

УДК 639.515.082

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.2.4>

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ТА ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ НА ПРОДУКТИВНІ ЯКОСТІ РАКІВ РІЗНИХ ВИДІВ

Слюсар М. В. – к. с.-г. н.,

Світельський М. М. – к. с.-г. н.,

Ковальчук І. І. – к. вет. н.,

Мамченко В. Ю. – к. с.-г. н.,

Іщук О. В. – к. с.-г. н.,

Житомирський державний університет імені Івана Франка,

Slusar_nv@ukr.net

У статті подано результати досліджень щодо визначення оптимального рівня оксигену в середовищі існування членистоногих, що безпосередньо впливає на швидкість їх росту, збереження та інші відтворні якості раків різних видів.

Дослідження проводили впродовж червня–липня 2024 року, на базі лабораторії аквакультури Поліського національного університету (Житомирська область, м. Житомир).

Для експерименту були відібрані статевозрілі особини деструктора (*Cherax destructor*) та флоридського (*Procambarus clarkii*) раків. Піддослідних особин утримували в маточнику. Раціон був однотипний для всіх піддослідних груп. Кожен акваріум ємністю 150 літрів був оснащений автономною системою очищення, регулювання температури і вмісту кисню, з постійною заміною води. Дослідження проводили в три етапи. На першому етапі досліджували вплив температури на прирости раків обох видів (протягом 15 діб вимірювали прирости особин, знижуючи температуру води кожні 5 днів на 5 °С). На другому етапі дослідження знижували рН води на 1 °Т через 5 днів протягом 15 діб. На третьому етапі знижували вміст O₂ протягом 15 днів з 8 мг/л до 5 мг/л. Впродовж всього експерименту щоденно проводили зважування кожної піддослідної особини.

Коливання температури в межах 15–25 °С не мали істотного впливу на розвиток деструкторів та флоридських раків. Коливання кислотності між 6 і 8 °Т не вплинули на розвиток ракоподібних. Змін в апетиті, поведінці та приростах не спостерігали в жодній групі. При зниженні концентрації O₂ до 5 мг/л стан гіпоксії був помітний у флоридських раків. Деструктори витримували зниження рівня O₂ краще, з незначним зниженням приростів. Авторами вперше проведено комплексний аналіз параметрів води та вплив їх змін на продуктивні якості раків описаних видів. Експериментально доведено залежність продуктивних якостей раків від зміни вмісту кисню та встановлені рекомендовані його параметри.

Ключові слова: *Cherax destructor*, *Procambarus clarkii*, оксиген, кислотність, маса, продуктивність, установка замкнутого водопостачання.

Постановка проблеми. Більше половини споживаних населенням морепродуктів виробляється в аквакультурі. Розширюється спектр споживання делікатесних видів гідробіонтів, зокрема ракоподібних. М'ясо рако-

подібних є джерелом повноцінного білка, жиру мікро- та мікроелементів, вітамінів, необхідних людському організму. Щорічно їх природна популяція скорочується через ряд факторів – інфекційні захворювання, забруднення води, браконьєрство. Саме тому доцільності набуває вирощування раків у штучно створених умовах, зокрема в установках замкнутого водопостачання [1].

Новими видами аквакультури тепловодних прісноводних ракоподібних, які привернули увагу промисловців-практиків та науковців є Деструктор Яббі (*Cherax destructor*) та Флоридський червоний (*Procambarus clarkii*) раки. Найголовнішими факторами в вирощуванні всіх гідробіонтів є якісна вода, тому мета наших досліджень полягала у вивченні впливу різних показників води на продуктивні якості раків різних видів [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Флоридський червоний рак (*Procambarus clarkii*) – представник прісноводних раків, часто його називають «болотяним червоним». Під час утримання, для цього виду раків необхідно забезпечити доступ до поверхні води (наприклад, розміщати в акваріумі шматки туфу, високі рослини, корчі, тощо). Линька – важливий життєвий процес для флоридських раків, оскільки їх ріст відбувається лише під час линьки. Харчуючись, раки накопичують важливі для росту і розвитку речовини, згодом їх панцир розривається і тварина залишає його; рак росте, збільшуючись в розмірах, покривається хітином, поступово формується новий панцир, який з часом стає твердим. Після цього він зберігає сталі розміри до наступної линьки. Для раків характерний канібалізм. Але, якщо їх годувати збалансованим кормом, який забезпечуватиме їх фізіологічні потреби, це явище мінімізується. За недостатнього мінерального харчування у період линьки в раків спостерігається зниження процесів росту і розвитку, які призводять до їх загибелі [2, 4, 9]. Флоридські раки можуть змінювати колір свого тіла залежно від раціону. Наприклад, якщо використовується раціон з високим вмістом каротину, раки набувають переважно червоного кольору [3, 7, 10].

