

## РЕПРОДУКТИВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНТРОДУЦЕНТА — СХІДНОЇ ПРІСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE* DE HAAN, 1849) — В ПОНИЗЗІ ДНІСТРА

П. В. Шекк, [shekk@ukr.net](mailto:shekk@ukr.net), Одеський державний екологічний університет,  
м. Одеса

Ю. О. Астафуров, [astafurov.yu@ukr.net](mailto:astafurov.yu@ukr.net), Одеський державний екологічний  
університет, м. Одеса

**Мета.** Дослідити репродуктивні характеристики самиць прісноводної креветки *Macrobrachium nipponense* (дністровської популяції) в природних і штучних умовах.

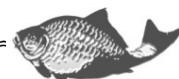
**Методика.** Польові дослідження проводили з квітня по жовтень 2016–2019 рр. у Кучурганському і Дністровському лиманах, рибницьких ставах і озерах пониззя річок Дністер і Турунчук. Креветку ловили на прибережних ділянках сачками і спеціальними пастками на приманку (подрібнену атерину). Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах. Для експериментальних робіт виловлену креветку транспортували в акваріальну кафедри водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету. Для вирощування і відтворення креветки використовували скляні акваріуми об'ємом 0,3 м<sup>3</sup>, об'єднані в експериментальну установку з замкненим циклом водообміну (УЗВ) загальним робочим об'ємом 1,2 м<sup>3</sup>. В період експерименту в УЗВ підтримували умови, близькі до таких в місцях вилову креветки.

При проведенні біологічного аналізу у креветок визначали стать, загальну довжину і масу тіла, стадію і тривалість ембріогенезу. Також реєстрували виживання *M. nipponense* за різних умов утримання. Для аналізу гідрохімічних параметрів середовища застосували сучасні прилади для експрес-аналізу: «ЕКОТЕСТ–2000 Т» (O<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>; NO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>; CO<sub>2</sub>; фосфати, рН); термооксиметр «Ажа-101М» (Т, °С; O<sub>2</sub>); «РН-метр – 150 М»; рефрактометр «АТАГО – 100» (солоність і щільність води). Сольовий розчин у спеціальних експериментах отримували в лабораторних умовах шляхом розбавлення морської води.

**Результати.** Запліднені яйця креветок мали овальну форму, а їхні середні розміри варіювали в межах 0,58–0,66 мм (довжина) і 0,39–0,46 мм (ширина). Встановлено, що розміри запліднених яєць у *M. nipponense* дністровської популяції відрізнялися в різних природних акваторіях. Найбільші розміри (0,66 ± 0,035 і 0,46 ± 0,014 мм) та середній об'єм (0,073 мм<sup>3</sup>) мали яйця креветки з Кучурганського лиману. Вони достовірно (P ≥ 0,95) відрізнялися за цими показниками від таких у креветок з Дністровського лиману, які мали найменші розміри (0,58 ± 0,022 і 0,39 ± 0,011 мм) та середній об'єм (0,046 мм<sup>3</sup>). Креветки зі ставів і озер Дністра і Турунчука мали середні розміри і об'єм яєць, які за цими показниками достовірно не відрізнялися від таких у особин з Кучурганського і Дністровського лиманів.

Аналіз плодючості креветок дністровської популяції показав, що ПРП, як і КРП, зростає прямо пропорційно збільшенню розмірів і маси самиць, що закономірно для всіх пойкилотермних тварин. Встановлено, що в діапазоні лінійних розмірів самиць *M. nipponense* дністровської популяції 2,5–7,9 см і маси 2,2–7,3 г ПРП зростає від 3441 ± 942 до 10241 ± 1323 екз. яєць в одній кладці. Тривалість ембріогенезу і виживання ембріонів креветок

© П. В. Шекк, Ю. О. Астафуров, 2019



при зростанні температури води з 18 до 31°C скорочується з 42 до 20 діб. Оптимум припадає на температуру 27°C, яка забезпечує виживання 98% ембріонів. Креветка *M. nipponense* може відтворюватися при солоності від 0 до 9‰, але оптимальною є солоність 5‰, яка в зоні оптимальних температур забезпечує виживання 98% ембріонів за мінімальної тривалості ембріогенезу.

**Наукова новизна.** Вперше проведено дослідження репродуктивних характеристик самиць прісноводної креветки *M. nipponense* дністровської популяції. Показано, що запліднені яйця креветок дністровської популяції відрізняються за розміром у різних акваторіях пониззя Дністра. Встановлено залежність початкової (ПРП) та кінцевої (КРП) реалізованої плодючості від маси креветок. Досліджено тривалість ембріогенезу і відсоток виживання ембріонів у залежності від температури і солоності води. Встановлені оптимальні параметри температури і солоності для ембріогенезу креветки *M. nipponense* дністровської популяції.

**Практична значимість.** Результати досліджень дозволили дати об'єктивну характеристику та оцінку плодючості інтродуцента *M. nipponense* в умовах басейну нижнього Дністра і можуть бути використані при розробці технології штучного відтворення виду.

**Ключові слова:** креветка *M. nipponense*, дністровська популяція, розміри яєць, ембріогенез, солоність, температура, виживання.

---

## REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF THE INTRODUCED SPECIES — EASTERN FRESHWATER SHRIMPS (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE* DE HAAN, 1849) IN THE LOWER DNISTER RIVER

P. Shekk, [shekk@ukr.net](mailto:shekk@ukr.net), Odesa State Environmental University, Odesa

Yu. Astafurov, [astafurov.yu@ukr.net](mailto:astafurov.yu@ukr.net), Odesa State Environmental University, Odesa

**Purpose.** To study reproductive characteristics of female freshwater shrimp *M. nipponense* (Dniester population) in natural and artificial conditions.

