

# BIORESOURCES AND ECOLOGY OF WATER BODIES / БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2023; 4(66): 3-16  
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.003>  
UDC [595.384.12:591.1]:551.463

Received: 16.09.23  
Received in revised form: 23.10.23  
Accepted: 02.11.23

## DEPENDENCE OF LINEAR GROWTH AND SURVIVAL OF LARVAE OF THE ORIENTAL RIVER PRAWN (*MACROBRACH- IUM NIPPONENSE* DE HAAN, 1849) ON TEMPERATURE AND SALINITY

**P. Shekk**, shekk@ukr.net, Odesa State  
Environmental University, Odesa  
**M. Burhaz**, marinaburgaz14@gmail.com,  
Odesa State Environmental University,  
Odesa  
**Yu. Astafurov**, astafurov.yu@ukr.net,  
Odesa State Environmental University,  
Odesa

**Purpose.** Studies of the growth and survival of Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) larvae depending on water temperature and salinity during cultivation.

**Methodology.** Experimental studies were carried out at the Aquatic Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Odesa State Ecological University in 2020–2021. Brood Oriental river prawns (*Macrobrachium nipponense*) were caught in the lower Dniester river and placed into a 0.8 m<sup>3</sup> RAS. The larvae were stocked in separate aquariums with automatically maintained specified temperature regime.

The first series of experiments in fresh water investigated the influence of water temperatures of 20–22, 22–24, 24–26, and 28–31°C on the growth of shrimp larvae (from the 1st stage to the P1 stage). Cultivation in water with a salinity of 5, 7, 12 ‰ was carried out at a temperature of 20–22, 22–24, 28–31°C. Ten prawn larvae were measured daily under a binocular microscope (MBS-10) using an eyepiece-micrometer. The stage of larval development and the survival rate

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ЛІНІЙНОГО ЗРОСТАННЯ ТА ВИЖИВАННЯ ЛИЧИНОК СУБТРОПІЧНОЇ ПРИСНОВОДНОЇ КРЕВЕТКИ (*MACROBRACHIUM NIPPONENSE* DE HAAN, 1849) ВІД ТЕМПЕРАТУРИ І СОЛОНОСТІ

**П. В. Шекк**, shekk@ukr.net, Одеський  
державний екологічний університет,  
м. Одеса  
**М. І. Бургаз**, marinaburgaz14@gmail.  
com, Одеський державний екологічний  
університет, м. Одеса  
**Ю. О. Астафуров**, astafurov.yu@ukr.net,  
Одеський державний екологічний уні-  
верситет, м. Одеса

**Мета.** Дослідження особливостей росту та виживання личинок *M. nipponense* в залежності від температури і солоності водного середовища в процесі вирощування.

**Методика.** Експериментальні дослідження проводились в акваріальній кафедрі водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету в 2020–2021 рр. Плідників креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) виловлювали у пониззі ріки Дністер і розміщували в УЗВ об'ємом 0,8 м<sup>3</sup>. Личинок розсаджували у окремих акваріумах, в яких автоматично підтримувався заданий температурний режим.

У першій серії експериментів в прісній воді досліджували вплив на ріст личинок креветки (від 1 стадії до стадії P1) температури води в діапазонах 20–22, 22–24, 24–26 і 28–31°C. Вирощування у воді солоністю 5, 7, 12‰ проводили при температурі 20–22, 22–24, 28–31°C. Щоденно під бінокуляр (МБС-10) за допомогою окуляр-мікрометра вимірювали 10 екз. личинок креветки. Визначали стадію розвитку личинок, відсоток виживання.



were determined.

Water salinity was determined using an ATAGO-100 refractometer, and an Azha-101M thermal oximeter was used to determine the oxygen content in water. Statistical processing of data was carried out in Microsoft Excel.

**Findings.** It was established that at a temperature of 24–26°C, the duration of the transition from one stage of larval development to another in Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) increased as the larvae grew and developed. It lasted 4–5 days in the first stages (1-3), then stages from 6 to 9 days in the later stages.

High temperature stimulated the growth of larvae and accelerated their development. In fresh water at a temperature of 29–31°C, the length of postlarvae (PI) reached 6.69±1.15 mm in 28 days of rearing. Cultivation at high temperature resulted in a significant variation in larval sizes (from 4.4 to 8.6 mm CV–25,27).

At lower temperatures (25–27, 22–24 and 20–22°C), the average sizes of prawn postlarvae were smaller (5.83±0.78, 4.56±0.15, 4.43±0.15), and the survival rates increased (46, 49 and 54%, respectively).

Survival of larvae was inversely dependent on temperature  $r = -0.89$ . It was minimal (32%) at a temperature of 29–31°C. The higher the growing temperature, the lower the output of postlarvae.

Water salinity, like temperature, significantly affected the growth, survival and size uniformity of postlarvae. In water with a salinity of 5‰, postlarvae reached their maximum length (6.56±0.15 mm) at a temperature of 29–31°C. At temperatures of 20–22 and 22–24°C, the size of the postlarvae did not reliably differ among themselves. The maximum survival of postlarvae (52%) was noted at a temperature of 22–24°C. Regardless of water temperature, salinity of 5‰ ensured high uniformity of larvae size (CV: 6.11–9.09).

At a salinity of 7‰, the maximum length of postlarvae was reached at a temperature of 29–31°C, and the highest survival rate of prelarvae (34%) was noted at a temperature of 20–22°C. The size of the larvae and their survival at other growing temperature conditions did not differ significantly ( $P < 0.05$ ). A salinity of 7‰ also ensured the uniformity of postlarvae sizes (CV: 6.12–8.97).