Яббі-деструктор (*Cherax destructor Yabby*) – це вид прісноводних ракоподібних, поширений в австралійських водоймах. Під час посухи вони можуть зариватися в мул і чекати більш сприятливих умов, період посухи може тривати 1–2 місяці. Це великий (до 15 см), неагресивний вид раків. Під час линьки вони слабкі і ховаються, поки не затвердіє хітиновий покрив. Забарвлення варіює від зелено-бежевого до синьо-сірого (залежно від умов середовища) [4, 6, 8].

Постановка завдання. Мета дослідження полягала у визначенні оптимального рівня кисню в середовищі, що найкращим чином поєднує швидкість росту, виживання та інші показники розведення раків різних видів.

Технологія промислового розведення раків в Україні відпрацьована не досконало. Важливими її елементами є підтримка оптимального рівня кисню, температури, кислотності в замкнутих системах водопостачання (УЗВ).

Підвищення або зниження температури в допустимих межах спричиняє відповідні зміни в біологічній активності водних організмів. Зокрема, підвищення температури води призводить до збільшення споживання кисню, виділення амонійного азоту, активізації обмінних процесів – поглинання розчинених речовин із довкілля, підвищення чутливості до токсичних речовин, прискорення розвитку та статевого дозрівання, посилення пошуку, споживання та перетравлення їжі [6, 10].

Рівень кисню у воді залежить від температурного режиму, рівня аерації, щільності посадки та інтенсивності годівлі гідробіонтів. Тому, взаємозв'язок між цими показниками та продуктивністю раків спонукав нас до комплексного вивчення температурних режимів, рівня кисню і кислотності води в процесі розробки технологій розведення раків в установках замкнутого водопостачання [8, 9].

З точки зору безперервного виробництва товарного продукту, незалежно від кліматичної зони аквакультури, найдоцільнішою є технологія розведення раків в установках замкнутого водопостачання. При вирощуванні раків у таких системах особливе значення мають контрольовані параметри штучної екосистеми. Вони можуть впливати на важливі функції водних організмів, їх метаболічні процеси, які пов'язані зі споживанням кисню.

Раки дихають зябрами, тому вміст кисню у воді має для них першорядне значення. Рівень кисню відіграє важливу роль у життєдіяльності організмів, він є необхідним компонентом усіх окислювальних процесів у наземних і водних тварин. Замкнуті системи водопостачання використовуються для підтримання стабільного рівня кисню, створення сприятливої мікрофлори у воді та її очищення від продуктів життєдіяльності водних організмів.

У замкнутих системах водопостачання насичення води киснем забезпечується аераторами. Це важливо, оскільки за високої щільності посадки водних організмів, концентрація кисню може впасти до критичного рівня. З підвищенням температури вода в басейні може розчиняти менше кисню. У таких випадках необхідно штучно підтримувати вміст кисню на рівні 7 мг/л. Коли вміст O_2 у воді знижується, організм починає відчувати ознаки кисневого голодування, що може призвести до задухи і смерті. У той же час деякі види здатні мешкати у водоймах з дуже низьким вмістом кисню, наприклад сом (завдяки фізіологічній особливості – кишкового дихання).

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження проводили в лабораторії аквакультури Поліського національного університету (Житомирська область, м. Житомир).

Для експерименту були відібрані статевозрілі особини деструктора та флоридського раків. Піддослідних раків утримували в маточнику. Раціон впродовж усього дослідження був сталий для обох груп. Кожен акваріум ємністю 150 літрів був оснащений автономною системою очищення, регулюванням температури і вмісту кисню, з постійною заміною води (рисунок 1).



Рис. 1. Маточник для вирощення раків

Джерело: зроблено авторами публікації.

