10.1163/156854087x00592>
17. Abbreviated larval development of a freshwater prawn, *Macrobrachium nippanae*, Shokita and Takeda (Decapoda: Palaemonidae), from Thailand / S. Shokita [et al.] // *Journal Crustacean Biology*. – 1991. – Vol. 11, N 1. – P. 90–102.
18. Bueno, S. L. Abbreviated larval development of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory / S. L. Bueno, S. Rodrigues // *Crustaceana*. – 1995. – Vol. 68, N 6. – P. 665–685. <https://doi.org/10.1163/156854095x01880>

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. Khmeleva N. N., Kulesh V. F., Alekhovich A. V., Giginyak Yu. G. *Ecology of freshwater shrimps*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 1997. 254 p. (in Russian).
5. De Grave S., Mann D. J. The first record of *Exopalaemon modestus* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Kazakhstan. *Crustaceana*, 2012, vol. 85, no. 12–13, pp. 1665–1667. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003144>
6. Temreshev I. I., Esenbekova P. A., Kozhabaeva G. E., Isenova G. Zh., Slivinskii G. G. About distribution the freshwater shrimps (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in water bodies of south Kazakhstan and opportunities of their use as bio-indicators of the condition of aquatic ecosystems. *Izvestiya Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya biologicheskaya i meditsinskaya* [News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biological and medical series], 2017, vol. 2, no. 320, pp. 215–223 (in Russian).
7. Emmett R. L., Hinton S. A., Logan D. J., McCabe G. T. (jr). Introduction of a Siberian Freshwater Shrimp to Western North America. *Biological Invasions*, 2002, vol. 4, no. 4, pp. 447–450. <https://doi.org/10.1023/A:1023641915417>
8. Zeug S., O'Leary G., Sommer T., Harrell B. Introduced palaemonid shrimp invades the Yolo Bypass floodplain. *IEP Newsletter*, 2002, vol. 15, no. 1, pp. 13–15.
9. Hu T. J., Ye T. Y., Zhang Z. M., Wei X. K., Xu Z. K. Pond rearing on *Exopalaemon modestus*. *Science Fish Farming*, 2002, no. 2, p. 31.
10. Li X.-Z., Liu R.-Y., Liang X.-Q. The zoogeography of Chinese Palaemonoidea fauna. *Biodiversity Science*, 2003, vol. 11, no. 5, pp. 393–406. <https://doi.org/10.17520/biods.2003047>
11. Anger K. *The biology of decapod crustacean larvae*. Lisse, The Netherlands: A. A. Balkema Publ. 2001, vol. 4. 419 p.
12. Kulesh V. F. *Cultivation biology of commercial freshwater shrimp and river crayfish species in warm waters*. Moscow, Nowoe znanie Publ., 2012. 328 p. (in Russian).
13. Kulesh V. F. Growth and survival of larvae of the freshwater shrimp *Exopalaemon modestus* (Heller) in the discharge water of a thermal power plant. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Reports of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2009, vol. 53, no. 4, pp. 82–87 (in Russian).
14. 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>
15. Kwon C. S., Uno Y. The larval development of *Palaemon modestus* (Heller) in the laboratory. *La Mer*, 1968, vol. 6, no. 4, pp. 263–278.
16. Chong S. S. C., Khoo H. W. The abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium malayanum* (Roux, 1934) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 1987, vol. 53, no. 1, pp. 29–42. <https://doi.org/10.1163/156854087x00592>
17. Shokita S., Takeda M., Sittilert S., Polpakdee T. Abbreviated larval development of a freshwater prawn, *Macrobrachium nippanae*, Shokita and Takeda (Decapoda: Palaemonidae), from Thailand. *Journal Crustacean Biology*, 1991, vol. 1, no. 1, pp. 90–102.
18. Bueno S. L., Rodrigues S. Abbreviated larval development of the freshwater prawn *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 1995, vol. 68, no. 6, pp. 665–685. <https://doi.org/10.1163/156854095x01880>

Інфармацыя аб аўторе

Кулеш Віктор Федоровіч – д-р біол. навук, прафесар. Беларускі дзяржаўны педагогічны ўніверсітэт ім. Максіма Танка (ул. Советская, 18, 220030, г. Мінск, Рэспубліка Беларусь). E-mail: victor_kulesh@tut.by

Information about the author

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