At a salinity of 12‰, high water temperature stimulated the growth of larvae with relative uniformity of their linear sizes, but in all variants of the experiment the survival rate of postlarvae was very low (4–9%).

Солоність води визначали за допомогою рефрактометра «АТАГО–100», для визначення вмісту кисню у воді використовували термооксиметр «Ажа–101М». Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми «Microsoft Excel 2013».

**Результати.** Встановлено, що при температурі 24–26°C у креветки *M. nipponense* тривалість переходу від однієї стадії личинкового розвитку до іншої збільшується у міру зростання і формування личинок. Якщо на перших стадіях (1–3) він триває 4–5 діб, то на більш пізніх — від 6 до 9 діб.

Висока температура стимулює зростання личинок та прискорює їхній розвиток. В прісній воді при температурі 29–31°C довжина постличинок (PI) за 28 діб вирощування досягла 6,69±1,15 мм. Вирощування в умовах високої температури привело до значної розбіжності розмірів личинок (від 4,4 до 8,6 мм, CV — 25,27).

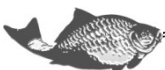
При нижчих температурах (25–27, 22–24 та 20–22°C) середні розміри постличинок креветки були меншими (5,83±0,78; 4,56±0,15; 4,43±0,15), а відсоток виживання збільшився (46, 49 та 54% відповідно).

Виживання личинок знаходиться у зворотній залежності від температури  $r = -0,89$ . Мінімальним (32%) воно було при температурі 29–31°C. Чим вище температура вирощування, тим меншим був вихід постличинок.

Солоність води, як і температура, помітно впливає на ріст, виживання і однорідність за розміром постличинок. У воді солоністю 5‰ максимальної довжини (6,56±0,15 мм) постличинки досягали при температурі 29–31°C. При температурі (20–22 і 22–24°C) розмір постличинок достовірно не розрізнялися між собою. Максимальне виживання постличинок (52%) відмічено при температурі 22–24°C. Незалежно від температури води, солоність 5‰ забезпечує високу однорідність личинок за розміром (CV — 6,11–9,09).

При солоності 7‰ максимальної довжини постличинки досягли при температурі 29–31°C, а найбільший вихід передличинок (34%) відмічався при температурі 20–22°C. Розміри личинок та їх виживання при інших температурних режимах вирощування достовірно не розрізнялись ( $P < 0,05$ ). Солоність 7‰ також забезпечувала однорідність розмірів постличинок (CV — 6,12–8,97).

При солоності 12‰ висока температура води стимулювала ріст личинок при віднос-



**Originality.** Experimental data on the growth and survival of larvae of the Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) depending on temperature and salinity are presented for the first time. The influence of the salinity of the environment on the size uniformity of the larvae was established.

**Practical value.** The obtained results can be used for the development and improvement of methods of artificial reproduction and cultivation of the Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) under controlled conditions in recirculation aquaculture systems (RAS).

**Keywords:** prawn *Macrobrachium nipponense*, rearing, larvae, postlarvae, linear growth, survival, temperature, salinity, size uniformity.

ній однорідності їх лінійних розмірів, але в усіх варіантах експерименту вихід постличинки був дуже низьким (4–9%).

**Наукова новизна.** Вперше представлені експериментальні дані щодо росту та виживання личинок креветки *M. nipponense* в залежності від температури і солоності. Встановлено вплив солоності середовища на однорідність личинок за розміром.

**Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані для розробки та удосконалення методів штучного відтворення та вирощування креветки *M. nipponense* в контрольованих умовах в установках із замкненим циклом водопостачання (УЗВ).

**Ключові слова:** креветка *Macrobrachium nipponense*, вирощування, личинки, постличинки, лінійний ріст, виживання, температура, солоність, однорідність за розміром.

## PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

The native habitat of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* De Haan 1849) is freshwater and brackish water ecosystems of the Asia-Pacific region. This species of crustaceans is the object of fishing and aquaculture in many countries of the world [1–5].

As a result of acclimatization in cooling reservoirs, the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* De Haan 1849) has spread to many natural watercourses and water bodies in some European countries [6–10]. Cultivation of eastern subtropical shrimp is a promising trend of modern aquaculture [11–15].

A large natural population of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* De Haan 1849) was formed in the basin of the Dniester and Danube rivers, in the Dniester estuary, Danube lakes and some other water bodies [2, 6, 8, 10, 16].

Because of the global warming observed in recent years, the abundance of oriental river prawn in natural water bod-

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Нативний ареал креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) прісноводні та солонуватоводні екосистеми Азіатсько-Тихоокеанського регіону. Цей вид ракоподібних є об'єктом промислу та аквакультури в багатьох країнах світу [1–5].

У результаті акліматизації у водоймах-охолоджувачах *M. nipponense* поширилась у багатьох природних водотоках і водоймах деяких країн Європи [6–10]. Культивування східної субтропічної креветки є перспективним напрямком сучасної аквакультури [11–15].

Багаточисельна природна популяція *M. nipponense* утворилась у басейні рік Дністер та Дунай, в Дністровському лимані, придунайських озерах та деяких інших водоймах [2, 6, 8, 10, 16].

Завдяки глобальному потеплінню, яке спостерігається останніми роками, чисельність японської прісноводної креветки в природних акваторіях зростає, а ареал її існування розширюється, що робить її перспективним об'єктом



ies has been increasing, and its distribution range is expanding, which makes it a promising object of fishing and aquaculture in the southern regions of Ukraine.

