

BIORESOURCES AND ECOLOGY OF WATER BODIES / БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

Ribogospod. nauka Ukr., 2024; 3(69): 4-18
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004>
UDC 595.3(282.247.314)

Received: 02.07.2024
Received in revised form: 16.08.2024
Accepted: 03.09.2024

THE CURRENT STATE OF THE NATURAL POPULATION OF THE WHITE DNIESTER CRAYFISH (*PONTASTACUS EICHWALDI* *BESSARABICUS* BRODSKY, 1967) IN THE DNIESTER ESTUARY

P. Shekk, shekk@ukr.net, I. I. Mechnikov
Odesa National University, Odesa
R. Sydorak, fireflyrvs@gmail.com,
Institute of Fisheries of the NAAS, Kyiv

Purpose. To carry out a retrospective analysis of changes in the state of the white Dniester crayfish population (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) in the Dniester estuary. To provide a description of its abundance and range in this water body. To analyze changes in the main biological characteristics of this species at the population level in the estuary.

Methodology. The material for the study was collected from the catches of commercial fishing gear during the crayfish fishery in the Dniester estuary in the period from 2017 to 2021. A complete biological analysis of the obtained material was carried out in the laboratory of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of the Odessa State Ecological University (OSEU). The total length of crayfish, their weight, absolute and working fecundity of females, egg diameter, size and weight characteristics of larvae and juveniles were determined. The feeding of crayfish in ontogeny was studied. To assess the reproductive capacity of the crayfish population in the Dniester estuary, we used the coefficient of fecundity preservation K_i calculated on the basis of the obtained data. Statistical data processing was carried out using MS Excel spreadsheets.

Findings. In 1950–2021, the range of the population of the Dniester white crayfish in the Dniester estuary decreased from 13 to 7–8 thou-

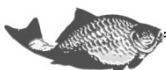
СУЧАСНИЙ СТАН ПРИРОДНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БІЛОГО ДНІСТРОВСЬКОГО РАКА (*PONTASTACUS EICHWALDI* *BESSARABICUS* BRODSKY, 1967) В ДНІСТРОВСЬКОМУ ЛИМАНІ

П. В. Шекк, shekk@ukr.net, Одеський
національний університет ім. І. І.
Мечникова, м. Одеса
Р. В. Сидорак, fireflyrvs@gmail.com,
Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Здійснити ретроспективний аналіз змін стану популяції білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) у Дністровському лимані. Надати характеристику його чисельності та ареалу розповсюдження в цьому водному об'єкті. Провести аналіз змін основних біологічних характеристик цього виду на рівні популяції в лимані.

Методика. Матеріал для дослідження відбирали з уловів промислових знарядь лову в період промислу рака в Дністровському лимані з 2017 по 2021 рр. Повний біологічний аналіз отриманого матеріалу проводили в лабораторії кафедри водних біоресурсів та аквакультури Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ). Визначали загальну довжину раків, їхню масу, абсолютну та робочу плодючість самиць, діаметр яйцеклітин, розмірно-вагові характеристики личинок та молоді. Досліджували живлення раків в онтогенезі. Для оцінки відтворювальної здатності популяції рака в Дністровському лимані використовували коефіцієнт збереження плодючості K_i , розрахований на основі отриманих даних. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою електронних таблиць «MS Excel».

Результати. У 1950–2021 рр. площа розповсюдження популяції білого дністровського



sand hectares, and its total stock — up to 200 ± 50 thousand individuals. At the same time, the average density of this crayfish was 17–18 ind. per hectare of the estuary. In recent years, more than 60% of the water area, in which the population of white Dniester crayfish is found in the estuary, is located within the Lower Dniester National Nature Park. In addition, the size and weight of crayfish in the estuary have decreased in recent years. For example, in the 1960s and 1970s, up to 40–45% of individuals were characterized by a length of 13.5–16.5 cm. In 2017, the modal group consisted of individuals with a length of 9–9.5 cm, and in 2019–2021 — 9.6–10.0 cm. The maximum size of crayfish in 2019–2021 was 14.5–15.0 cm (19–20 cm in 1960–1970s). The reproductive capacity of the population also deteriorated. Absolute and working fecundity decreased. The K_i coefficient for the population of this species in the Dniester estuary in 2017–2018 was 0.63, and in 2020–2021 it was 0.53. This indicates a progressive decrease in the abundance of its population.

Originality. For the first time in the last 25–30 years, an assessment of the current state of the Dniester white crayfish population is given. The analysis of the available data indicates the progressive degradation of the population. A decrease in the range of distribution of this species in the estuary, a decrease in its size, the share of females in the population, and indicators of their fecundity were recorded. A decrease in the coefficient of preservation of fecundity K_i indicates a depressed state of the Dniester white crayfish population in the estuary, which threatens its further degradation. In recent years, catches of white Dniester crayfish in the Dniester estuary have decreased significantly. For example, the catch per fyke net does not exceed 1.0–2.0 kg, and the share of individuals of non-commercial size (up to 10 cm) has increased significantly.

Practical Value. The research results allowed: providing an ecological and biological characterization of the state of the Dniester white crayfish population in the Dniester estuary; characterizing changes in the abundance and spatial distribution of crayfish in this water body; highlighting the peculiarities of its biology; determining the strategy of restoration and rational use of the natural population of crayfish, becoming an opportunity during the development of effective methods of its artificial reproduction.