Всі раки були розділені на 2 групи (розподіл проведено за біологічними видами) в, кожна з яких складалася з 3 гнізд (3 самки, 1 самець) (деструктор яббі та флоридський червоний) (рисунок 2).

Експеримент проводили за рівня рН 7 °Т і насичення киснем 7 мл/л протягом 15 днів. Температуру підтримували на рівні 25 °С протягом перших 5 днів, 20 °С – наступних 6-10 днів і 15 °С наступні 11-15 днів. Схема експерименту подана в таблиці 1.



Рис. 2. Піддослідні види раків (фото Слюсар М.В.)

а – флоридський червоний; б – деструктор яббі

Таблиця 1. Схема досліду № 1.
Вплив зміни температури на прирости раків

Період проведення досліду	Термін проведення	Флоридський (1 група), t °C	Деструктор (2 група), t °C
I період	1-5 днів	25	25
II період	6-10 днів	20	20
III період	11-15 днів	15	15

У наступному експерименті рН було знижено до 6 °Т шляхом додавання бікарбонату натрію в перший період (5 днів), кислотність залишалася на рівні 7 °Т в другий період (6–10 днів) і була підвищена до 8 °Т в заключний період (11-15 днів) шляхом додавання оцтової кислоти за температури води 25 °C і насичення киснем 7 мл/л. Кислотність вимірювали рН-метром EZODO 6011. Схема досліду подана в таблиці 2.

Таблиця 2. Схема досліду № 2. Вплив зміни рН на прирости раків

Період проведення досліду	Термін проведення	Флоридський (1 група), °Т	Деструктор (2 група), °Т
I період	1-5 днів	8	8
II період	6-10 днів	7	7
III період	11-15 днів	6	6

У третьому експерименті аератором концентрацію кисню було доведено до 8 мг/л (робоча концентрація кисню) у перший період, 6 мг/л – у другий період і 5 мг/л – у третій період. Тривалість експерименту становила 15 днів за температури води 25 °C і кислотності 7 °Т. Схема експерименту подана в таблиці 3.

Таблиця 3. Схема досліду № 3. Вплив зміни вмісту кисню на прирости раків

Період проведення досліду	Термін проведення	Флоридський (1 група), мг/л	Деструктор (3 група), мг/л
I період	1-5 днів	8	8
II період	6-10 днів	6	6
III період	11-15 днів	5	5

Визначення вмісту кисню проводили за допомогою Оксиметра EZODO 7031.

Результати досліджень. Під час першого експерименту не було зафіксовано істотних змін у приростах, різниця була не достовірною, проте спостерігалось зменшення рухливості обох видів раків, тому можна зауважити, що зміна температури в межах 15–25 °C не суттєво впливає на продуктивність якості раків даних видів, а лише знижує їх фізіологічну активність.

Протягом проведення другого досліду у досліджуваних групах не спостерігали змін у поведінці, пригнічення або відсутність апетиту, зменшення приростів. Таким чином, можна зробити висновок, що коливання кислотності в діапазоні 6–8 °Т не впливають на розвиток ракоподібних. Результати досліджень впливу зміни вмісту кисню у воді на живу масу раків подані у таблицях 4–6.

Таблиця 4. Зміна живої маси ракоподібних різних видів ($O_2 = 8$ мг/л)

Період досліджу	Вид раків			
	Флоридський (n=12)		Деструктор (n=12)	
	M±m, г	C _v , %	M±m, г	C _v , %
I день	59,58±0,81	12,3	65,76±0,85	12,9
II день	60,81±0,79	12,2	66,81±0,87	12,8
III день	61,26±0,75	12,3	67,58±0,86	12,9
VI день	61,52±0,73	12,2	67,98±0,85	12,7
V день	61,95±0,77	12,2	68,21±0,87	12,8

Таблиця 5. Зміна живої маси ракоподібних різних видів ($O_2 = 6$ мг/л)

Період досліджу	Вид раків			
	Флоридський (n=12)		Деструктор (n=12)	
	M±m, г	C _v , %	M±m, г	C _v , %
I день	62,31±0,81	12,2	68,52±0,85	12,7
II день	62,84±0,79	12,2	69,38±0,87	12,9
III день	63,16±0,78	12,2	69,55±0,87	12,9
VI день	63,49±0,78	12,2	69,65±0,85	12,7
V день	63,87±0,77	12,1	70,14±0,86	12,8