The available information on the biology, physiology and ethology of *M. nipponense* can serve as the basis for the development of the cultivation technology of the species, but some aspects of biology related to the peculiarities of growth in early ontogenesis, depending on environmental conditions, have practically not been studied [5, 7, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

### HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

The development of biological-technological and theoretical foundations of the cultivation of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) in artificial conditions requires knowledge of the peculiarities of its growth. The study of the influence of temperature and salinity on the rates of development, growth and survival of this species in the early ontogeny is of considerable practical interest.

These components of the biology of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) are of crucial importance in developing the basics of cultivation technology and determining a favorable cultivation regime that is able to ensure optimal transformation of feed resources into protein products. Optimizing the main parameters of the environment also allows developing a cultivation regime capable of ensuring the maximum level of survival of crustaceans in the cultivation process.

The purpose of the work was to study the characteristics of the growth and survival of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) larvae depending on water temperature and salinity during the growing process.

The object of the study is the larvae of the oriental river prawn (*Macrobrachium*

промислу та аквакультури в південних регіонах України.

Наявна інформація з біології, фізіології та етології *M. nipponense* може слугувати основною для розробки технології культивування виду [5, 7, 17–23], але деякі аспекти біології, пов'язані з особливостями росту в ранньому онтогенезі в залежність від умов середовища, практично не досліджувались.

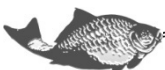
### ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Розробка біолого-технологічних та теоретичних основ культивування *M. nipponense* в штучних умовах потребує знання особливостей її росту. Дослідження впливу температури і солоності на швидкість розвитку, росту та виживання східної прісноводної креветки в ранньому онтогенезі становлять значний практичний інтерес.

Ці складові біології *M. nipponense* мають вирішальне значення при розробці основ технології культивування та визначення сприятливого режиму вирощування, який здатний забезпечити оптимальну трансформацію кормового ресурсу в білкову продукцію. Оптимізація основних параметрів середовища дозволяє також розробити режим вирощування здатний забезпечити максимальний рівень виживання ракоподібних в процесі культивування.

Мета роботи полягала в дослідженні особливостей росту та виживання личинок *M. nipponense* в залежності від температури і солоності водного середовища в процесі вирощування.

Об'єкт дослідження — личинки креветки *M. nipponense*, отримані штучно від плідників з природної популяції пониззя р. Дністер.



*nipponense*) obtained artificially from brood prawn from the natural population caught in the lower Dniester River.

The subject of the study is the dependence of the growth and survival of prawn larvae on the temperature and salinity of water during cultivation in a recirculation aquaculture system (RAS).

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted at the Aquatic Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Odesa State Ecological University. Brood oriental river prawns (*Macrobrachium nipponense*) were caught in the lower Dniester and Turunchuk rivers and delivered to the aquarium room, where they were placed in aquariums united in a recirculation aquaculture system (RAS). The system combined three aquarium-tanks with a total volume of 0.8 m<sup>3</sup>. The RAS cleaning unit included mechanical and biological cleaning. A two-stage (coarse and fine cleaning) mechanical filter and a submersible biological filter loaded with polyethylene granules were used. The RAS water treatment unit provided automatic maintenance of the specified temperature regime and water saturation with oxygen to the level of 85–95%.

The obtained larvae were stocked in separate aquariums with an automatically maintained specified temperature regime.

The first series of experiments in fresh water investigated the influence of water temperatures of 20–22, 22–24, 24–26, and 28–31°C on the growth of prawn larvae (from the 1st stage to the P1 stage).

In the second series of experiments, the larvae were kept in water with a salinity of 5, 7, and 12‰ and a temperature of 20–22, 22–24, 28–31°C.

The total length of larvae was determined daily. For this, ten individual larvae, randomly selected in the growing container, were transferred into a Petri dish using a pipette and measured under a

Предмет дослідження — залежності росту та виживання личинок креветки від температури і солоності води за вирощування в установках замкнутого циклу водопостачання (УЗВ).

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили на базі акваріальної кафедри водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету в 2020–2021 рр. Плідників креветки *M. nipponense* виловлювали у пониззях рік Дністер та Турунчук та доставляли в акваріальну, де розміщували в акваріумах, об'єднаних в УЗВ. Система сполучала три акваріуми-басейни загальним об'ємом 0,8 м<sup>3</sup>. Блок очистки УЗВ включав механічне та біологічне очищення. Використовували двоступеневий (грубе та тонке очищення) механічний фільтр та занурювальний біологічний фільтр із завантаженням поліетиленовими гранулами. Блок водопідготовки УЗВ забезпечував автоматичне підтримання заданого температурного режиму та насичення води киснем до рівня 85–95%.

Отриманих личинок розсаджували у окремих акваріумах, в яких автоматично підтримувався заданий температурний режим.

У першій серії експериментів у прісній воді досліджували вплив на зростання личинок креветки (від 1 стадії до стадії P1) температури води в діапазонах 20–22, 22–24, 24–26 і 28–31°C.

У другій серії експериментів личинок утримували в воді солоністю 5, 7 і 12‰ та за температури 20–22, 22–24, 28–31°C.

Щоденно визначали загальну довжину личинок. Для цього 10 екз. личинок, випадково вибраних у вирощувальній ємкості, переносили за допомогою піпетки в чашку Петрі і прижиттєво ви-



binocular microscope (MBS-10) using an eyepiece-micrometer. After the measurement, the larvae were released back into the growing tank. At the same time, dead larvae were collected and counted in each growing tank.

