

TECHNOLOGIES IN AQUACULTURE / ТЕХНОЛОГІЇ В АКВАКУЛЬТУРІ

Ribogospod. nauka Ukr., 2026; 1(75): 115-133
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2026.01.115>
UDC 639.5:595.384

Received: 20.01.2026
Received in revised form: 23.02.2026
Published: 31.03.2026

THE ROLE OF ARTIFICIAL CULTIVATION IN THE RESTORATION OF NATURAL POPULATIONS OF THE WHITE DNIESTER CRAYFISH (*PONTASTACUS EICHWALDI* *BESSARABICUS BRODSKY, 1967*)

P. Shekk, shekk@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-2789-0854, I.I. Mechnikov Odesa National University, Odesa

R. Sydorak, fireflyrvs@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-4973-5804, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. To substantiate the importance and assess the effectiveness of artificial technologies for growing white Dniester crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) for the preservation and restoration of natural populations based on the results of stocking grown juveniles into Lake Kugurluy.

Methodology. The material for the study was grown juvenile crayfish obtained in the conditions of a recirculating aquaculture system (RAS) as well as juveniles of a similar age from the natural population of Lake Kugurluy (control). During the growing process, combined feeds were used and the stocking density was adjusted depending on their age and size. The quality of stocking material was assessed by survival, morphometric parameters and the absence of pathologies and damage. Before release, the juvenile was acclimatized, after which they were stocked into the isolated water area of Lake Kugurluy with the presence of natural shelters and sufficient food supply; further field monitoring of the abun-

РОЛЬ ЗАВОДСЬКОГО ВИРОЩУВАННЯ У ВІДНОВЛЕННІ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ БІЛОГО ДНІСТРОВСЬКОГО РАКА (*PONTASTACUS EICHWALDI* *BESSARABICUS BRODSKY, 1967*)

П. В. Шекк, shekk@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-2789-0854, Одеський національний університет І. І. Мечникова, м. Одеса

Р. В. Сидорак, fireflyrvs@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-4973-5804, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. Обґрунтувати значення та оцінити ефективність заводських технологій вирощування білого дністровського рака *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* (Brodsky, 1967) для збереження й відновлення природних популяцій за результатами вселення підрослої молоді в оз. Кугурлуй.

Методика. Матеріалом слугувала підрощена молодь рака, отримана в умовах рециркуляційної аквакультурної системи (РАС), а також молодь аналогічного віку з природної популяції оз. Кугурлуй (контроль). У процесі вирощування застосовували комбіновані корми та регулювали щільність посадки залежно від віку і розміру особин. Якість посадкового матеріалу оцінювали за виживаністю, морфометричними показниками та відсутністю патологій і пошкоджень. Перед випуском молодь акліматизували, після чого здійснювали вселення в ізольовану акваторію оз. Кугурлуй із наявністю природних укриттів та достатньою кормовою базою; надалі



© The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



dance, spatial distribution and growth dynamics was carried out.

Findings. Under RAS conditions it is possible to obtain viable crayfish seeds with high survival rates and a minimal share of damaged individuals. Stocking of grown juveniles into an isolated area of the lake ensured the formation of adaptation mechanisms to the natural environment, their preservation during the observation period, and an increase in the density of juveniles in the introduction areas compared to the control areas. The obtained "weight-length" relationships for artificially grown and natural juveniles were close, which indicated a normal growth pattern after their transition to the natural environment.

Originality. The combination of controlled cultivation in RAS with subsequent targeted stocking ensures high viability of juveniles and contributes to the formation of denser local communities in the stocked water body.

Practical Value. The developed biotechnological techniques ensure the production of viable white Dniester crayfish seeds for mass stocking into water bodies. The proposed transportation and release method increase the survival of individuals and contributes to the formation of stable populations. The results obtained can be used in reproduction programs, environmental protection practices and aquaculture development, which is important for preserving biodiversity and ecological balance of the Dniester basin.

Keywords: artificial cultivation, crayfish seeds, stocking, population recovery, aquaculture.

проводили польовий моніторинг чисельності, просторового розселення та динаміки росту.

Результати. Установлено, що в умовах РАС можливо отримувати життєздатний посадковий матеріал із високими показниками виживаності та мінімальною часткою пошкоджених особин. Вселення підрощеної молоді в ізольовану ділянку озера забезпечило формування адаптаційних механізмів до природного середовища, збереження упродовж періоду спостережень і підвищення щільності молоді на ділянках вселення порівняно з контрольними. Отримані залежності «маса–довжина» для штучно вирощеної та природної молоді є близькими, що свідчить про нормальний характер росту після переходу до природного середовища.

Наукова новизна. Показано, що поєднання контрольованого вирощування в РАС із подальшим цілеспрямованим вселенням забезпечує високу життєстійкість молоді та сприяє формуванню щільніших локальних угруповань у водоймі-реципієнті.

Практична значущість. Розроблені біотехнологічні прийоми забезпечують отримання життєздатного посадкового матеріалу білого дністровського рака для масового вселення у водойми. Запропонована методика транспортування й випуску підвищує виживаність особин та сприяє формуванню стійких популяцій. Отримані результати можуть бути використані у програмах відтворення, природоохоронній практиці та розвитку аквакультури, що має важливе значення для збереження біорізноманіття й екологічної рівноваги Дністровського басейну.

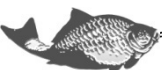
Ключові слова: білий дністровський рак, заводське вирощування, посадковий матеріал, вселення, відновлення популяцій, аквакультура.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

The white Dniester crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) is an endemic species of important ecological and commercial importance in the Danube lakes, the Dniester and Ku-

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Білий дністровський рак *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* (Brodsky, 1967) є ендемічним видом, що має важливе екологічне та промислове значення у Придунайських озерах, Дністровському та Кучурганському лиманах та дея-



churgan estuaries, and some other inland waters of southern Ukraine. In the second half of the last century, the abundance of its natural populations underwent a sharp decline. Among the main causes of degradation are: intensive human impact, pollution of water bodies, negative changes in the hydrological and hydrochemical regime as a result of over-regulation of river flow, which led to a decrease in suitable biotopes, epizootics, in particular crayfish plague, as well as excessive commercial and illegal harvest [1, 2]. The result was a significant decrease in the abundance and fragmentation of the white Dniester crayfish range into separate local populations, which creates a real threat of extinction of the species in certain locations where it was previously abundant [3, 4].

In view of this, in recent years, considerable attention has been paid to artificial breeding of crayfish to restore native populations [5, 6]. Such studies, widespread in the countries of Central and Northern Europe, have confirmed the effectiveness of restoring natural populations of the crayfish *Austropota mobiuspallipes* (Lereboullet, 1858) by stocking juveniles obtained as a result of artificial reproduction into natural water bodies. The main factors of success are recognized as the quality of crayfish seeds, sanitary control, selection of the optimal age and size of fish juveniles intended for release, compliance with the hydroecological conditions of recipient reservoirs, and subsequent monitoring of the state of artificially formed populations.