**Methodology.** Field studies were carried out from April to October 2016-2019 in the Kuchurgan and Dniester lagoons, fish ponds and lakes of the lower Dniester and Turunchuk rivers. Shrimp were caught in coastal areas with net and special traps using a bait (ground silverside). The studies were conducted in the field and laboratory conditions. For experimental work, the caught shrimp was transported to the aquarium department of aquatic biological resources and aquaculture of Odessa State Ecological University. For the cultivation and reproduction of shrimp, 0.3 m<sup>3</sup> glass aquariums were used, combined in an experimental setup with a recirculating aquaculture system (RAS) with a total working volume of 1.2 m<sup>3</sup>. During the experiment, the conditions were close to the environment, where shrimp were caught. During the biological analysis of the shrimp, following parameters were determined: sex, total length and body weight (stage and duration of embryogenesis). The survival of *M. nipponense* under various conditions was also recorded. Following modern instruments were used for the express analysis of hydrochemical parameters of the environment: ECOTEST-2000 T (O<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>; NO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>; CO<sub>2</sub>; phosphates, pH), Azha-101M thermooximeter (T, °C; O<sub>2</sub>), pH meter-150 m); ATAGO-100 refractometer (salinity and water density). Saline solution, in special experiments, was produced in laboratory conditions by diluting seawater.

**Findings.** Fertilized shrimp eggs have an oval shape, and their average sizes varied within 0.58-0.66 mm (length) and 0.39-0.46 mm (width). It was found that the size of fertilized eggs in *M. nipponense* of the Dniester population differed in size in various natural waters. The largest sizes (0.66 ± 0.035 and 0.46 ± 0.014 mm) and an average volume of 0.073 mm<sup>3</sup> were observed in shrimp eggs from the Kuchurgan estuary. These parameters significantly (P≥0.95) differed from shrimps from the Dniester estuary, which had the smallest sizes (0.58 ± 0.022 and 0.39 ± 0.011 mm) and average volume (0.046 mm<sup>3</sup>). Shrimp from ponds and lakes of the Dniester and Turunchuk had average size



and egg volume, which, according to these parameters, did not significantly differ from those of individuals from the Kuchurgan and Dniester estuaries. An analysis of shrimp fertility of the Dniester population showed that the IRF and FRF increase in direct proportion to the increase in the size and weight of females that is natural for all poikilothermic animals. IRF in the linear size range of female *M. nipponense* from the Dniester population of 2.5-7.9 cm and weight of 2.2-7.3 g increases from  $3441 \pm 942$  to  $10241 \pm 1323$  eggs in one clutch. The duration of embryogenesis and survival of shrimp embryos with an increase in water temperature from 18 to 31 °C is reduced from 42 to 20 days. The optimum is at a temperature of 27 °C, which ensures the survival of 98% of the embryos. Shrimp *M. nipponense* can reproduce at a salinity from 0 to 9‰, but the optimum salinity is 5‰ which in the range of optimal temperatures ensures the survival of 98% of embryos with a minimum duration of embryogenesis.

**Originality.** The reproductive characteristics of female *M. nipponense* from the Dniester population were studied for the first time. It was shown that the fertilized shrimp eggs of the Dniester population differ in size in different areas of the lower reaches. The dependence of the initial (IRF) and final (FRF) realized fertility on the mass of shrimp was found. The duration of embryogenesis and the survival rate of embryos were studied depending on the temperature and water salinity. The optimal temperature and salinity parameters for embryogenesis of *M. nipponense* of the Dniester population have been established.

**Practical value.** The research results made it possible to give an objective characterization and assessment of the fertility of the introduced species *M. nipponense* in the conditions of the Lower Dniester basin and can be used to develop technology for its artificial reproduction.

**Keywords:** shrimp *M. nipponense*, Dniester population, egg size, embryogenesis, salinity, temperature, survival.

## РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТРОДУЦЕНТА — ВОСТОЧНОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE* DE HAAN, 1849) — В НИЗОВЬЯХ ДНЕСТРА

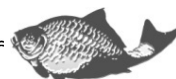
П. В. Шекк, [shekk@ukr.net](mailto:shekk@ukr.net), Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

Ю. О. Астафуров, [astafurov.yu@ukr.net](mailto:astafurov.yu@ukr.net), Одесский государственный экологический университет, г. Одесса

**Цель.** Исследовать репродуктивные характеристики самок пресноводной креветки *M. nipponense* (днестровской популяции) в естественных и искусственных условиях.

**Методика.** Полевые исследования проводили с апреля по октябрь 2016–2019 гг. в Кучурганском и Днестровском лиманах, рыбоводных прудах и озерах низовья рек Днестр и Турунчук. Креветок ловили на прибрежных участках сачками и специальными ловушками на приманку (измельченную атерину). Исследования проводились в полевых и лабораторных условиях. Для экспериментальных работ выловленных креветок транспортировали в аквариальную кафедру водных биоресурсов и аквакультуры Одесского государственного экологического университета. Для выращивания и воспроизводства креветок использовали стеклянные аквариумы объемом 0,3 м<sup>3</sup>, объединенные в экспериментальную установку с замкнутым циклом водообмена (УЗВ) общим рабочим объемом 1,2 м<sup>3</sup>. В период эксперимента в УЗВ поддерживали условия, близкие к таковым в местах вылова креветок.

При проведении биологического анализа у креветок определяли пол, общую длину и массу тела, стадию и продолжительность эмбриогенеза. Также регистрировали выживание *M. nipponense* при различных условиях содержания. Для анализа гидрохимических параметров среды применили современные приборы для экспресс-анализа: «ЭКТОТЕСТ-2000 Т» (O<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>; NO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>; CO<sub>2</sub>; фосфаты, pH) термооксиметр «Ажа-101М» (Т, °С; O<sub>2</sub>) «РН-метр-150 м»; рефрактометр «АТАГО-100» (соленость и плотность воды). Солевой раствор в специальных экспериментах получали в лабораторных условиях путем разбавления морской воды.