Water salinity was determined using an ATAGO-100 refractometer, and an Azha-101M thermal oximeter was used to determine the dissolved oxygen content in water.

Statistical processing of data was carried out in Microsoft Excel.

### STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The duration of embryogenesis as well as the survival of embryos and early prawn larvae depend on water temperature. The zone of optimal temperatures, which ensure rapid development, high growth and survival rates of larvae, lies in the range of 25–31°C [17, 19].

It was found that at a temperature of 24–26°C, the transition from one stage of larval development to another occurred over a certain period of time, which increased as the larvae grew and developed. It lasted 4–5 days in the first stages (1–3), then from 6 to 9 days in later stages (Table 1).

In the optimal temperature range, the duration of larval development was 26–28 days on average. The growth rate of larvae directly depended on the water temperature —  $r = 0.92$  (Fig. 1).

High temperature stimulated the growth of larvae and accelerated their development. With a close initial size of larvae ( $1.5 \pm 0.15$  mm), the length of postlarvae (P1) in 28 days of cultivation at a temperature of 28–31°C reached  $6.69 \pm 1.15$  mm. Growing of larvae at high temperatures led to a significant difference in their size — from 4.4 to 8.6 mm (CV — 25.27).

Survival of larvae was inversely dependent on temperature  $r = -0.89$ . It was

мірювали під бінокуляром (МБС-10) за допомогою окуляр-мікрметра. Після вимірювання личинок випускали назад у вирощувальний басейн. Одночасно, в кожній вирощувальній ємкості збирали та підраховували загинлих личинок.

Солоність води виявляли за допомогою рефрактометра «АТАГО-100», для визначення вмісту кисню у воді використовували термооксиметр «Ажа-101М».

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми «Microsoft Excel».

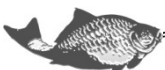
### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Тривалість ембріогенезу, як і виживання ембріонів і ранніх личинок креветки, залежить від температури води. Зона оптимальних значень температури, які забезпечують швидкий розвиток, високий темп росту та виживання личинок, лежить в діапазоні 25–31°C [17, 19].

Встановлено, що при температурі 24–26°C перехід від однієї стадії личинкового розвитку до іншої відбувається протягом певного часу, яких збільшується у міру зростання і формування личинок. Якщо на перших стадіях (1–3) він триває 4–5 діб, то на більш пізніх від 6 до 9 діб (табл. 1).

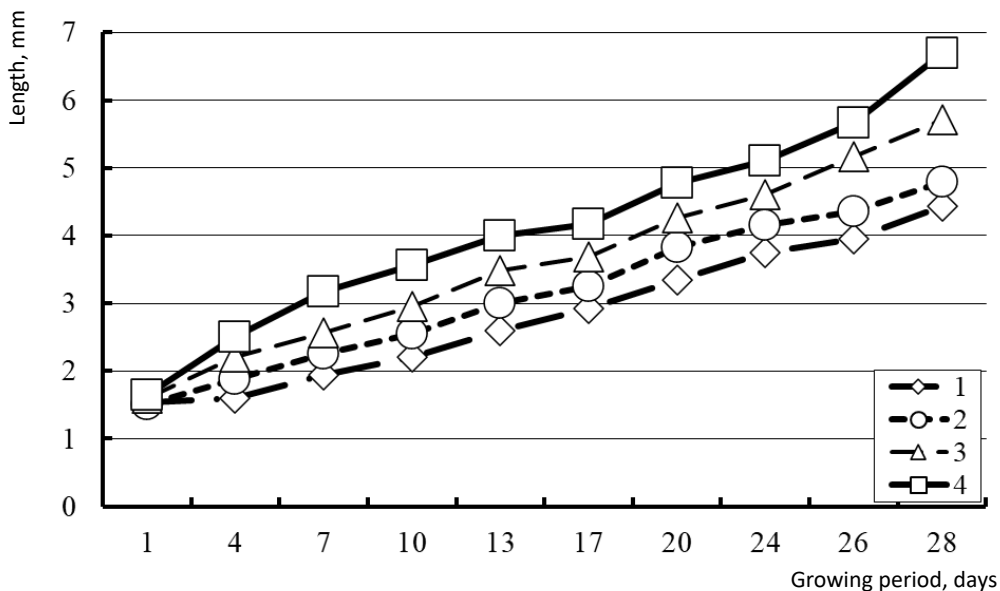
В оптимальному температурному діапазоні тривалість личинкового розвитку складає в середньому 26–28 діб. Швидкість росту личинок прямо залежить від температури води —  $r = 0,92$  (рис. 1).

Висока температура стимулює ріст личинок та прискорює їх розвиток. За близького початкового розміру личинок ( $1,5 \pm 0,15$  мм), довжина постличинок (P1) за 28 діб вирощування при температурі 28–31°C досягла  $6,69 \pm 1,15$  мм. Вирощування личинок в умовах високої температури привело до значної розбіжності їх розмірів — від 4,4 до 8,6 мм (CV — 25,27).