In Ukraine, recently, separate studies have been conducted on the ecological and biological characteristics of the white Dniester crayfish and the assessment of the current state of its natural populations. At the same time, there has been practically no work devoted to the development of methods for the artificial reproduction of crayfish and the restoration of its populations through the targeted stocking of arti-

ких інших внутрішніх водоймах півдня України. Вже у другій половині минулого століття чисельність його природних популяцій зазнала різкого скорочення. Серед основних причин деградації відзначають інтенсивне антропогенне навантаження, забруднення водойм, негативні зміни гідролого-гідрохімічного режиму в результаті зарегульованості річкового стоку, що призвело до зменшення придатних біотопів, епізоотії, зокрема чуму раків, а також надмірний промисловий та браконьєрський вилов [1, 2]. Результатом цього стало істотне зниження чисельності та розрив ареалу білого дністровського рака на окремі локальні популяції, що створює реальну загрозу зникнення виду в окремих локаціях, де раніше він був численним [3, 4].

Зважаючи на це, останніми роками питанням штучного розведення річкових раків для відновлення аборигенних популяцій приділяють значну увагу [5, 6]. Такі дослідження, поширені в країнах Центральної та Північної Європи, підтвердили ефективність відновлення природних популяцій рака *Austropota mobiuspallipes* (Lereboullet, 1858) шляхом інтродукції у природні водойми молоді, отриманої в результаті заводського відтворення. Основними чинниками успіху визнано якість посадкового матеріалу, санітарний контроль, вибір оптимального віку та розміру молоді, призначеної для випуску, відповідність гідроекологічних умов водойм-реципієнтів та подальший моніторинг стану штучно сформованих популяцій.

В Україні останнім часом проводили окремі дослідження, присвячені еколого-біологічним особливостям білого дністровського рака та оцінці сучасного стану його природних популяцій. Разом з тим, роботи щодо розроблення методів заводського відтворення рака та відновлення його популяцій шляхом цілеспря-



ficially obtained juveniles into natural water bodies of southern Ukraine to restore natural populations [7, 8].

In this sense, not enough attention has also been paid to such an important, from a practical point of view, issue as the long-term adaptation of crayfish juveniles obtained in artificially created conditions, its contribution to the natural replenishment of the population and the formation of stable populations [9, 10].

The development and testing of biotechnological approaches for the artificial reproduction of the white Dniester crayfish with the aim of further stocking the juveniles obtained in artificial conditions into natural water bodies is important as an effective way to restore natural populations of this endemic in the hydroecosystems of southern Ukraine [11].

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

White Dniester crayfish populations in the estuaries and lakes of the Dniester and Danube are currently in a depressed state. In most natural water bodies of southern Ukraine, which until recently provided up to 80% of high-value commercial products, crayfish fishing is either not carried out or has been reduced to a minimum.

One of the reasons for the reduction in the abundance of white Dniester crayfish is the deterioration of reproduction conditions and high elimination of juveniles in the early stages of ontogenesis [12, 13].

The possibility of artificial reproduction of crayfish with the subsequent stocking of juvenile grown in artificial conditions into natural water bodies is perhaps the only promising way to restore populations of this species today.

To implement such technologies in fish farming practice, special attention needs to be paid to determining the optimal techno-

мованої інтродукції штучно отриманої молоді в природні водойми півдня України для відновлення природних популяцій практично не проводили [7, 8].

В цьому сенсі недостатньо уваги також приділено такому важливому з практичної точки зору питанню, як довготривала адаптація молоді рака, отриманої у штучно створених умовах, її внесок у природне поповнення популяції та формування стабільних популяцій [9, 10].

Розробка та апробація біотехнологічних підходів щодо заводського відтворення білого дністровського рака з метою подальшої інтродукції отриманої в штучних умовах молоді у природні водойми є актуальною як ефективний шлях відновлення природних популяцій цього ендеміка в гідроекосистемах півдня України [11].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Популяції білого дністровського рака в лиманах і озерах Дністра і Дунаю сьогодні знаходяться в депресивному стані. У більшості природних водойм півдня України, які ще нещодавно давали до 80% високоцінної промислової продукції, промисел рака або не проводиться, або скоротився до мінімуму.

Однією з причин скорочення чисельності білого дністровського рака є погіршення умов відтворення та висока елімінація молоді на ранніх стадіях онтогенезу [12, 13].

Можливість заводського відтворення рака з подальшою інтродукцією підрощеної в штучних умовах молоді в природні водойми є, мабуть, єдиним на сьогодні перспективним шляхом відновлення популяцій цього виду.

Для впровадження таких технологій в практику аквакультури особливої уваги потребує визначення оптимальних технологічних параметрів утримання



logical parameters for keeping and growing crayfish juveniles in controlled conditions, their stocking into natural reservoirs, and analyzing the impact of artificial restoration on the stability of natural populations. The issues of adaptation of crayfish juveniles to the conditions of the recipient water body, their survival, growth in natural conditions, and the long-term impact of such measures on the gene pool and structure of local communities also remain insufficiently studied [14, 15].

The aim of the work was to determine the role of artificial reproduction of white Dniester crayfish in the restoration of its natural populations, taking into account the practical results of introducing grown juveniles into an isolated natural water area of Lake Kugurluy.

MATERIALS AND METHODS

The material for the study were white Dniester crayfish juveniles obtained and grown to the viable stage in a recirculating aquaculture system (RAS) and juveniles of a similar age from the natural population of Lake Kugurluy. During the growing period in the RAS, combined feed mixtures with an optimal content of protein and plant components were used to feed the juveniles. Stocking density and feeding regimen were varied depending on the age and size of the individuals [16, 17].

The viability of crayfish seeds was assessed using the following criteria: survival of stocked juveniles at different stages of growth, basic morphometric characteristics (length, weight), absence of pathology and mechanical damage. Before releasing juveniles obtained under controlled conditions into the natural water area, they were pre-acclimatized to the conditions of the recipient water bodies.

Stocking was carried out in the natural isolated water area of Lake Kugurluy with an area of 0.43 ha, which was characterized by favourable hydroecological

та вирощування молоді рака в контрольованих умовах, її вселення у природні водойми та аналіз впливу штучного відновлення на стабільність природних популяцій. Недостатньо вивченими залишаються також питання адаптації молоді рака до умов водойми-реципієнта, її виживання, ріст у природних умовах та довгостроковий вплив таких заходів на генофонд та структуру локальних угруповань [14, 15].

Мета роботи полягала у визначенні ролі заводського вирощування білого дністровського рака у відновленні його природних популяцій, з урахуванням практичних результатів вселення підрощеної молоді в ізолювану природну акваторію оз. Кугурлуй.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалом для досліджень слугувала молодь білого дністровського рака, отримана і підрощена до життєстійкої стадії в рециркуляційній аквакультурній системі (РАС) та молодь аналогічного віку природної популяції оз. Кугурлуй. В період вирощування в РАС для годівлі молоді використовували комбіновані кормові суміші з оптимальним вмістом білкових та рослинних компонентів. Щільність посадки і режим годівлі змінювали залежно від віку та розміру особин [16, 17].