**Результати.** Оплодотворенные яйця креветок имели овальную форму, а их средние размеры варьировали в пределах 0,58–0,66 мм (длина) и 0,39–0,46 мм (ширина). Установлено, что размеры оплодотворенных яиц у *M. nipponense* днестровской популяции отличались в различных природных акваториях. Наибольшие размеры (0,66 ± 0,035 и 0,46 ± 0,014 мм) и средний объем (0,073 мм<sup>3</sup>) имели яйця креветок Кучурганского лимана. Они достоверно ( $P \geq 0,95$ ) отличались по этим показателям от таковых креветок с Днестровского лимана, которая имела наименьшие размеры (0,58 ± 0,022 и 0,39 ± 0,011 мм) и средний объем (0,046 мм<sup>3</sup>). Креветки из прудов и озер Днестра и Турунчука имели средние размеры и объем яиц, которые по этим показателям достоверно не отличались от таковых у особей из Кучурганского и Днестровского лиманов. Анализ плодовитости креветок днестровской популяции показал, что ПРП по КРП растет прямо пропорционально увеличению размеров и массы самок, что закономерно для всех пойкилотермных животных. Установлено, что в диапазоне линейных размеров самок креветки *M. nipponense* днестровской популяции 2,5–7,9 см и массы 2,2–7,3 г ПРП растет с 3441 ± 942 до 10241 ± 1323 шт. яиц в одной кладке. Продолжительность эмбриогенеза и выживания эмбрионов креветки при росте температуры воды с 18 до 31°C сокращается с 42 до 20 суток. Оптimum соответствует температуре 27°C, которая обеспечивает выживание 98% эмбрионов. Креветка *M. nipponense* способна к воспроизводству при солености с 0 до 9‰, но оптимальной является соленость 5‰, которая в зоне оптимальных температур обеспечивает выживание 98% эмбрионов при минимальной продолжительности эмбриогенеза.

**Научная новизна.** Впервые проведены исследования репродуктивных характеристик самок пресноводной креветки *M. nipponense* днестровской популяции. Показано, что оплодотворенные яйця креветок днестровской популяции отличаются по размеру в различных акваториях низовья Днестра. Установлена зависимость начальной (ПРП) и конечной (КРП) реализованной плодовитости от массы креветок. Исследована продолжительность эмбриогенеза и процент выживаемости эмбрионов в зависимости от температуры и солености воды. Установлены оптимальные параметры температуры и солености для эмбриогенеза креветки *M. nipponense* днестровской популяции.

**Практическая значимость.** Результаты исследований позволили дать объективную характеристику и оценку плодовитости интродуцента *M. nipponense* в условиях бассейна нижнего Днестра и могут быть использованы при разработке технологии искусственного воспроизводства вида.

**Ключевые слова:** креветка *M. nipponense*, днестровская популяция, размеры яиц, эмбриогенез, соленость, температура, выживание.

---

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Східна річкова субтропічна креветка *M. nipponense* належить до родини *Palaemonidae*. Даний вид поширений в прісноводних і солонуватоводних водоймах південно-східної Азії [15] і є перспективним об'єктом промислу і аквакультури в субтропічних водах Японії, Китаю, В'єтнаму та інших країн південно-східної Азії. Завдяки високій толерантності *M. nipponense* добре адаптується до широкого діапазону умов навколишнього середовища. Відтворюється в прісноводних акваторіях, але для її вирощування однаково придатні як прісні, так і солонуватоводні екосистеми. *M. nipponense* має велике комерційне значення і є важливим об'єктом аквакультури і промислу в багатьох країнах світу [12–14, 16, 18, 19, 22, 24].

Технологія штучного відтворення і товарного вирощування *M. nipponense* була розроблена в Китаї приблизно 50 років тому, а потім цей досвід був поширений у багатьох країнах південно — східної Азії.



У 2008 р. світовий обсяг виробництва *M. nipponense* перевищив 200 тис. т, що складає більшу частину світового виробництва креветки.

Самиці *M. nipponense* досягають статевої зрілості у віці 3–5 місяців. Спаровування відбувається після завершення линьки, коли панцир креветки м'який. Через кілька годин після запліднення яйця відкладаються на плеоподи і самиці виношують їх до завершення ембріонального розвитку. Плодючість досить висока. В залежності від віку і розмірів самиць, кількість яєць в одній кладці може досягати 20–150 тис. екз. [5, 8, 19].

У Кучурганський лиман (водойма-охолоджувач Молдавської ГРЕС) креветка *M. nipponense* була інтродукована в 1986 р. з водойми-охолоджувача Березовської ГРЕС [3]. В результаті охолодження вод Кучурганського лиману, після зниження потужності Молдавської ГРЕС, у 2000-х р. креветка вийшла в р. Дністер і протягом наступних років широко розселилась у пониззі ріки, утворивши дністровську популяцію, чисельність якої зростає.

### ВИДЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Однією з найважливіших ланок, що визначає чисельність і можливості подальшого розселення інтродуцента *M. nipponense* в басейні нижнього Дністра, є особливості відтворення виду в нових умовах. Ця складова біології вселенця практично не досліджувалась. Дослідження процесу відтворення креветки в природних умовах повинні слугувати основою для оптимізації вирощування та утримання плідників (ікроносних самиць), а також є важливою складовою при розробці технології масового культивування *M. nipponense* в умовах водойм півдня України.

Мета дослідження полягала у вивченні основних репродуктивних характеристик самиць прісноводної креветки *M. nipponense* (дністровської популяції) в природних і штучних умовах.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Польові дослідження проводили з квітня по жовтень 2016–2019 рр. у Кучурганському і Дністровському лиманах, рибницьких ставах і озерах пониззя річок Дністер і Турунчук. Креветок ловили на прибережних ділянках сачками (вічко 4–10 мм) і пастками — спеціальними раколовками на приманку (подрібнену атерину). Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах. Для експериментальних робіт виловлені екземпляри креветок в бідонах об'ємом 20 л з примусовою аерацією води транспортували в акваріальну кафедри водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету. Для вирощування і відтворення креветок використовували скляні акваріуми об'ємом 0,3 м<sup>3</sup>, об'єднані в експериментальну установку з замкненим циклом водообміну (УЗВ) загальним робочим об'ємом 1,2 м<sup>3</sup>. В період експерименту в УЗВ підтримували умови, близькі до таких в місцях вилову креветок (табл. 1).