Таблиця 6. Зміна живої маси ракоподібних різних видів ($O_2 = 5$ мг/л)

Період досліджу	Вид раків			
	Флоридський (n=12)		Деструктор (n=12)	
	M±m, г	C _v , %	M±m, г	C _v , %
I день	64,15±0,79	12,2	70,19±0,85	12,6
II день	64,23±0,78	12,2	70,33±0,87	12,7
III день	64,29±0,78	12,1	70,59±0,87	12,7
VI день	64,30±0,79	12,1	70,64±0,85	12,7
V день	64,31±0,79	12,1	70,67±0,86	12,6

Проаналізувавши дану таблицю можна зазначити, що жива маса всіх видів раків збільшувалась поступово. Вкінці періоду прирости склали у флоридського – 2,37 г, деструктора – 2,45 г.

При зниженні рівня кисню до 6 мг/л спостерігали зменшення приростів у обох видів раків, які становили 1,56 г і 1,62 г відповідно.

За концентрації кисню 5 мл/л до кінця третього дня симптоми кисневого голодування проявилися в раків обох піддослідних груп. Прирости у флоридських раків значно знизилися майже до нуля, однак деструктори виявилися стійкішими до зниження рівня кисню у воді.

Висновки та перспективи подальшого розвитку. Коливання температури в межах 15–25 °С не мали істотного впливу на розвиток деструкторів та флоридських раків, проте дане питання потребує більш детально опрацювання (збільшення кількості дослідних раків та тривалість експерименту).

Проаналізувавши дану таблицю можна зазначити, що жива маса всіх видів раків збільшувалась поступово. Вкінці періоду прирости склали у флоридського – 2,37 г, деструктора – 2,45 г.

Коливання кислотності між 6 і 8 °Т не вплинули на розвиток ракоподібних досліджуваних видів жодним чином. Змін в апетиті, поведінці та наборі ваги не спостерігалось в жодній групі.

При зниженні концентрації O_2 до 5 мг/л кисневе голодування спостерігалось у флоридських раків. Деструктори витримували зниження рівня кисню краще, проте спостерігалось зниження приростів.

Подальші дослідження будуть направлені на визначення найбільш комфортних умов вирощування раків різних видів, таких як фізико-хімічних показників води, технології утримання, годівлі, що в свою чергу дасть змогу підвищити продуктивні якості та рентабельність виробництва.

INFLUENCE OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF WATER ON THE PRODUCTIVE QUALITIES OF CRAZY OF DIFFERENT SPECIES

*Slyusar M. V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Svitelsky M. M. – Candidate of Agricultural Sciences,
Kovalchuk I. I. – Candidate of Veterinary Sciences,
Mamchenko V. Yu. – Candidate of Agricultural Sciences,
Ishchuk O. V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Zhytomyr Ivan Franko State University,
Slusar_nv@ukr.net*

The article presents the results of research on determining the optimal level of oxygen in the habitat of arthropods, which directly affects the rate of their growth, preservation and other reproductive qualities of crayfish of different species.

The study was conducted in June-July 2024 at the Aquaculture Laboratory of Polissia National University (Zhytomyr Oblast, Zhytomyr).

For the experiment, sexually mature individuals of the destroyer (*Cherax destructor*) and Florida (*Procambarus clarkii*) crayfish were selected. The experimental

animals were kept in a brooder. The diet was the same for all experimental groups. Each aquarium with a capacity of 150 litres was equipped with an autonomous system for cleaning, temperature and oxygen control, with constant water change. The study was conducted in three stages. At the first stage, the effect of temperature on the growth of crayfish of both species was studied (over 15 days, the growth of individuals was measured by lowering the water temperature by 5 °C every 5 days). At the second stage of the study, the pH of the water was reduced by 1 °T every 5 days for 15 days. At the third stage, the O₂ content was reduced from 8 mg/l to 5 mg/l over 15 days. Throughout the experiment, each experimental animal was weighed daily.

Temperature fluctuations in the range of 15–25 °C had no significant effect on the development of destructors and Florida crayfish. Fluctuations in acidity between 6 and 8 °C did not affect the development of crustaceans. No changes in appetite, behavior or growth were observed in any group. When the O₂ concentration was reduced to 5 mg/l, a state of hypoxia was noticeable in Florida crayfish. The destructors withstood the decrease in O₂ levels better, with a slight decrease in growth. For the first time, the authors conducted a comprehensive analysis of water parameters and the impact of their changes on the productive qualities of crayfish of the described species. The authors experimentally proved the dependence of crayfish productive qualities on changes in oxygen content and established its recommended parameters.