Оцінку життєздатності посадкового матеріалу проводили за наступними критеріями: виживаність молоді на різних етапах вирощування, основні морфометричні характеристики (довжина, маса), відсутність патології та механічних пошкоджень. Перед випуском молоді, отриманої у контрольованих умовах, у природну акваторію її попередньо акліматизували до умов водойми-реципієнта.

Вселення здійснювали у природну ізолювану акваторію оз. Кугурлуй площею 0,43 га, яка характеризувалась сприятливими гідроекологічними умо-



conditions, the presence of shelters and a sufficient natural food supply.

The cultivation of age-0+ crayfish obtained using the developed technology in a recirculating aquaculture system was carried out on the basis of a private, experimental crayfish hatchery in the city of Pivdenne (Fig. 1).

Cardboard, plastic and plywood boxes were used to transport the juveniles. The release was carried out in the evening and at night to reduce stress and the risk of death.

In parallel, monitoring of the state of the artificially formed population of crayfish in an isolated water area, where juveniles obtained in a recirculating aquaculture system were introduced, and juveniles of a similar age and size from the natural population of white Dniester crayfish in Lake Kugurluy were monitored.

To assess the effectiveness of the stocking of crayfish juveniles, the following were determined: the size and weight composition of populations, spatial distribution, the presence of shelters, the state of the food supply, the abundance of juveniles, and the main hydrochemical parameters of the aquatic environment.

Survival of crayfish juveniles of an artificially formed population in an isolated

вами, наявністю укриттів та достатньою природною кормовою базою.

Підрошування цьоголіток рака, отриманих за розробленою технологією в умовах рециркуляційної аквакультурної системи, здійснювали на базі приватного експериментального розплідника ракоподібних у м. Південне (рис. 1).

Для транспортування молоді використовували картонні, пластикові та фанерні ящики. Випуск здійснювали у вечірній та нічний час з метою зменшення стресу та ризику загибелі.

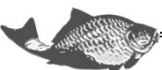
Паралельно проводили моніторинг стану штучно сформованої популяції рака в ізольованій акваторії, куди вселили отриману в рециркуляційній аквакультурній системі молодь, та аналогічної за віком і розмірами молоді природної популяції білого дністровського рака оз. Кугурлуй.

Для оцінки ефективності інтродукції молоді рака виявляли розмірно-ваговий склад популяцій, просторовий розподіл, наявність сховищ, стан кормової бази, визначали чисельність молоді та основні гідрохімічні параметри водного середовища.

Вживаність молоді рака штучно сформованої популяції в ізольованій частині озера розраховували як різни-



Fig. 1. Experimental crustacean hatchery in Pivdenne (© Sydorak, R.)



part of the lake was calculated as the difference in abundance over a certain period. The abundance was determined by direct counting at four stationary coastal sites with an area of 50–60 m². Based on the obtained actual data, the average abundance of fish juveniles and, accordingly, their survival in the water body for a certain period were calculated.

A comparative analysis of the state of the natural crayfish population in the lake (in control areas) and the artificially formed population in an isolated part of Lake Kugurluy was carried out based on the results of field research [18, 19].

Statistical processing of the obtained results was carried out in accordance with generally accepted methods using MS Excel - 2010.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Viable stocking material of white Dniester crayfish was obtained and grown using the developed technology in experimental RAS, the use of which, at the early stages of ontogenesis, ensures a high growth rate and survival of juveniles by optimizing environmental conditions (Table 1).

The average survival rate of different batches of juveniles obtained under artificial conditions (under controlled conditions) ranged from 68 to 72%. Morphometric parameters of the grown-up juveniles corresponded to age norms, and the share of individuals with pathology or mechanical damage did not exceed 4–5%.

цю чисельності за певний період. Чисельність визначали методом прямого обліку на чотирьох стаціонарних прибережних ділянках площею 50–60 м². На основі отриманих фактичних даних розраховували середню чисельність молоді і, відповідно, її виживання у водоймі за певний період.

Порівняльний аналіз стану природної популяції рака в озері (на контрольних ділянках) та штучно сформованої популяції в ізолюваній частині оз. Кугурлуй проводили за результатами польових досліджень [18, 19].

Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали відповідно до загальноприйнятих методів з використанням прикладних програм пакета «Microsoft Excel 2010».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Життєстійкий посадковий матеріал білого дністровського рака отримували та вирощували за розробленою технологією в експериментальних РАС, використання яких на ранніх етапах онтогенезу забезпечує високий темп росту та виживання молоді за рахунок оптимізації умов середовища (табл. 1).

Середній рівень виживання різних партій молоді, отриманої у штучних (контрольованих) умовах, коливався від 68 до 72%. Морфометричні показники підрощеної молоді відповідали віковим нормам, а частка особин із патологією або механічними пошкодженнями

Table 1. Hydrochemical regime of the RAS for breeding white Dniester crayfish in early ontogenesis

Index	Range
pH	7.2–8.0
Concentration O ₂	>6.0 mg/dm ³
Ammonia (NH ₄ ⁺)	<0.02 mg/dm ³
Nitrites (NO ₂ ⁻)	<0.1 mg/dm ³
Nitrates (NO ₃ ⁻)	<40 mg/dm ³



This allowed the formation of high-quality crayfish seeds for further stocking into the isolated water area of a natural water body.

The recipient water body was an isolated section of Lake Kugurluy with a surface area of 0.43 ha and a depth of up to 1.85 m (Fig. 2).

The area of shallow water (up to 0.5 m) accounted for 30% of the total area of the water body. The main hydrochemical parameters of Lake Kugurluy practically did not differ from the water area into which age-0+ crayfish were stocked (Table 2).

In May-June, at a water temperature of 18–22°C, 10 thousand white Dniester crayfish juveniles, grown to the age of 150–160 days in a recirculating aquaculture system, were stocked into this water area.

Transportation was carried out in boxes with a layer of wet gauze. During transportation, the temperature in the box-containers was maintained at 14–16°C (cooled with ice bottles).

The crayfish were placed in five rows, separated by damp cloth to provide ventilation and prevent injury. The duration of the transportation was 4–5 hours, which minimized the stress impact. During transportation, the physiological state of the individuals was monitored, recording motor activi-

не перевищувала 4–5%. Це дозволило сформувати якісний посадковий матеріал для подальшої інтродукції у ізолювану акваторію природної водойми.

Водоймою-реципієнтом слугувала ізолювана ділянка оз. Кугурлуй площею дзеркала 0,43 га та глибиною до 1,85 м (рис. 2).

Площа мілководдя (до 0,5 м) складала 30% загальної площі водойми. Основні гідрохімічні параметри оз. Кугурлуй практично не відрізнялися від акваторії, у яку вселяли цьоголіток рака (табл. 2).