При проведенні біологічного аналізу у креветок визначали стать, загальну довжину і масу тіла, стадію і тривалість ембріогенезу. Також реєстрували виживання *M. nipponense* за різних умов утримання. Для аналізу гідрохімічних параметрів середовища застосовували сучасні прилади для експрес-аналізу:



«ЕКОТЕСТ-2000 Т» ( $O_2$ ;  $NO_2^-$ ;  $NO_3^-$ ;  $NH_4^+$ ;  $CO_2$ ; фосфати, рН); термооксиметр «Ажа-101М» (Т,  $^{\circ}C$ ;  $O_2$ ); «РН-метр – 150 М); рефрактометр «АТАГО-100» (солоність і щільність води).

Сольовий розчин у спеціальних експериментах отримували в лабораторних умовах шляхом розбавлення морської води.

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники середовища УЗВ і Кучурганського лиману в період вилову та утримання *M. nipponense*

Table 1. Physico-chemical indicators in the RAS and in the Kuchurgan estuary during the catch period of *M. nipponense*

Показник / Indicator	Природні водойми пониззя Дністра / Natural reservoirs of the lower Dnistro	УЗВ / RAS
Прозорість, см / water transparency, cm	28–70	75–80
t, $^{\circ}C$	22–29	28 $\pm$ 0,50
рН	7,10–8,15	7,00–7,50
Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup> / Dissolved oxygen, mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	6,10–10,50	7,60–8,70
Солоність, ‰ / Salinity, ‰	0–11	0–9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / mg/dm <sup>3</sup>	22,70–54,10	14,56 $\pm$ 5,30
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / mg/dm <sup>3</sup>	–	8,87 $\pm$ 3,70
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> / mg/dm <sup>3</sup>	44,50–46,80	19,60 $\pm$ 4,50
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / mgN/dm <sup>3</sup>	0,250–0,285	0,075
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / mgN/dm <sup>3</sup>	0,002–0,015	0,005
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/дм <sup>3</sup> / mgN/dm <sup>3</sup>	0,092–0,852	0,085

Загальну довжину креветок вимірювали від кінця роstrума до кінця тельсона за допомогою штангенциркуля з точністю до 1 мм. Індивідуальну масу визначали за допомогою електронних терезів (AXIS-500, точність до 0,01 г). Вимірювання яєць з кладки здійснювали за допомогою окуляр-мікрометра на бінокулярному мікроскопі МБС–10. Початкову реалізовану плодючість (ПРП) і кінцеву реалізовану плодючість (КРП) визначали ваговим методом [1, 4]. За ПРП вважали кількість щойно відкладених яєць на плеоподи самиць на початку інкубаційного періоду, за КРП — кількість ікринок, які розвивалися на плеоподах самиць в кінці інкубаційного періоду безпосередньо перед вилупленням личинок. Плодючість і розмірні параметри визначали у 85 самиць креветок *M. nipponense*. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми «Microsoft Excel».

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Запліднені яйця креветок мали овальну форму, а їхні середні розміри варіювали в межах 0,58–0,66 мм (довжина) і 0,39–0,46 мм (ширина). Вони були цілком зіставні з розмірами яєць самиць, що утримувались в лабораторній УЗВ.

Аналогічні дані щодо розмірів і форми яєць *M. nipponense* наводять інші автори [7, 17, 20]. В ході ембріогенезу спостерігалось подвоєння, а іноді і потроєння початкової маси яєць [9].



Разом з тим, встановлено, що розміри запліднених яєць у *M. nipponense* дністровської популяції відрізнялися в різних природних акваторіях (табл. 2).

**Таблиця 2. Розміри і об'єм запліднених яєць креветки *M. nipponense* з різних акваторій пониззя Дністра**

**Table 2. The size and volume of *M. nipponenses* fertilized eggs shrimp from different water areas of the lower Dnistro**

Водойми пониззя Дністра / Reservoirs of the lower Dnistro	Довжина, мм / Length, mm		Ширина, мм / Width, mm		Об'єм, мм <sup>3</sup> / Volume, mm <sup>3</sup>
	мін-макс / min-max	середня / average	мін-макс / min-max	середня / average	
Дністровський лиман / Dnistro Estuary	0,55–0,60	0,58±0,022	0,36–0,42	0,39±0,011	0,046
Водойми Дністра і Турунчука / Reservoirs of the Dnistro & Turunchuk	0,62–0,68	0,65±0,033	0,39–0,48	0,45±0,012	0,069
Кучурганський лиман / Kuchurgan estuary	0,60–0,70	0,66±0,035	0,38–0,50	0,46±0,014	0,073

Найбільші розміри (0,66±0,035 і 0,46±0,014 мм) та середній об'єм (0,073 мм<sup>3</sup>) мали яйця креветок з Кучурганського лиману. Вони достовірно ( $P \geq 0,95$ ) відрізнялися за цими показниками від креветок з Дністровського лиману, які мали найменші розміри (0,58±0,022 і 0,39±0,011 мм) та середній об'єм (0,046 мм<sup>3</sup>). Креветки із ставів і озер Дністра і Турунчука мали середні розміри і об'єм яєць, які за цими показниками достовірно не відрізнялися від таких у особин з Кучурганського і Дністровського лиманів.

Збільшення розмірів яєць за зміни місця існування креветок від прибережних до внутрішніх вод (так звана «прісноводність») добре відоме з міжвидового порівняння креветок [16, 21, 23].

Дослідженнями [17, 20] встановлено середній об'єм яєць для різних популяцій *M. nipponense* з островів Хонсю, Шікоку і Кіушу. Відповідно до розмірів яєць, вони поділяються на гирлові популяції з маленькими яйцями (0,046–0,062 мм<sup>3</sup>), солонуватоводні (озерні) популяції, які мають яйця середнього об'єму (0,065–0,072 мм<sup>3</sup>), і прісноводні (озерні) популяції з яйцями максимального об'єму (0,094–0,111 мм<sup>3</sup>) [17].

Цілком ймовірно, що при розселенні креветки *M. nipponense* в пониззі Дністра і Турунчука ми теж маємо справу з локальними групами, приуроченими до різних місць існування, що відрізняються за об'ємом запліднених яєць та іншими показниками одна від одної.