*Table 1. Duration of development of oriental river prawn (Macrobrachium nipponense) larvae to the postlarval stage in fresh water at a temperature of 24–26°C*

Period of observations, days	Stages of development									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	PI
0	100									
1	72	28								
2	2	98								
3	2	87	11							
4	7	24	96							
5		1	18	81						
6			7	93						
7			2	98						
8				91	6	3				
9				48	34	18				
10				11	62	27				
11				3	31	66				
12					8	39	53			
13					2	9	89			
14					1	3	28	68		
15						2	24	74		
16							4	96		
17							2	69	29	
18								48	62	
19								36	74	
20								22	88	
21								7	93	
22									62	38
23									11	89
24									9	91
25									3	97
26										100



*Fig. 1. The linear growth of oriental river prawn (Macrobrachium nipponense) at temperatures: 1 — 20–22°C, 2 — 22–24°C, 3 — 24–26°C, 4 — 28–31°C*



minimal (35%) at a temperature of 28–31°C. The higher was the growing temperature, the lower was the survival of postlarvae (Fig. 2).

At lower temperatures, the average size of prawn postlarvae was smaller. For example, at temperatures of 24–26, 22–24, and 20–22°C, the average length of postlarvae was  $5.83 \pm 0.78$ ,  $4.56 \pm 0.15$ , and  $4.43 \pm 0.15$ , respectively, but the survival rate increased — 41, 49 and 54%, respectively (Fig. 1, 2). Postlarvae grown in the temperature range of 20–22°C were more uniform in size (CV — 7.21–12.11).

Oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) larvae tolerate salinity up to 12–13‰. Water salinity, like temperature, significantly affects the growth, survival and size uniformity of postlarvae.

In water with a salinity of 5‰, the maximum length ( $6.56 \pm 0.15$  mm) of the postlarvae was reached at a temperature of 28–31°C (Table 2).

At two other temperature regimes (20–22 and 22–24°C), the sizes of postlarvae ( $4.69 \pm 0.15$  and  $4.72 \pm 0.15$  mm, respectively) did not reliably differ from each other, but were significantly lower than at

Вживання личинок знаходиться у зворотній залежності від температури —  $r = -0,89$ . Мінімальним (35%) воно було за температури 28–31°C. Чим вищим був термічний показник при вирощуванні, тим меншим виявився вихід постличинок (рис. 2)

При нижчих значеннях температури середні розміри постличинок креветки були меншими. Так, за температури 24–26, 22–24 та 20–22°C середня довжина постличинок складала відповідно  $5,83 \pm 0,78$ ;  $4,56 \pm 0,15$  та  $4,43 \pm 0,15$ , але відсоток виживання збільшився — 41, 49 та 54% відповідно (рис. 1, 2). Постличинки, вирощені в температурному діапазоні 20–22°C, були більш однорідними за розміром (CV — 7,21–12,11).

Личинки *M. nipponense* витримують солоність до 12–13‰. Остання, як і температура води, помітно впливає на ріст, виживання і однорідність за розміром постличинок.

У воді солоністю 5‰ максимальної довжини ( $6,56 \pm 0,15$  мм) постличинки досягали при температурі 28–31°C (табл. 2).

За двох інших температурних режимів (20–22 і 22–24°C) розміри постличинок ( $4,69 \pm 0,15$  і  $4,72 \pm 0,15$  мм відпо-

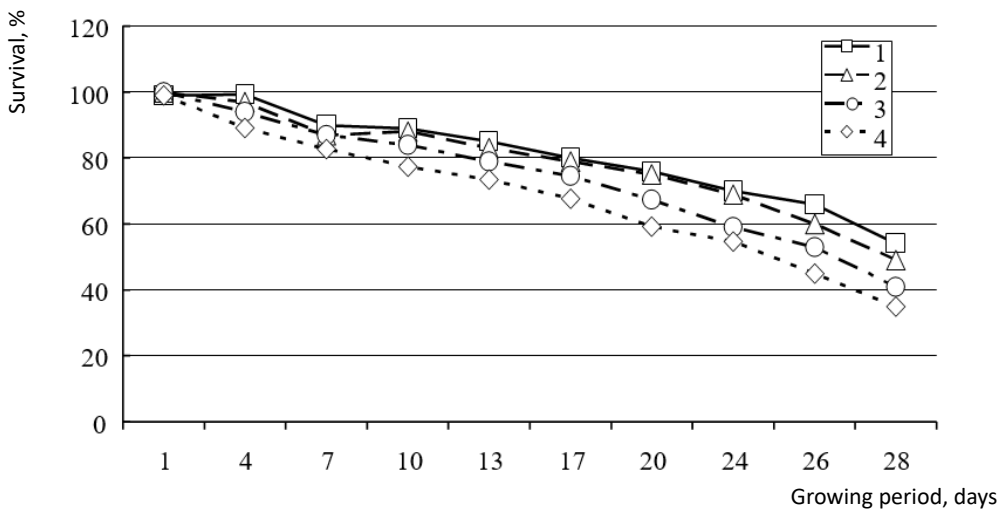
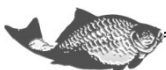


Fig. 2. The rate of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) survival at temperatures: 1 — 20–22°C, 2 — 22–24°C, 3 — 24–26°C, 4 — 28–31°C





**Table 2. Temperature dependence of linear growth and survival of prawn larvae in water with a salinity of 5‰**

Phase of growth	Body length, mm			% Survival rate	n
	Max	Min	Mean		
Temperature 20–22°C					
I	2.80	1.70	2.30±0.14	100	10
PI	4.80	4.50	4.69±0.15	42	15
Temperature 22–24°C					
I	2.32	1.80	1.93±0.14	100	11
PI	4.90	4.40	4.72±0.15	52	15
Temperature 28–31°C					
I	2.30	1.92	2.29±0.14	100	15
PI	8.70	4.40	6.56±0.15	40	15

a temperature of 28–31°C.