У травні–червні за температури води 18–22°C в цю акваторію вселили 10 тис. екз. молоді білого дністровського рака, підрощеної до віку 150–160 днів в рециркуляційній аквакультурній системі.

Транспортування здійснювали у ящиках із шаром вологої марлі. У період перевезення в ящиках-контейнерах підтримували температуру 14–16°C (охолоджували пляшками з льодом).

Раків розміщували у п'ять рядів, розділених вологою тканиною для забезпечення вентиляції та запобігання травмування. Тривалість перевезення складала 4–5 год, що мінімізувало стресовий вплив. Під час транспортування здійснювали контроль фізіологічного стану



Fig. 2. General view of the recipient water body (© Sydorak, R.)

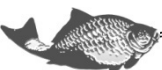


Table 2. Basic physical and chemical parameters of Lake Kugurlui water (average for the growing season, May–September)

Indicators	Meaning
Water t°, °C	1.0–29.7
Ca ²⁺ , mg/dm ³	27–41
Mg ²⁺ , mg/dm ³	12–39
NH ₄ ⁺ , mg/dm ³	0.04–0.32
NO ₂ ⁻ , mg/dm ³	0.001–0.185
NO ₃ ⁻ , mg/dm ³	0.003–0.654
PO ₄ ³⁻ , mg/dm ³	0.004–0.109
BOD ₅ , mgO/dm ³	0.65–6.67
Transparency, m	0.4–1.8

ty, coat color, and reaction to stimulation.

After delivery to the release site, a visual inspection of the juveniles was carried out, dead individuals were selected, checked for mechanical damage, and the general physiological condition was assessed. Mortality during transportation did not exceed 1–2%, which confirms the effectiveness of the applied transportation method and compliance with optimal hydrochemical parameters.

Before release, the crayfish were pre-adapted to the temperature regime of the recipient reservoir. Boxes with juveniles were placed on the coastal area of the lake and within 20–30 minutes, the water temperature in them was gradually brought to the temperature regime of the stocked water body (Fig. 3).

особин, фіксуючи рухову активність, колір покриттів і реакцію на подразники.

Після доставки до місця випуску проводили візуальний огляд молоді, відбирали загиблих особин, перевіряли наявність механічних пошкоджень, оцінювали загальний фізіологічний стан. Загибель під час перевезення не перевищувала 1–2%, що підтверджує ефективність застосованої методики транспортування та дотримання оптимальних гідрохімічних параметрів.

Перед випуском раків попередньо адаптували до температурного режиму водойми-реципієнта. Ящики з молоддю розміщували на прибережній ділянці озера і протягом 20–30 хв поступово доводили температуру води в них до температурного режиму водойми вселення (рис. 3).



Fig. 3. Release of crayfish juveniles into the water body (© Sydorak, R.)



After that, the crayfish juveniles were carefully released into the coastal zone of the reservoir with natural shelters and abundant thickets of macrophytes (represented by *Potamogeton acutifolius*, *P. lucens*, *P. perfoliatu*, *Vallisneria* spp., *Elodea canadensis*, etc.), which contributed to their rapid acclimatization.

The growth dynamics of crayfish juveniles from the natural population (Lake Kugurluy) and obtained using artificial reproduction in the RAS, during 470 days (over 15 months) of cultivation are presented in Fig. 4 and 5.

During the first 90 days of observation, the “natural” (1) juveniles had larger sizes and weights than those obtained under controlled conditions of the RAS (2), but already in the sixth or seventh month of cultivation, the crayfish juveniles obtained in the RAS had a pronounced tendency to more intensive growth and in the spring of the following year their average weight and length were higher than those of the same-age juveniles from Lake Kugurluy (Fig. 4 and 5).

Після цього молодь раків обережно випускали у прибережну зону водойми з природними укриттями та рясними заростями макрофітів (представленими *Potamogeton acutifolius*, *P. lucens*, *P. perfoliatu*, *Vallisneria* spp., *Elodea canadensis* тощо), що сприяло їх швидкій акліматизації.

Динаміка росту молоді рака природної популяції (оз. Кугурлуй) та отриманої за заводською технологією в РАС протягом 470 днів (понад 15 місяців) вирощування представлена на рисунках 4 і 5.

Упродовж перших 90 днів спостереження «природна» (1) молодь мала більші розміри і масу, ніж отримана у контрольованих умовах РАС (2), але вже на шостому–сьомому місяці вирощування молоді раків, отримана в РАС, мала виражену тенденцію до інтенсивнішого росту і навесні наступного року її середня маса і довжина були вищими, ніж однієїкової молоді з оз. Кугурлуй (див. рис. 4 і 5).

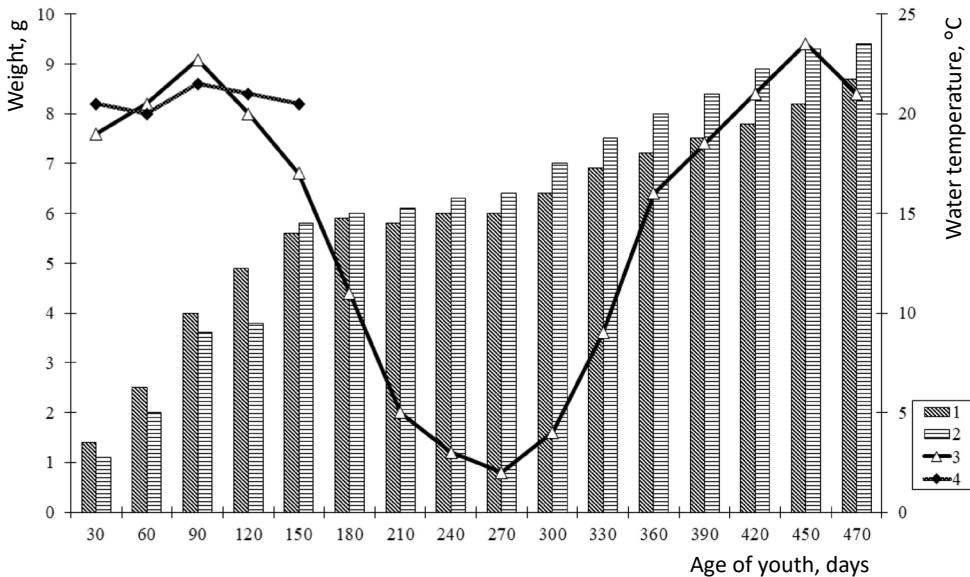
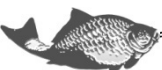


Fig. 4. Dynamics of the weight of white Dniester crayfish juveniles of the natural population (1) and artificially reared in the RAS (2). Water temperature during the growing period in a natural water body (3) and in the RAS (4)