Аналіз плодючості креветок дністровської популяції показав, що ПРП, як і КРП, зростає прямо пропорційно збільшенню розмірів і маси самиць, що закономірно для всіх пойкилотермних тварин [10].

Встановлено, що в діапазоні лінійних розмірів самиць креветки *M. nipponense* дністровської популяції 2,5–7,9 см і маси 2,2–7,3 г ПРП зростала від 3441±942 до 10241±1323 екз. яєць в одній кладці (рис. 1).



Залежність початкової реалізованої плодючості (ПРП) від маси креветки добре апроксимується ( $R^2 = 0,967$ ) лінійним рівнянням:

$$\text{ПРП} = 1199,6 W + 1568,6, \quad (1)$$

де ПРП — початкова реалізована плодючість, шт. яєць;

W — сира маса креветки, г.

Кінцева реалізована плодючість (КРП) кількісно характеризує «робочу» плодючість. Фактично її можна використовувати для оцінки чисельності поповнення або динаміки змін чисельності поколінь на ранніх стадіях розвитку [4].

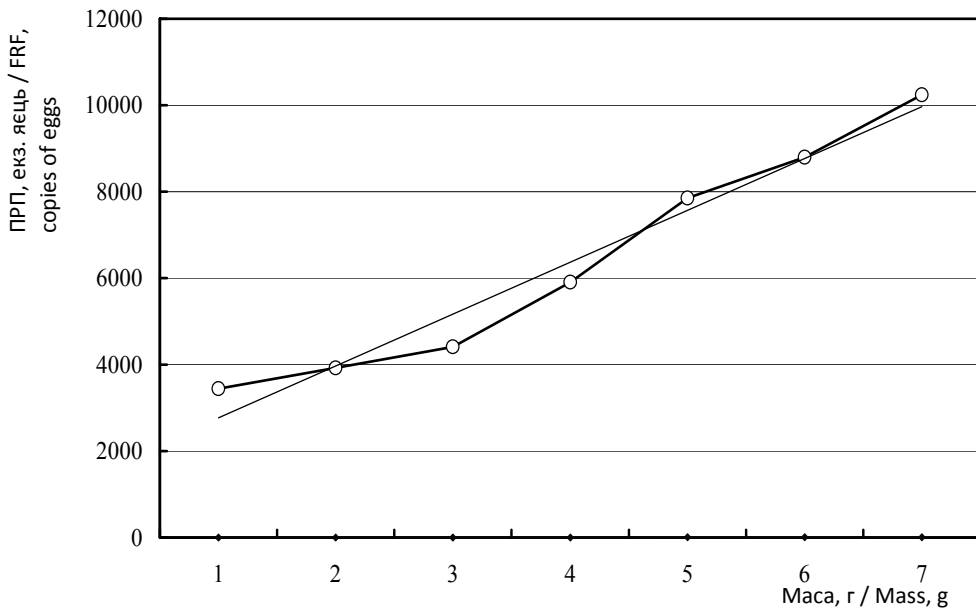


Рис. 1. Залежність початкової реалізованої плодючості (ПРП) від лінійних розмірів самиць прісноводної креветки *M. nipponense* пониззя Дністра

Fig. 1. Dependence of initial realized fecundity (IRF) on the linear sizes of females freshwater shrimp *M. nipponense* in the lower Dnistro

Результати досліджень показали, що в діапазоні лінійних розмірів самиць від 2,5 до 7,9 см і маси від 2,2 до 9,2 г КРП варіює від  $359 \pm 144$  екз. до  $1426 \pm 338$  екз. яєць в одній кладці (рис. 2).

Залежність кінцевої реалізованої плодючості (КРП) від маси креветки добре ( $R^2 = 0,931$ ) передає лінійне рівняння:

$$\text{КРП} = 185,68 W + 51,143, \quad (2)$$

де КРП — кінцева реалізована плодючість, шт. яєць;

W — сира маса креветки, г.





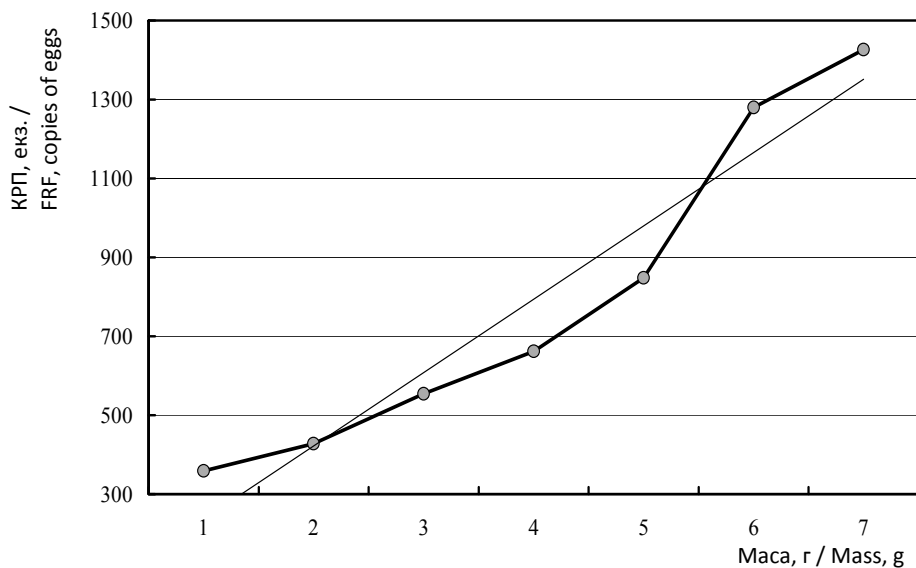


Рис. 2. Залежність початкової реалізованої плодючості від маси самки прісноводної креветки *M. nipponense*

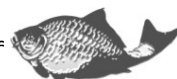
Fig. 2. Dependence of the initial realized fecundity on the mass of the female freshwater shrimp *M. nipponense*

Експериментально встановлено, що в процесі ембріогенезу з різних причин (захворювання, обростання епібіонтами, механічне пошкодження тощо) відбувається втрата частини яєць, при цьому виживання ембріонів залежить від розмірів самиць. Встановлено, що у міру зростання лінійних розмірів та маси самиць креветки зростає не тільки величина ПРП та КРП, а і відсоток виживання яєць, що розвиваються на плеоподах (табл. 3).