The maximum survival rate of postlarvae (52%) was ensured by the rearing temperature of 22–24°C. Regardless of water temperature, salinity of 5‰ ensured high uniformity of larval size (CV – 6.11–9.09).

A similar pattern was observed when larvae of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) were grown in water with a salinity of 7‰ (Table 3).

The maximum length of postlarvae was reached at a temperature of 28–31°C, and survival — 34% was maximum at a temperature of 20–22°C. The size of the larvae and their survival at other growing temperature conditions did not differ significantly ( $P < 0.05$ ). A salinity of 7‰ also ensured

відно) достовірно не розрізнялися між собою, але були достовірно нижче, ніж за температури 28–31°C.

Максимальне виживання постличинки (52%) забезпечувала температура вирощування 22–24°C. Незалежно від температури води, солоність 5‰ забезпечувала високу однорідність личинок за розміром (CV — 6,11–9,09).

Аналогічна картина спостерігалась при вирощуванні личинок креветки *M. nipponense* у воді солоністю 7‰ (табл. 3).

Максимальної довжини постличинки досягли при температурі 28–31°C, а виживання — 34% — було максимальним за температури 20–22°C. Розміри личинок та їх виживання при інших температурних режимах вирощування достовірно

**Table 3. Temperature dependence of linear growth and survival of prawn larvae in water with a salinity of 7‰**

Phase of growth	Body length, mm			% Survival rate	n
	Max	Min	Mean		
Temperature 20–22°C					
I	1.80	1.70	1.75±0.14	96	12
PI	4.40	4.30	4.32±0.15	34	15
Temperature 22–24°C					
I	1.80	1.60	1.72±0.14	94	15
PI	4.30	4.10	4.18±0.15	29	15
Temperature 28–31°C					
I	1.90	1.70	1.84±0.14	92	15
PI	6.40	4.10	5.47±0.15	26	15



the uniformity of postlarvae sizes (CV—6.12–8.97).

In water with a salinity of 12‰, as in the previous experiment, the length of postlarvae at high water temperature was significantly higher ( $P>95$ ) than under other growing conditions (Table 4).

At a lower temperature, the average siz-

но не розрізнялись ( $P<95$ ). Солоність 7‰ також забезпечувала однорідність розмірів постличинок (CV — 6,12–8,97).

У воді солоністю 12‰, як і в попередньому експерименті, довжина постличинок за високої температури була достовірно вищою ( $P>95$ ), ніж при інших умовах вирощування (табл. 4).

Table 4. Temperature dependence of linear growth and survival of prawn larvae in water with a salinity of 12‰

Phase of growth	Body length, mm			% Survival rate	n
	Max	Min	Mean		
<b>Temperature 20-22°C</b>					
I	1.90	1.80	1.83±0.14	72	15
PI	4.60	4.40	4.44±0.15	9	15
<b>Temperature 22-24 °C</b>					
I	1.90	1.60	1.79±0.14	69	15
PI	4.60	4.10	4.30±0.15	7	14
<b>Temperature 28-31°C</b>					
I	2.10	1.70	1.9±0.14	56	15
PI	6.10	4.90	5.56±0.15	4	15

es of postlarvae did not differ significantly ( $P<95$ ). In all variants of the experiment, the survival rate of post-larvae was very low (4–9%). At the same time, salinity of 12‰, as well as salinity of 5–7‰ ensured relative uniformity of larval growth and homogeneity of prawn postlarvae sizes at the end of rearing.

### CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

At the optimal temperature, the transition from one stage of larval development of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) to another occurred within a certain time, which increased as the larvae grew and developed.

High water temperature stimulated the growth of larvae. In fresh water, during 28 days of rearing at a temperature of 28–31°C, the postlarvae reached a length of  $6.69\pm 1.15$  mm, which exceeded their size

За нижчої температури середні розміри постличинок достовірно не розрізнялись ( $P<95$ ). В усіх варіантах експерименту вихід постличинок був дуже низьким (4–9%). Разом з тим, солоність 12‰, як і така 5–7‰, забезпечувала відносну рівномірність зростання личинок та однорідність розмірів постличинок креветки в кінці вирощування.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

При оптимальній температурі перехід від однієї стадії личинкового розвитку креветки *M. nipponense* до іншої відбувається протягом певного часу, який збільшується у міру зростання і розвитку личинок.

Висока температура води стимулює ріст личинок. В прісній воді, за 28 днів вирощування при температурі 28–31°C, постличинки досягли довжини  $6,69\pm 1,15$  мм, що перевищувало їх розміри в аналогічних умовах при іншій



in similar conditions at a different temperature.

Survival of larvae was inversely dependent on temperature. The maximum output of postlarvae (54% of the larvae stocked for rearing) was ensured by a temperature of 20–22 °C, the minimum — 35% at a temperature of 28–31°C, under these conditions, a significant discrepancy in the size of postlarvae was also observed — from 4.4 to 8, 6 mm (CV–25.27).

The optimal temperature for growing postlarvae of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) in fresh water was 24–26°C. It provided the best growth, survival and size uniformity of postlarvae.

Water salinity as well as temperature significantly affected the growth, survival, and size uniformity of prawn larvae. At a salinity of 5‰, their growth and survival were, in general, comparable to those in fresh water, but the larvae grew more evenly and the difference in the size of the post-larvae was insignificant. Salinity of 7 and 12‰ inhibited the growth of larvae, reduced their survival, but the difference in size of post-larvae was minimal.