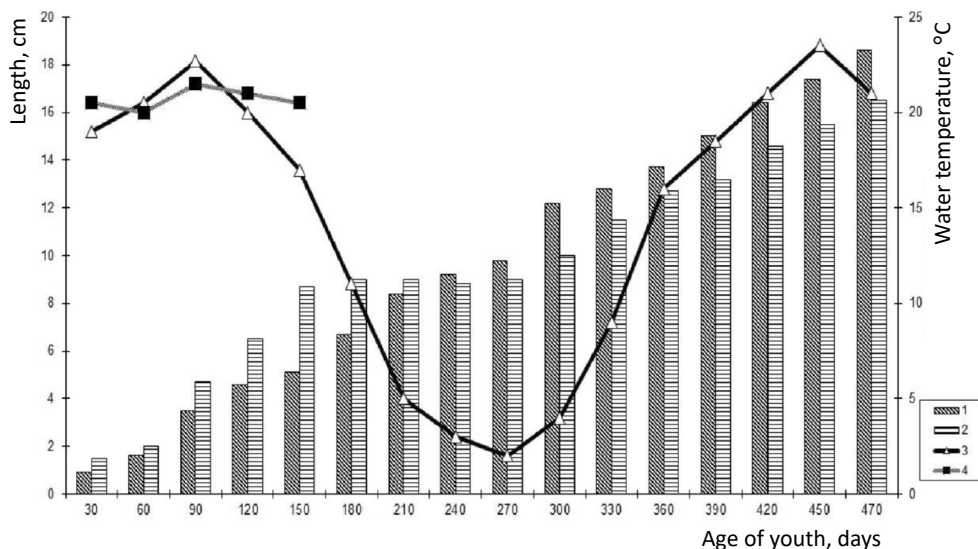


Fig. 5. Dynamics of the length of juvenile white Dniester crayfish of the natural population (1) and artificially grown in the RAS (2). Water temperature during the growing period in a natural water body (3) and in the RAS (4)

The relatively faster linear and weight growth of crayfish juveniles during the period of cultivation in RAS were associated with higher and more stable water temperatures (Fig. 4, 5), optimal hydrochemical environmental conditions, feeding regime and the use of adequate rations in terms of composition.

Perhaps the higher viability of artificial-ly obtained juveniles ensured the establishment of growth potential in early ontogenesis, which occurred in the process of further cultivation. The high viability of artificially obtained and introduced crayfish juveniles into the natural water area can be evidenced by the high percentage of its survival in the winter period, when dead individuals were practically not recorded in the stocked water body, while in Lake Kugurluy dead juveniles were found quite often.

The dependence of the weight growth of white Dniester crayfish juveniles on its linear growth (length) for individuals obtained and grown in RAS to the age of 150 days, and then stocked into a natural water body, is well ($R^2=0.98$) described by the

Порівняно швидший лінійний та ваговий ріст молоді рака в період вирощування в РАС пов'язаний з вищими та стабільнішими показниками температури води (див. рис. 4, 5), оптимальними гідрохімічними умовами середовища, режимом годівлі та використанням адекватних за своїм складом раціонів.

Можливо, вища життєстійкість штучно отриманої молоді забезпечила закладання в ранньому онтогенезі потенціалу росту, який і був реалізований у процесі подальшого вирощування. Про високу життєстійкість штучно отриманої та інтродукованої у природну акваторію молоді рака може свідчити висока частка її виживання у зимовий період, коли загиблі особини у водоймі вселення практично не фіксувалися, в той час як в оз. Кугурлуй загибли молодь знаходили досить часто.

Залежність вагового росту молоді білого дністровського рака від його лінійного росту (довжини) для особин, отриманих і підрощених в РАС до віку 150 днів, а потім інтродукованих у природну во-



equation:

$$W=1.88 L^{0.46},$$

where W is the weight in g, L is the length, mm. (Fig. 6).

For crayfish juveniles from the natural population of Lake Kugurluy, close in age and size (Fig. 7), the weight-length relationship with a high degree of reliability ($R^2=0.974$) was expressed by the equation:

$$W=1.95 L^{0.44}.$$

дойму, добре ($R^2=0,98$) передає рівняння:

$$W=1,88 L^{0,46},$$

де W — маса, г;

L — довжина, мм (рис. 6).

Для молоді рака з природної популяції оз. Кугурлуй, близької за віком та розміром (рис. 7), залежність «маса-довжина» з високим ступенем достовірності ($R^2=0,974$) передається рівнянням:

$$W=1,95 L^{0,44}.$$

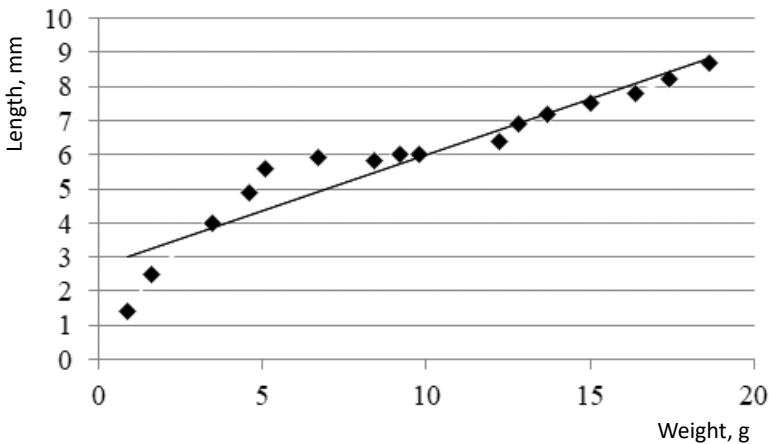


Fig. 6. Weight-length relationship of white Dniester crayfish juveniles artificially obtained and grown in a RAS

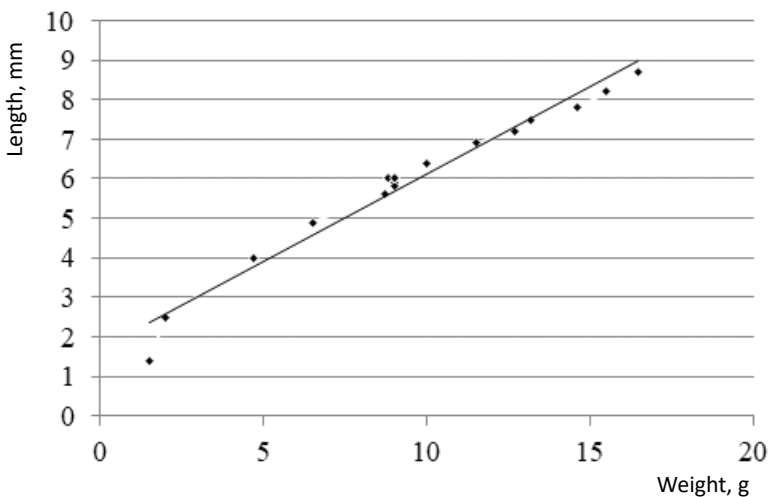


Fig. 7. Weight-length relationship for white Dniester crayfish juveniles of the natural population of Lake Kugurluy close in age



The calculated parameters of growth models for natural and artificial populations of white Dniester crayfish differed slightly (power are less than 5%, and the proportionality coefficient is less than 4%).