Таблиця 3. Вживання ембріонів у залежності від показників плодючості і лінійних розмірів самиць *M. nipponense*

Table 3. Embryo survival depending on fertility and linear sizes of *M. nipponense* females

Довжина, см / Length, mm	ПРП, екз. / IRF, specieens	КРП, екз. / FRF, specieens	Вживання, % / Survival, %
2,5	3441±942	359±144	15
2,9	3921±988	428±156	22
3,4	4410±1009	554±184	31
4,1	5910±1114	662±190	48
5,2	7852±1195	724±198	58
7,1	8795±1258	1320±254	72
7,9	10241±1323	1426±338	86



Це цілком відповідає спостереженням інших авторів, які відмічали, що втрата яєць у процесі ембріогенезу у самиць *M. nipponense* більшого розміру і маси у відсотковому відношенні набагато нижче, ніж у дрібних екземплярів [2, 5, 6, 11].

Експериментально встановлено, що як тривалість ембріогенезу *M. nipponense*, так і виживання ембріонів безпосередньо залежать від температури води. За температури води 18°C тривалість ембріогенезу була максимальною (42 доби), а виживання ембріонів — мінімальним — 86%. За вищих температур час розвитку ембріонів скорочувався, а виживання, навпаки, зростало (рис. 3). Мінімальна тривалість ембріогенезу відповідала температурі 31°C (20 діб), але максимальний вихід нормальних життєздатних ембріонів відмічався за температури 27°C. Представлені на рисунку 3 дані свідчать про те, що найвищий вихід ембріонів відповідав температурному діапазону 25–29°C, а максимальний відсоток виживання спостерігався при 27°C, яку ми і вважали за оптимальну для ембріогенезу креветки *M. nipponense*.

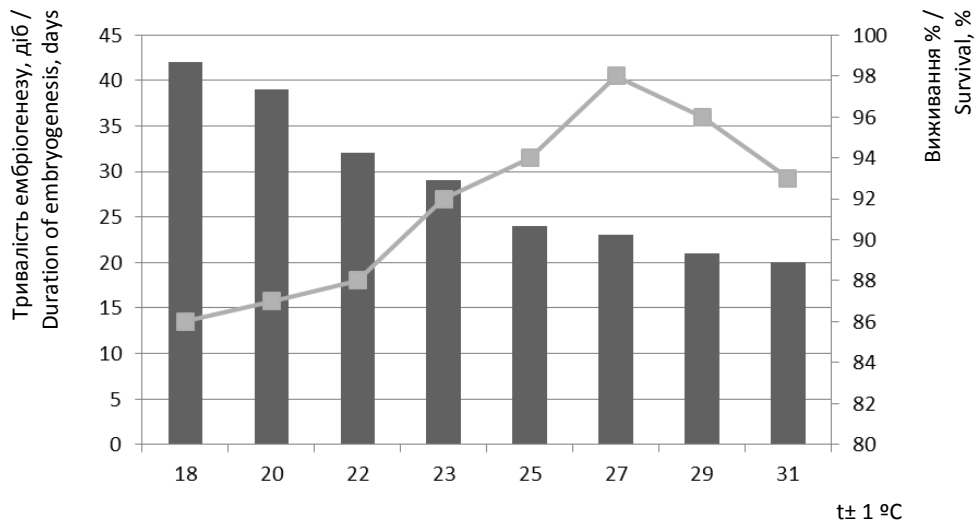


Рис. 3. Залежність виживання ембріонів та тривалість ембріогенезу креветки *M. nipponense* від температури води

Fig. 3. Dependence of embryo survival and duration of *M. nipponense* shrimp embryogenesis on water temperature

Креветка *M. nipponense* останніми роками освоює все нові території. Сьогодні вона в значній кількості зустрічається не тільки в прісноводному Кучурганському лимані, ставах і озерах пониззя Дністра, а і в солонуватоводному Дністровському лимані. У зв'язку з цим, цікавим є з'ясування можливості відтворення інтродуцента в акваторіях з різною солоністю. Експериментально було встановлено, що креветка *M. nipponense* дністровської популяції в зоні оптимальних температур (27–29°C) здатна досить успішно відтворюватися в діапазоні солоності від 0 до 9‰ (рис. 4).

Було встановлено, що при зростанні солоності від 0 до 5‰ тривалість ембріогенезу скорочується з 21 до 18 годин, а при подальшому зростанні солоності від 5 до 9‰ знов збільшується з 18 до 27 годин. Приблизно таку ж картину ми спостерігаємо при дослідженні виживання ембріонів.



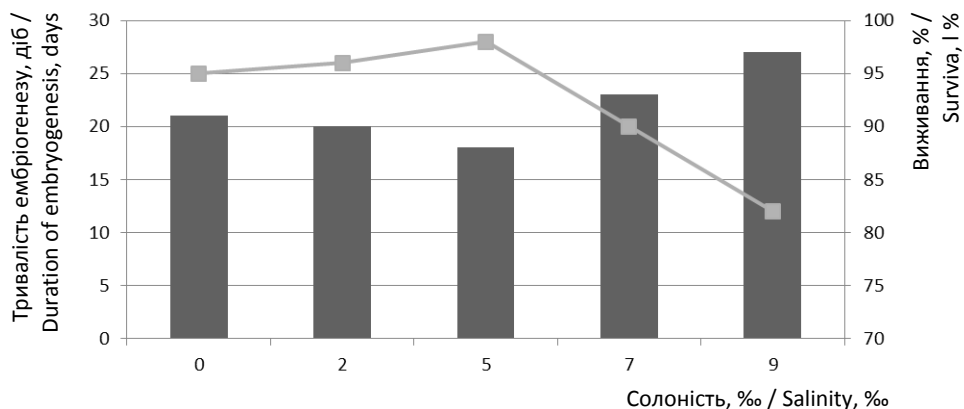


Рис. 4 Залежність виживання і тривалості ембріогенезу прісноводної креветки *M. nipponense* від солоності при температурі води 27–29°C

Fig. 4. The dependence of the survival and duration of embryogenesis of freshwater shrimp *M. nipponense* depending on salinity at a water temperature of 27-29 °C

Вживання зростає при підвищенні солоності від 0 до 5‰ (з 95 до 98%) і знижується до 82% при подальшому рості солоності з 5 до 9‰. Таким чином, отримані експериментальні дані свідчать про те, що солоність 5‰ є оптимальною при відтворенні креветки *M. nipponense* дністровської популяції. За таких умов виживання ембріонів таке ж високе, як і в прісній воді, а тривалість ембріогенезу коротша.