Keywords: *Cherax destructor*, *Procambarus clarkii*, oxygen, acidity, mass, productivity, closed water supply system.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гриневич Н. С., Жарчинська В. С., Світельський М. М., Хом'як О. А., Слюсаренко А. О. Перспективний об'єкт аквакультури ракоподібних *Cherax quadricarinatus*. *Водні біоресурси та аквакультура*, 2022, Вип. 1, С. 47–62. DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>
2. Cortes-Jacinto E. Studies on the nutrition of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens): effect of the dietary protein level on growth of juveniles and pre-adults. *Freshwater Crayfish*, 2004. Vol. 14. 70–80.
3. Crandall K. A. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae, Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 2008. Vol. 595. 295–301.
4. Francesca Gherardi, Uma Sabapathy Allen. *Cherax destructor* (yabby) CABI Compendium. 2011. URL: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.89134>
5. Jianguo Wang. Ecological index analysis of growth and development of *Procambarus Clarkii* based on biological characteristics. *Journal of Sea Research*, 2023. vol. 192. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385110123000308>
6. King C. R. Growth and survival of redclaw hatchlings (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cherax quadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture in Queensland. *Aquaculture*, 1994. Vol. 122. 75–80.
7. Lawrence C. *Cherax*. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich D.M. (Ed.) – UK, Oxford: *Blackwell Science*, 2002. 635–670.

8. Meade M. E. Effects of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2002. Vol. 33, no. 2. 188–198.
9. Niu C. Effects of temperature on food consumption growth and oxygen consumption of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae. *Aquacult. Res.*, 2003. 34, no 6. 501–506.
10. Romero, M. C. Effects of Reproductive Stage and Temperature on Rates of Oxygen Consumption in *Paralithodes platypus* (Decapoda: Anomura). *Journal of Crustacean Biology*, 2010. Vol. 30(3). 393–400.

REFERENCES

1. Hrynevych N. Ye., Zharchynska V. S., Svitelskyi M. M., Khom'iak O. A., Sliusarenko A. O. (2022). *Perspektyvnyi ob'iekt akvakultury rakopodibnykh Cherax quadricarinatus* [A promising object of aquaculture of the crustacean *Cherax quadricarinatus*]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*, Vol. 1, 47–62. DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>. [in Ukrainian].
2. Cortes-Jacinto E. (2004). Studies on the nutrition of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens): effect of the dietary protein level on growth of juveniles and pre-adults. *Freshwater Crayfish*, Vol. 14, 70–80.
3. Crandall K. A. (2008). Global diversity of crayfish (*Astacidae*, *Cambaridae*, and *Parastacidae*, *Decapoda*) in freshwater. *Hydrobiologia*, Vol. 595, 295–301.
4. Francesca Gherardi (2011). Uma Sabapathy Allen. *Cherax destructor* (yabby) CABI Compendium. URL: <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.89134>
5. Jianguo Wang (2023). Ecological index analysis of growth and development of *Procambarus Clarkii* based on biological characteristics. *Journal of Sea Research*, Vol. 192. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385110123000308>
6. King C. R. (1994). Growth and survival of redclaw hatchlings (*Cherax quadricarinatus* (von Martens)) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cherax quadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture in Queensland. *Aquaculture*, Vol. 122, 75–80.
7. Lawrence C. (2002). *Cherax*. In: *Biology of Freshwater Crayfish*. Holdich D. M. (Ed.) - UK, Oxford: *Blackwell Science*, 635–670.
8. Meade M. E. (2002). Effects of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 33, no. 2, 188–198.
9. Niu C. (2003). Effects of temperature on food consumption growth and oxygen consumption of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae. *Aquaculture*, Vol. 34, no 6, 501–506.
10. Romero, M. C. (2010). Effects of Reproductive Stage and Temperature on Rates of Oxygen Consumption in *Paralithodes platypus* (Decapoda: Anomura). *Journal of Crustacean Biology*, Vol. 30, 393–400.