In the range of experimental values of the argument, the discrepancy between the models is reduced to 2%, which allows considering the obtained equations practically equivalent.

In both cases, the value of the coefficient, $a < 1$, which means a sublinear dependence, i.e. the weight of crayfish juveniles W grew more slowly than their length L .

Juveniles grown in a recirculating aquaculture system demonstrate slightly faster growth than crayfish juveniles from the natural population of Lake Katlabukh, as evidenced by the calculated parameters of the equations.

Crayfish juveniles obtained under controlled conditions, although they differed in smaller length and weigh at the beginning of cultivation, quickly caught up with crayfish juveniles from the natural water body in terms of these parameters.

In the following period, it fully realized its growth potential and at the end of cultivation, age-1+ crayfish obtained in the RAS had a greater average weight and length than juveniles from the natural population, although the difference was not significant ($P > 0.65$).

Monitoring of the state of the natural population of crayfish in Lake Kugurluy and juveniles introduced into the isolated water area of the lake showed that the density of age-0+ individuals in the isolated water area in August was 1.2 ind./m², and in the lake – 0.1-0.3 ind./m².

The juveniles quickly adapted to the conditions of the recipient water body, showed high activity, demonstrated typical behavioral reactions, primarily the arrangement of burrows – hiding places, which ensured a fairly high survival rate in

Розраховані параметри моделей росту для природної та штучної популяцій білого дністровського рака відрізняються незначно (показники ступеня менш ніж 5%, а коефіцієнт пропорційності — менш ніж на 4%).

У діапазоні експериментальних значень аргументу розбіжність між моделями вбирається у 2%, що дозволяє вважати отримані рівняння практично еквівалентними.

В обох випадках значення коефіцієнта $a < 1$, що означає сублінійну залежність, тобто маса молоді раків (W) зростає повільніше, ніж їх довжина (L).

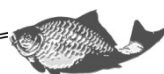
Молодь, вирощена в рециркуляційній аквакультурній системі, демонструє трохи швидший ріст, ніж молодь раків з природної популяції оз. Катлабух, про що свідчать розраховані параметри рівнянь.

Молодь раків, одержана в контрольованих умовах, хоча і відрізнялась меншими показниками довжини та маси на початку вирощування, але досить швидко зрівнялась за цими показниками з молоддю рака з природної водойми.

У наступний період вона повністю реалізувала потенціал росту і наприкінці вирощування дволітки рака, отримані в РАС, мали більшу середню масу та довжину, ніж молодь із природної популяції, хоча відмінність була недостовірною ($P > 0,65$).

Моніторинг стану природної популяції рака в оз. Кугурлуй та молоді, інтродукованої в ізольовану акваторію озера, показав, що щільність однорічок в ізольованій акваторії в серпні складала 1,2 екз./м², а в озері — 0,1–0,3 екз./м².

Молодь швидко адаптувалась до умов водойми вселення, проявляла високу активність, демонструвала типові поведінкові реакції, в першу чергу, облаштування нір-схованок, що забезпечило досить високе її виживання у



the recipient water body. A month after release, the survival rate of crayfish juveniles in the isolated water area was 60-65%, and it was 45-50% for age-1+ individuals at the end of the experiment.

The ability of the juveniles to quickly switch to feeding on a natural food supply, which was recorded during the experiment, is also important. This is what ensured the high growth and survival rates.

Thus, the release of white Dniester crayfish juveniles obtained in artificial conditions and grown to a viable stage, confirmed the effectiveness of this technology for restoring natural populations in the waters of the Danube region, in particular in the Danube lakes, the Dniester and Kuchurgan estuaries.

The results obtained allow us concluding that the combination of artificial cultivation with subsequent controlled stocking into natural water areas is a promising direction for the restoration of populations of the white Dniester crayfish.

Such a strategy ensures not only an increase in the abundance of the species, but also an increase in its adaptive potential, contributing to the stabilization of the ecosystems of the Danube lakes, the Dniester and Kuchurhan estuaries.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

The results of the conducted study confirmed the high efficiency of artificial reproduction of white Dniester crayfish as an effective tool for preserving and restoring its natural populations in the Danube lakes, the Dniester and Kuchurgan estuaries.

The use of RAS ensured the production of viable crayfish seeds with a survival rate of 65-75%. Such conditions allow maintaining stable hydrochemical parameters,

водоймі вселення. Через місяць після випуску рівень виживаності молоді в ізольованій акваторії склав 60-65%, а для дволіток наприкінці експерименту — 45-50%.

Важливою є також здатність до швидкого переходу молоді на живлення природною кормовою базою, яку зафіксували в ході експерименту. Саме це, забезпечило високий темп росту та відсоток виживання.

Таким чином, випуск молоді білого дністровського рака, отриманої в заводських умовах і підрощеної до життєстійкої стадії, підтвердив ефективність цієї технології для відновлення природних популяцій у водоймах Придунайського регіону, зокрема в Придунайських озерах, Дністровському та Кучурганському лиманах.

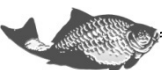
Отримані результати дозволяють зробити висновок, що поєднання заводського вирощування із подальшим контрольованим вселенням у природні акваторії є перспективним напрямом відновлення популяцій білого дністровського рака.

Така стратегія забезпечує не лише збільшення чисельності виду, а й підвищення його адаптаційного потенціалу, сприяючи стабілізації екосистем Придунайських озер, Дністровського та Кучурганського лиманів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Результати проведених досліджень підтвердили високу ефективність заводського вирощування білого дністровського рака як дієвого інструменту збереження та відновлення його природних популяцій у Придунайських озерах, Дністровському та Кучурганському лиманах.

Використання РАС забезпечило отримання життєздатного посадкового матеріалу з рівнем виживаності 65-



controlling water quality, temperature, oxygen level and concentration of nitrogen compounds, which directly affects the growth, development and health of the grown juveniles.

Stocking 10 thousand specimens of grown crayfish into an isolated water area of Lake Kugurluy (area 0.43 ha) in May–June at a water temperature of 18–22°C demonstrated the high adaptive capacity of individuals to natural conditions. Compliance with biotechnological requirements for transportation ensured minimal stress and a high survival rate of crayfish during acclimatization.

Monitoring the state of artificially formed and natural populations of white Dniester crayfish showed that juveniles obtained and grown in artificial conditions (in RAS) had a higher growth potential, which they realized in the second half of cultivation. The survival of age-1+ individuals in an artificially formed population at the end of the experiment was 45–50%.

The calculated parameters of the growth models for the natural and artificial populations of the Dniester white crayfish differed slightly, but the artificially obtained juveniles demonstrated faster growth than the crayfish juveniles from the natural population of Lake Katlabukh.

The results obtained indicate the ecological feasibility of rehabilitating natural water bodies in southern Ukraine by combining the technology of artificial reproduction of crayfish with measures to stock the obtained juveniles into them.