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Запліднені яйця у *M. nipponense* дністровської популяції відрізнялися за розмірами в різних природних акваторіях. Найбільші розміри ( $0,66 \pm 0,035$  і  $0,46 \pm 0,014$  мм) та середній об'єм ( $0,073$  мм<sup>3</sup>) мали яйця креветок з Кучурганського лиману. Вони достовірно ( $P \geq 0,95$ ) відрізнялися за цими показниками від креветок з Дністровського лиману, які мали найменші розміри ( $0,58 \pm 0,022$  і  $0,39 \pm 0,011$  мм) та середній об'єм ( $0,046$  мм<sup>3</sup>).

В діапазоні лінійних розмірів самиць креветки *M. nipponense* дністровської популяції 2,5–7,9 см і маси 2,2–7,3 г початкова реалізована плодючість (ПРП) зростає від 3441 до 10241 яєць в одній кладці. Залежність ПРП від маси (W) креветки добре апроксимується ( $R^2 = 0,967$ ) лінійним рівнянням: ПРП =  $1199,6 W + 1568,6$ .

Кінцева реалізована плодючість (КРП) кількісно характеризує «робочу» плодючість. Її залежність від маси креветок добре передає ( $R^2 = 0,931$ ) лінійне рівняння: КРП =  $185,68 W + 51,143$ .

У міру зростання лінійних розмірів та маси самиць креветки *M. nipponense* зростає не тільки величина ПРП та КРП, а і відсоток виживання яєць, що розвиваються на плеоподах.

Тривалість ембріогенезу і виживання ембріонів креветки при зростанні температури води з 18 до 31°C скорочується з 42 до 20 діб. Оптимум припадає на температуру 27°C, яка забезпечує виживання 98% ембріонів.

Креветка *M. nipponense* може відтворюватися при солоності від 0 до 9‰, але



оптимальною є солоність 5‰, яка в зоні оптимальних температур забезпечує виживання 98% ембріонів за мінімальної тривалості ембріогенезу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Буруковский Р. Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок // Промысловые исследования морских беспозвоночных. Москва : ВНИРО, 1992. С. 77—84.
2. Кулеш В. Ф., Алехнович А. В. Выживаемость субтропической креветки *Macrobrachium nipponense* (De Naan) на ранних этапах онтогенеза // Проблемы рационального использования промысловых беспозвоночных : 3-я Всесоюз. конф. : тезисы докл. Калининград, 1982. С. 110—113.
3. Нартыш О. М. Молдавская ГРЭС: дела и люди (Исторический очерк). Днестровск: Типар, 1998. 120 с.
4. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России // Низяев С. А. и др. Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2006. 114 с.
5. Статкевич С. В. Плодовитость гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* в условиях аквакультуры // Рибне господарство України. 2009. № 5(64). С. 35—36.
6. Статкевич С. В., Шишова В. В. Влияние микробиологических параметров среды выращивания на продуктивность самок креветок *Macrobrachium rosenbergii* // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе : VII Междунар. науч.-практ. конф., Симферополь, 24026 окт. 2013 г. : матер. Симферополь, 2013. С. 395—397.
7. Супрунович А. В., Макаров Ю. Н. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки и креветки. Киев : Наукова думка, 1990. 261 с.
8. Туранов В. Ф. Разведение и выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* на Юге Украины // Рибне господарство України. 2003. № 3, 4 (26, 27). С. 47—48.
9. Хмелева Н. Н. Закономерности размножения ракообразных : монография. Минск : Наука и Техника, 1988. 208 с.
10. Экология пресноводных креветок : монография / Хмелева Н. Н. и др. Минск : Беларуская навука, 1997. 254 с.
11. Хмелева Н. Н., Гигиняк Ю. Г., Кулеш В. Ф. Пресноводные креветки. Москва, 1988. 128 с.
12. Cai Y., Shokita S. Report on a collection of freshwater shrimps (*Crustacea: Decapoda: Caridea*) from the Philippines, with descriptions of four new species // Raffles B Zool. 2006. Vol. 54. P. 245—270.
13. De Grave S., Ghane A. The establishment of the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Naan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran // Aquat Invasions. 2006. Vol. 1. P. 204—208.
14. Feng J. B., Li J. L., Cheng X. Research progress on germplasm resource exploitation and protection of *Macrobrachium nipponense* // J Shanghai Fish Univ. 2008. Vol. 17. P. 371—376.
15. The complete mitochondrial genome of *Macrobrachium nipponense* / Ma K.Y. et al. // Gene. 2011. Vol. 487. P. 160—165.
16. Magalhães C., Walker I. Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (*Decapoda, Caridea*) // Crustaceana. 1988. Vol.