At the optimal temperature, the transition from one stage of larval development of the oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) to another occurred within a certain time, which increased as the larvae grew and developed.

температурі.

Вживання личинок знаходиться у оберненій залежності від температури. Максимальний вихід постличинок (54% від посаджених на вирощування личинок) забезпечувала температура 20–22°C, мінімальний — 35% — температура 28–31°C; за цих умов спостерігалась також значна розбіжність постличинок за розмірами — від 4,4 до 8,6 мм (CV — 25,27).

Оптимальною для вирощування постличинок *M. nipponense* в прісній воді є температура 24–26°C. Вона забезпечує найкращі показники росту, виживання та однорідності постличинок за розмірами.

Солоність води, як і температура, помітно впливає на ріст, виживання і однорідність личинок креветки за розміром. При солоності 5‰ їх ріст і виживання, в цілому, зіставні з такими в прісній воді, але личинки ростуть більш рівномірно і розбіжність в розмірах постличинок незначна. Солоність 7 і 12‰ пригнічує ріст личинок, зменшує виживання, але розбіжність постличинок за розміром мінімальна.

Отримані результати можуть бути використаними для розробки теоретичних основ культивування креветки *M. nipponense* в УЗВ. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію умов вирощування товарної креветки.

## REFERENCES

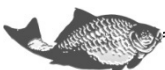
1. Salman, S. D., et al. (2006). The invasion of *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (Caridea: Palaemonidae) into the Southern Iraqi marshes. *Aquat Invasions*, 1, 109-115.
2. Shekk, P., & Astafurov, Yu. (2017). Acclimation and ways of spreading the Eastern freshwater shrimp *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) as valuable and economically profitable foodstuff. *8th Science As-*

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Shekk P., Astafurov Yu. Acclimation and ways of spreading the Eastern freshwater shrimp *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) as valuable and economically profitable foodstuff // 8th Science Assembly Meeting Network



- sembly Meeting Network of aquaculture centers in Central and Eastern Europe (NACEE): *proceed.* Daugavpils, 46-48.
3. 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.
  4. New, M. B., & Nair C. M. (2012). Global scale of freshwater prawn farming. *Aquaculture Research*, 43(7), 960-969. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03008.x>.
  5. Супрунович, А. В., & Макаров, Ю. Н. (1990). Культивруемые беспозвоночные. *Pyshchevye bespozvonochnye: ustrytsy, hrebeshky, raky y krevetky*. Kiev: Naukova dumka.
  6. Макаров, Ю. Н. (2004). *Desiatynohye raкообразnye*. Kiev: Naukova dumka.
  7. Fylypenko, S. Y. (2014). О poiavlenny presnovodnoi vostochnoi krevetky *Macrobranchium nipponense* (De Haan, 1849) v Dnestre. *Academy of sciences of Moldova. International Symposium dedicated to 75th anniversary of professor Andrei Munteanu : proceed.* Chişinău, 206-207.
  8. Kulesh, V. F. (1985). Perspektivy vyrashchivanyia subtropycheskoi krevetky *Macrobranchium nipponense* (De Haan) v vodoemakh-okhladyteliakh TES. *Byolohycheskye resursy vodoemov v uslovyiakh antropohennoho vozdeistviya*. Kiev: Naukova dumka, 34-36.
  9. Stepanok, N. A. (2014). Vostochnaia rechnaia krevetka roda *Macrobranchium* v nyzove Dnestra. *Hydrobyolohycheskyi zhurnal*, 50, 2, 117-120.
  10. Shekk, P. V. (2021). Raspredelenye, chyslennost, razmerno-massovaia y polovaia struktura populiatsyy krevetky *Macrobranchium nipponense* nyzhneho Dnestra. *Akademyku L.S. Berhu – 145 let: sbornyk nauchnykh statei*. Bendery: of aquaculture centers in Central and Eastern Europe (NACEE) : *proceed.* Daugavpils, 2017. P. 46—48.
  3. 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.
  4. New M. B., Nair C. M. Global scale of freshwater prawn farming // *Aquaculture Research*. 2012. Vol. 43(7). P. 960—969. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03008.x>.
  5. Супрунович А. В., Макаров Ю. Н. Культивруемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки и креветки. Киев : Наукова думка, 1990. 261 с.
  6. Макаров Ю. Н. Десятиногие ракообразные. Киев : Наукова думка, 2004. 430 с. (Фауна Украины ; т. 26, вып. 1/2).
  7. Филипенко С. И. О появлении пресноводной восточной креветки *Macrobranchium nipponense* (De Haan, 1849) в Днестре // *Academy of sciences of Moldova : International Symposium dedicated to 75th anniversary of Professor Andrei Munteanu : proceed.* Chişinău, 2014. С. 206—207.
  8. Кулеш В. Ф. Перспективы выращивания субтропической креветки *Macrobranchium nipponense* (De Haan) в водоемах-охладителях ТЭС // *Биологические ресурсы водоемов в условиях антропогенного воздействия*. Киев : Наукова думка, 1985. С. 34—36.
  9. Степанок Н. А. Восточная речная креветка рода *Macrobranchium* в низовье Днестра // *Гидробиологический журнал*. 2014. Т. 50, № 2. С. 117—120.
  10. Шекк П. В. Распределение, численность, размерно-массовая и половая структура популяции креветки *Macrobranchium nipponense* нижнего Днестра // *Академику Л.С. Бергу*