Thus, the introduction of technologies for growing white Dniester crayfish in the regulated water supply system can become the basis for creating full-fledged regional programs for compensatory reproduction. This will reduce human impact on natural populations, ensure stable recovery of the species' stocks, and at the same time promote the development of commercial aquaculture within the natural range of the

75%. Такі умови дозволяють підтримувати стабільні гідрохімічні параметри, контролювати якість води, температуру, рівень кисню й концентрацію азотних сполук, що безпосередньо впливає на ріст, розвиток і здоров'я підрощеної молоді.

Вселення 10 тис. екз. підрощених раків в ізолювану акваторію оз. Кугурлуй (площа 0,43 га) у травні–червні, за температури води 18–22°C, продемонструвало високу адаптаційну здатність особин до природних умов. Дотримання біотехнологічних вимог щодо транспортування забезпечило мінімальний рівень стресу та високу частку виживання раків під час акліматизації.

Моніторинг стану штучно сформованої і природної популяції білого дністровського рака показав, що молодь, отримана і підрощена у штучних умовах (у РАС) мала вищий потенціал росту, який вона реалізувала у другій половині періоду вирощування. Виживання дволіток у штучно сформованій популяції наприкінці експерименту складало 45–50%.

Розраховані параметри моделей росту для природної та штучної популяції білого дністровського рака відрізнялись незначно, але штучно отримана молодь демонструвала швидший ріст, ніж молодь раків з природної популяції оз. Катлабух.

Одержані результати свідчать про екологічну доцільність реабілітації природних водойм півдня України шляхом поєднання технології штучного відтворення рака із заходами з інтродукції в них отриманої молоді.

Таким чином, впровадження заводських технологій вирощування білого дністровського рака в системі регульованого водопостачання може стати основою для створення повноцінних регіональних програм компенсаційного відтворення. Це дозволить зменшити



white Dniester crayfish.

Further studies should be aimed at improving artificial cultivation technologies, optimizing transportation and release methods, long-term monitoring of the dynamics of artificially formed populations, and integrating genetic and economic aspects into compensatory breeding programs.

антропогенний тиск на природні популяції, забезпечити стабільне відновлення запасів виду та водночас сприяти розвитку комерційної аквакультури у межах природного ареалу білого дністровського рака.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення технологій заводського вирощування, оптимізацію методів транспортування і випуску, довгострокового моніторингу динаміки штучно сформованих популяцій, а також інтеграцію генетичних та економічних аспектів у програми компенсаційного відтворення. Отримані результати можуть стати основою для розроблення й упровадження регіональних стратегій збереження та відновлення водних біоресурсів у Придунайських озерах, Дністровському та Кучурганському лиманам.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Viktor Ivanovich Kilian, director of the Novo-Nekrasivskyi Fishery and Agricultural Multi-Profile Cooperative, for the opportunity to conduct an experiment on crayfish cultivation in Lake Kugurluy, and for all-round assistance in conducting the study.

ПОДЯКА

Автори вдячні директору рибоаграрного багатопрофільного кооперативу «Ново-Некрасівський» Віктору Івановичу Кіліяну за надану можливість проведення експерименту з вирощування раків в оз. Кугурлуй та всебічну допомогу при проведенні досліджень.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in this paper.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори стверджують, що у цій роботі конфлікт інтересів відсутній.

SOURCES OF FUNDING

The work was carried out within the framework of the research work of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of Odessa National University named after I. I. Mechnikov.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

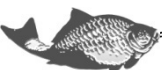
Робота виконана в межах науково-дослідної роботи кафедри водних біоресурсів та аквакультури Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.

REFERENCES

1. Shekk, P. V., & Sydorak, R. V. (2024). Sучасnyi stan pryrodnoi populiatsii biloho dnistrovskoho raka (*Pontastacus eich-*

ЛІТЕРАТУРА

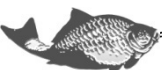
1. Шекк П. В., Сидорак Р. В. Сучасний стан природної популяції білого дністровського рака (*Pontastacus*



- waldi bessarabicus* Brodsky, 1967) v Dnistrovskomu lymani. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3(69), 4–18. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004>.
2. Manenti, Raoul, Barzaghi, Benedetta, Nesi, Alessandro, Cioccarelli, Sara, Villa, Mauro, & Ficetola, Gentile Francesco. (2021). Not Only Environmental Conditions but Also Human Awareness Matters: A Successful Post-Crayfish Plague Reintroduction of the White-Clawed Crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in Northern Italy. *Frontiers in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.621613>.
 3. Nakaz Minahropolityky Ukrainy № 622 vid 26.08.2022 «Pro zatverdzhennia Poriadku sztuchnoho rozvedennia (vidtvorennia), vyroshchuvannia vodnykh bioresursiv ta yikh vykorystannia». zakon.rada.gov.ua. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1245-22#Text>.
 4. Sydorak, R. V. (2025). Biotekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia posadkovoho materialu biloho dnistrovskoho raka *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* v umovakh UZV. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 3(73), 128–145. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.128>.
 5. Fedorovych, Ye. I., Muzhenko, A. V., Sliusar, M. V., & Kovalchuk, I. I. (2022). Zv'язok khimichnykh ta fizychnykh pokaznykiv vody z morfolohichnymy oznakamy rakiv riznykh vydiv. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 4(47), 165–170. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28>.
 6. Brodskiy, S. Ya. (1962). Syrovynni zapasy richkovykh rakiv u pryduнайskykh ozerakh Kytai i Katlabukh i perspektyva rozvytku rachnoho promyslu v ponyzzi Dunaiu. *Nauk. pratsi UkrNDI ryb. hosp-va*, 14, 99–107.
 7. Brodskiy, S. Ya. (1981). *Fauna Ukrainy. Vyshchi raky. Richkovi raky*. Kyiv: Naukova dumka. (Vol. 26, iss. 3).
 8. *eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) в Дністровському лимані // Рибогосподарська наук України. 2024. № 3(69). С. 4—18. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004>.
 2. Not Only Environmental Conditions but Also Human Awareness Matters: A Successful Post-Crayfish Plague Reintroduction of the White-Clawed Crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in Northern Italy / Manenti Raoul et al. // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2021. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.621613>.
 3. Наказ Мінагрополітики України № 622 від 26.08.2022 «Про затвердження Порядку штучного розведення (відтворення), вирощування водних біоресурсів та їх використання». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1245-22#Text> (дата звернення : 03.01.2026).
 4. Сидорак Р. В. Біотехнологічні аспекти вирощування посадкового матеріалу білого дністровського рака *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* в умовах УЗВ // Рибогосподарська наука України. 2025. № 3(73). С. 128—145. <https://doi.org/10.61976/fsu2025.03.128>.
 5. Зв'язок хімічних та фізичних показників води з морфологічними ознаками раків різних видів / Федорович Є. І. та ін. // Вісник Сумського національного аграрного університету. 2022. № 4(47). С. 165—170. <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28>.
 6. Бродський С. Я. Сировинні запаси річкових раків у придунайських озерах Китаю і Катлабух і перспектива розвитку рачного промислу в пониззі Дунаю // *Наук. праці УкрНДІ рыб. госп-ва*. 1962. № 14. С. 99—107.
 7. Бродський С. Я. Фауна України. Вищі раки. Річкові раки. Київ : Наукова думка, 1981. Т. 26, вип. 3. 212 с.
 8. Шекк П. В., Бургаз М. І. Аквакультура прісноводних і морських риб,