55. P. 279—292.
17. Mashiko K. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense* // Journal of Crustacean Biology. 1990. Vol. 10. P. 306—314.
  18. Mirabdullaev I. M., Niyazov D. S. Alien decapods (*Crustacea*) in Uzbekistan // II International Symposium Invasion of alien species in Holarctic, Borok, Russia : book of abstracts. Borok, 2005. P. 113—114.
  19. New M. B., Valenti W. C. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England : Blackwell Science, 2000. 215 p.
  20. Numachi K. Genetic analysis on the growth and survival of Pacific abalone. Tokyo, Japan : University of Tokyo, 1983. P. 1—47.
  21. Rodriguez G. Fresh-water shrimps (*Crustacea, Decapoda, Natantia*) of the Orinoco Basin and the Venezuelan Guayana // Journal of Crustacean Biology. 1982. Vol. 2. P. 378—391.
  22. The invasion of *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (*Caridea: Palaemonidae*) into the Southern Iraqi marshes / Salman S. D. et al. // Aquat Invasions. 2006. Vol. 1. P. 109—115.
  23. Shokita S. The distribution and speciation of the inland water shrimps and prawns from the Ryukyu Islands II // Bulletin of the College of Science, University of Ryukyus. 1979. Vol. 28. P. 193—278.
  24. Yu H., Miyake S. Five species of the genus *Macrobrachium* (*Crustacea, Decapoda, Palaemonidae*) from Taiwan // Ohmu. 1972. Vol. 3. P. 45—55.

#### REFERENCES

1. Burukovskiy, R. N. (1992). Metodika biologicheskogo analiza nekotorykh tropicheskikh i subtropicheskikh krevetok. *Promyslovye issledovaniya morskikh bespozvonochnykh*. Moskva: VNIRO, 77-84.
2. Kulesh, V. F., & Alekhovich, A. V. (1982). Vyzhivaemost' subtropicheskoy krevetki *Macrobrachium nipponense* (De Haan) na rannikh etapakh ontogeneza. *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya promyslovykh bespozvonochnykh: 3-a Vsesoyuz. konf.* Kaliningrad, 110-113.
3. Nartysh, O. M. (1998). *Moldavskaya GRES: dela i lyudi (Istoricheskiy ocherk)*. Dnestrovsk: Tipar.
4. Nizyaev, S. A., Bukin, S. D., Klitin, A. K., Perveeva, E. R., Abramova, E. V., & Krutchenko, A. A. (2006). *Posobie po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dal'nevostochnykh morey Rossii*. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO.
5. Statkevich, S. V. (2009). Plodovitost' gigantskoy krevetki *Macrobrachium rosenbergii* v usloviyakh akvakul'tury. *Rybne hospodarstvo Ukrainy*, 5(64), 35-36.
6. Statkevich, S. V., & Shishova, V. V. (2013). Vliyanie mikrobiologicheskikh parametrov srede vyrashchivaniya na produktivnost' samok krevetok *Macrobrachium rosenbergii*. *Zapovedniki Kryma. Bioraznoobrazie i okhrana prirody v Azovo-Chernomorskom regione: VII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Simferopol', 24-26 oktyabrya 2013 g.* Simferopol', 395-397.
7. Suprunovich, A. V., & Makarov, Yu. N. (1990). *Kultiviruemye bespozvonochnye. Pishchevye bespozvonochnye: ustritsy, grebeshki, raki i krevetki*. Kiev: Naukova dumka.



8. Turanov, V. F. (2003). Razvedenie i vyrashchivanie presnovodnoy krevetki *Macrobrachium rosenbergii* na Yuge Ukrainy. *Rybne hospodarstvo Ukrainy*, 3, 4 (26, 27), 47-48.
9. Khmeleva, N. N. (1998). *Zakonomernosti rozmnozheniya rakoobraznykh*. Minsk: Nauka i Tekhnika.
10. Khmeleva, N. N., Kulesh, V. F., Alekhnovich, A. V., & Giginyak, Yu. G. (1997). *Ekologiya presnovodnykh krevetok*. Minsk: Belaruskaya navuka.
11. Khmeleva, N. N., Giginyak, Yu. G., & Kulesh, V. F. (1988). *Presnovodnye krevetki*. Moskva.
12. Cai, Y., & Shokita, S. (2006). Report on a collection of freshwater shrimps (*Crustacea: Decapoda: Caridea*) from the Philippines, with descriptions of four new species. *Raffles B Zool.*, 54, 245-270.
13. De Grave, S., & Ghane, A. (2006). The establishment of the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. *Aquat Invasions*, 1, 204-208.
14. Feng, J. B., Li, J. L., & Cheng, X. (2008). Research progress on germplasm resource exploitation and protection of *Macrobrachium nipponense*. *J Shanghai Fish Univ.*, 17, 371-376.
15. Ma, K. Y., Feng, J. B., Lin, J. Y., & Li, J. L. (2011). The complete mitochondrial genome of *Macrobrachium nipponense*. *Gene*, 487, 160-165.
16. Magalhães, C., & Walker, I. (1988). Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (*Decapoda, Caridea*). *Crustaceana*, 55, 279-292.
17. Mashiko, K. (1990). Diversified egg and clutch sizes among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense*. *Journal of Crustacean Biology*, 10, 306-314.
18. Mirabdullaev, I. M., & Niyazov, D. S. (2005). Alien decapods (*Crustacea*) in Uzbekistan. *Abstracts of the II International Symposium Invasion of alien species in Holarctic, Borok, Russia*. Borok, 113-114.
19. New, M. B., & Valenti, W. C. (2000). *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England: Blackwell Science.
20. Numachi, K. (1983). *Genetic analysis on the growth and survival of Pacific abalone*. Tokyo, Japan: University of Tokyo, 1-47.
21. Rodriguez, G. (1982). Fresh-water shrimps (*Crustacea, Decapoda, Natantia*) of the Orinoco Basin and the Venezuelan Guayana. *Journal of Crustacean Biology*, 2, 378-391.
22. Salman, S. D., Page, T. J., Naser, M. D., & Yasser, A. G. (2006). The invasion of *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (*Caridea: Palaemonidae*) into the southern Iraqi marshes. *Aquat Invasions*, 1, 109-115.
23. Shokita, S. (1979). The distribution and speciation of the inland water shrimps and prawns from the Ryukyu Islands II. *Bulletin of the College of Science, University of Ryukyus*, 28, 193-278.
24. Yu, H., & Miyake, S. (1972). Five species of the genus *Macrobrachium* (*Crustacea, Decapoda, Palaemonidae*) from Taiwan. *Ohmu*, 3, 45-55.