- Eco-TIRAS, 483-487.
11. Bushuiev, S., Snigirov, S., & Son, Mikhail O., et al. (2023). Expansion of the alien East Asian river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) in southwestern Ukraine and assessment of its commercial usage prospects. *Aquatic Invasions*, 18, 2, 231-246.
  12. Shekk, P. V., & Astafurov, Yu. O. (2019). Mozhyvict kultyvuvannia skhidnoi subtropichnoi prisnovodnoi krevetky *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) v umovakh nyzhnoho Dnistra. *Suchasni problemy teoretychnoi ta praktychnoi ikhtiologii: XII Mizhnar. ikhtiol. nauk.-prakt. konf.: mater. Dnipro*, 232-235.
  13. Timmons M. B., & Ebeling J. M. (2002). Recirculation Aquaculture. *NRAC Publication*, 01-007.
  14. Turanov, V. F. (2003). Razvedeniye u vyrashchyvaniye presnovodnoi krevetky *Macrobrachium rosenbergii* na Yuhe Ukrainy. *Rybne hospodarstvo Ukrainy*, 3, 4 (26, 27), 47-48.
  15. Wickins, J. F., & Lee, D. O. C. (Eds). (2002). *Crustacean Farming Ranching and Culture*. Oxford (United Kingdom): Blackwell Science.
  16. Beal, B. F., & Protopopescu, G. C. (2012). Ocean-based nurseries for cultured lobster (*Homarus americanus* Milne Edwards) postlarvae: field experiments off the coast of eastern maine to examine effects of flow and container size on growth and survival. *Journal of Shellfish Research*, 31 (1), 177-193.
  17. Shekk, P. V., & Astafurov, Yu. O. (2019). Problema biologichnykh invazii, vseleunia chuzhoridnykh vydiv na prykladi skhidnoi prisnovodnoi krevetky *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849). *Studentska naukova konferentsiia molodykh vchenykh Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho* — 145 лет : сборник научных статей. Бендеры : Eco-TIRAS, 2021. P. 483—487.
  11. Expansion of the alien East Asian river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) in southwestern Ukraine and assessment of its commercial usage prospects / Bushuiev S. et al. // *Aquatic Invasions* 2023. Vol. 18, issue 2. P. 231—246.
  12. Шекк П. В., Астафуров Ю. О. Можливість культивування східної субтропічної прісноводної креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) в умовах нижнього Дністра // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : XII Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф. : матер. Дніпро, 2019. С. 232—235.
  13. Timmons M. B., Ebeling J. M. Recirculation Aquaculture // *NRAC Publication*. 2002. No. 01-007.
  14. Туранов В. Ф. Разведение и выращивание пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* на юге Украины // *Рибне господарство України*. 2003. № 3, 4 (26, 27). С. 47—48.
  15. Crustacean Farming Ranching and Culture / eds. Wickins J. F., Lee D. O. C. Oxford (United Kingdom) : Blackwell Science, 2002. 446 p.
  16. Beal B. F., Protopopescu G. C. Ocean-based nurseries for cultured lobster (*Homarus americanus* Milne Edwards) postlarvae: field experiments off the coast of eastern maine to examine effects of flow and container size on growth and survival // *Journal of Shellfish Research*. 2012. N 31 (1). P. 177—193.
  17. Шекк П. В., Астафуров Ю. О. Проблема біологічних інвазій, вселення чужорідних видів на прикладі східної прісноводної креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) // Студентська наукова конференція молодих вчених Одеського державного екологічного університету : збірник матер.



- universytetu: zbirnyk mater.*, 7. Odessa, 102-103.
18. Nguyen, A. Q., Phan, P. D., Phan, A. T., Nguyen, T. T., Ly, T. N., & Le, B. P. (2002). Biological characteristics of fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* in Lac Lake and Ea Nhai Reservoir. *Proceedings of the 5th Technical Symposium on Mekong Fisheries, Khon Kaen, Thailand, 11–12 December, 2002*. Khon Kaen, 251-268.
19. Ma, K. Y., et al. (2011). The complete mitochondrial genome of *Macrobrachium nipponense*. *Gene*, 487, 160-165.
20. Ogawa, Y., Hashimoto, H., Kakuda, S., & Gushima, K. (1994). On the growth and life span of the population of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan) in the Ashida river (Hiroshima, Japan). *Journal of the Faculty of Applied Biological Science – Hiroshima University*, 30(1), 43-53.
21. Mashiko, K. (1990). Diversified egg and clutch sizes among local populations of the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense*. *Journal of Crustacean Biology*, 10, 306-314.
22. Rodriguez, G. (1982). Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco Basin and the Venezuelan Guayana. *Journal of Crustacean Biology*, 2, 378-391.
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.
- Одесса, 2019. № 7. С. 102—103.
18. Biological characteristics of fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* in Lac Lake and Ea Nhai Reservoir / Nguyen A. Q. et al. // 5th Technical Symposium on Mekong Fisheries, Khon Kaen, Thailand, 11–12 December 2002 : proceed. Khon Kaen, 2002. P. 251—268.
19. The complete mitochondrial genome of *Macrobrachium nipponense* / Ma K.Y. et al. // *Gene*. 2011. Vol. 487. P. 160—165.
20. On the growth and life span of the population of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan) in the Ashida river (Hiroshima, Japan) / Ogawa Y et al. // *Journal of the Faculty of Applied Biological Science – Hiroshima University*. 1994. Vol. 30(1). P. 43—53.
21. 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.
22. 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.
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.