8. Shekk, P. V., & Burhaz, M. I. (2023). *Akvakultura prysnovodnykh i morskyykh ryb, moliuskiv i bezkhrebetnykh (vidtvorennia i vyroshchuvannia, svitovyi dosvid): navchalnyi posibnyk. Part 2.* Odesa: Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet.
9. Ishchuk, O. V., Svitelskyi, M. M., Matkovska, S. I., Sliusar, M. V., & Kovalchuk, I. I. (2024). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku akvakultury rakopodibnykh. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychyykh nauk*, 7, 18–24. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.2>.
10. Brodskyi, S. Ya. (1975). Sytuatsiia z rakamy v Ukraini. *Prysnovodni raky*, 2(1), 27–29. <https://doi.org/10.5869/fc.1975.v2.027>.
11. Harsiia, S. M., Kertis, A. N., Khartman, Dzh. Kh., Reinkhofer, Dzh. P., Soiier, E. K., & Larson E. R. (2024). Chy vplyvaie lnyiannia rakiv na vyavlennia DNK u navkolyshnomu seredovyschi? *Prysnovodni raky*, 29(1), 37–47. <https://doi.org/10.5869/fc.2024.v29-1.37>.
12. Figiel, Jr. C. R. (2016). Crayfish population genetic studies: assessment and trends. *Freshwater Crayfish*, 22(1), 19–42. <https://doi.org/10.5869/fc.2016.v22-1.19>.
13. Ramalho, R. O., & McClain, W. R. (2011). Capture rate and crayfish movements among experimental crayfish production ponds. *Freshwater Crayfish*, 18(1), 7–11. <https://doi.org/10.5869/fc.2011.v18.7>.
14. Horwitz, P. (2010). The conservation status of freshwater crayfish: The basis for concern, listing and recovery processes, and community involvement. *Freshwater Crayfish*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.5869/fc.2010.v17.1>.
15. Cukerzis, J. M. (1978). On acclimatization of *Pacifastacus leniusculus* Dana in an isolated lake. *Freshwater Crayfish*, 4(1), 445–450. <https://doi.org/10.5869/fc.1978.v4.445>.
16. Shekk, P. V., & Burhaz, M. I. (2023). *Аквакультура прісноводних (відтворення і вирощування, світовий досвід) :навчальний посібник. Ч. 2.* Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2023.
9. Сучасний стан та тенденції розвитку аквакультури ракоподібних / Іщук О. В. та ін. // Український журнал природничих наук. 2024. № 7. С. 18—24. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.2>.
10. Brodsky S. Ya. The crayfish situation in Ukraine // *Freshwater Crayfish*. 1975. Vol. 2(1). P. 27—29. <https://doi.org/10.5869/fc.1975.v2.027>.
11. Does crayfish molting affect environmental DNA detectability? / García S. M. et al. // *Freshwater Crayfish*. 2024. Vol. 29(1). P. 37—47. <https://doi.org/10.5869/fc.2024.v29-1.37>.
12. Figiel Jr. C. R. Crayfish population genetic studies: assessment and trends // *Freshwater Crayfish*. 2016. Vol. 22(1). P. 19—42. <https://doi.org/10.5869/fc.2016.v22-1.19>.
13. Ramalho R. O., McClain W. R. Capture rate and crayfish movements among experimental crayfish production ponds // *Freshwater Crayfish*. 2011. Vol. 18(1). P. 7—11. <https://doi.org/10.5869/fc.2011.v18.7>.
14. Horwitz P. The conservation status of freshwater crayfish: The basis for concern, listing and recovery processes, and community involvement // *Freshwater Crayfish*. 2010. Vol. 17(1). P. 1—12. <https://doi.org/10.5869/fc.2010.v17.1>.
15. Cukerzis J. M. On acclimatization of *Pacifastacus leniusculus* Dana in an isolated lake // *Freshwater Crayfish*. 1978. Vol. 4(1). P. 445—450. <https://doi.org/10.5869/fc.1978.v4.445>.
16. Cukerzis J. M., Sheshtokas J., Terentyev A. L. Method for accelerated artificial breeding of crayfish juveniles // *Freshwater Crayfish*. 1978. Vol. 4(1). P. 451—458. <https://doi.org/10.5869/fc.1978.v4.445>.



16. Cukerzis, J. M., Sheshtokas, J., & Terentyev, A. L. (1978). Method for accelerated artificial breeding of crayfish juveniles. *Freshwater Crayfish*, 4(1), 451–458. <https://doi.org/10.5869/fc.1978.v4.451>.
17. Sydorak, R. V. (2024). Biologhiia ta kultyvuvannia prysnovodnykh rakiv (Astacoidea) v Ukraini i sviti. Tematychnyi perelik naukovykh publikatsii (2019–2024 rr.). *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2(68), 164–185. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.02>.
18. Sydorak, R. V., & Burhaz, M. I. (2024). Introduktsiia, aklimatyzatsiia ta kultyvuvannia richkovykh rakiv. *Urgent tasks of society in modernizing agricultural sciences and food: International scientific conference: proceed.* Riga, Latvia: Baltija Publishing, 24–26. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-476-4-6>.
19. Sydorak, R. V., & Lichna, A. I. (2025). Efektyvnist zavodskoho vyroshchuvannia u vidnovlenni pryrodnykh zapasiv richkovykh rakiv. *The Impact of the War in Ukraine on Agriculture, Forestry, Fisheries, and Veterinary Medicine: International scientific conference, October 29–30, 2025, Riga, the Republic of Latvia: proceed.* Riga, Latvia: Baltija Publishing, 69–71. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-626-3-18>.
- fc.1978.v4.451.
17. Сидорак Р. В. Біологія та культивування прісноводних раків (Astacoidea) в Україні і світі. Тематичний перелік наукових публікацій (2019–2024 рр.) // Рибогосподарська наука України. 2024. № 2(68). С. 164—185. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.02>.
18. Сидорак Р. В., Бургаз М. І. Інтродукція, акліматизація та культивування річкових раків // Urgent tasks of society in modernizing agricultural sciences and food : International scientific conference : proceed. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. Р. 24—26. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-476-4-6>.
19. Сидорак Р. В., Лічна А. І. Ефективність заводського вирощування у відновленні природних запасів річкових раків // The Impact of the War in Ukraine on Agriculture, Forestry, Fisheries, and Veterinary Medicine : International scientific conference, October 29–30, 2025, Riga, the Republic of Latvia : proceed. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. Р. 69—71. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-626-3-18>.