Keywords: Dniester estuary, white Dniester crayfish, population status, abundance, spatial distribution, growth, fecundity, nutrition.

рока в Дністровському лимані зменшилась з 13 до 7–8 тис. га, а його загальний запас — до 200 ± 50 тис. особин. Водночас, середня щільність цього рака становила 17–18 екз. на гектар лиману. Останніми роками понад 60% акваторії, на якій зустрічається популяція білого дністровського рака в лимані, розташована в межах Нижньодністровського національного природного парку. Крім того, упродовж останніх років зменшились розміри і маса раків у лимані. Так, у 1960–1970-х рр. до 40–45% особин характеризувались довжиною 13,5–16,5 см. У 2017 р. модальну групу склали особи довжиною 9,0–9,5 см, а в 2019–2021 рр. — 9,6–10,0 см. Максимальні розміри раків у 2019–2021 рр. склали 14,5–15,0 см (у 1960–1970-х рр. — 19–20 см). Погіршилась і відтворювальна здатність популяції. Зменшились абсолютна та робоча плодючість. Коефіцієнт K_i для популяції цього виду в Дністровському лимані в 2017–2018 рр. становив 0,63, а в 2020–2021 рр. — 0,53. Це вказує на прогресуюче зменшення чисельності популяції.

Наукова новизна. Вперше за останні 25–30 років дано оцінку сучасного стану популяції білого дністровського рака. Аналіз наявних даних свідчить про її прогресуючу деградацію. Зафіксовано скорочення ареалу розповсюдження цього виду в лимані, зменшення його розмірів, частки самиць в популяції, показників їх плодючості. Зменшення коефіцієнта збереження плодючості K_i свідчить про депресивний стан популяції білого дністровського рака в лимані, що загрожує подальшою її деградацією. Останніми роками улови білого дністровського рака в Дністровському лимані значно зменшились. Наприклад, вилов на ятір не перевищує 1,0–2,0 кг, а частка особин непромислового розміру (до 10 см) суттєво зросла.

Практична значимість. Результати досліджень дозволили: надати еколого-біологічну характеристику стану популяції білого дністровського рака у Дністровському лимані; охарактеризувати зміни чисельності та просторового розподілу раків у цьому водному об'єкті; висвітлити особливості їхньої біології; уможливити визначення стратегії відновлення та раціонального використання природної популяції рака, стати в нагоді під час розробки ефективних методів його штучного відтворення.

Ключові слова: Дністровський лиман, білий дністровський рак, стан популяції, чисельність, просторовий розподіл, ріст, плодючість, живлення.



PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

White Dniester crayfish is common in the Dniester and Kuchurgan estuaries and the Danube lakes located in the Odesa region of Ukraine. Taxonomically, it belongs to the family *Astacidae* (Latreille, 1802–1803), genus *Pontastacus*, species *Pontastacus eichwaldi* (Bott, 1950), subspecies white Dniester crayfish — *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* [1].

White Dniester crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) is found in brackish and fresh water bodies at depths of up to 10 m. It prefers sandy, clay and sandy-silty soils. Life activity of this species occurs in the range of water temperatures from 1°C to 29°C. However, the temperature optimum for it is in the range of 18–22°C. The level of oxygen saturation of the water significantly affects the vital activity of the white Dniester crayfish. So, at a temperature of 20–22°C, the critical concentration of oxygen in water is 2.8–3.1 mg/dm³, and the threshold is 1.8–2.0 mg/dm³.

White Dniester crayfish is a valuable object of fishing and aquaculture. At the end of the 19th century, according to A. A. Browner, the annual catch of Dniester white crayfish in the Dniester estuary reached 7.5 million individuals [2]. This estimate of the abundance of this species in the estuary was confirmed in 1955, when 10.3 million individuals (390.5–399.0 tons) were caught in one year [3].

Until the middle of the 20th century, the population of white Dniester crayfish in the northern part of the Dniester estuary occupied a water area of approximately 12–13 thousand ha. Its largest concentrations were located in the coastal zone near the villages of Chervona Kosa, Mologa, Chairy and Kalogleya.

In 1945–1960, 3.8–4.8 million individ-

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

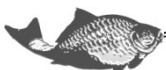
У Дністровському і Кучурганському лиманах та Придунайських озерах, розташованих в Одеській області України, поширений білий дністровський рак. Таксономічно він належить до родини *Astacidae* (Latreille, 1802–1803), роду — *Pontastacus*, виду — *Pontastacus eichwaldi* (Bott, 1950), підвиду — рак білий дністровський — *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* [1].

Білий дністровський рак зустрічається в солонуватих і прісних водоймах на глибинах до 10 м. Він віддає перевагу піщаним, глинистим і піщано-мулистим ґрунтам. Життєдіяльність цього виду відбувається в діапазоні температур води від 1 до 29°C. Втім, температурний оптимум для нього перебуває в межах 18–22°C. Рівень насичення киснем води істотно впливає на життєдіяльність білого дністровського рака. Так, за температури 20–22°C критичною є концентрація кисню у воді на рівні 2,8–3,1, а пороговою — 1,8–2,0 мг/дм³.

Білий дністровський рак є цінним об'єктом промислу та аквакультури. Наприкінці XIX ст., за оцінкою А. А. Браунера, щорічний вилов білого дністровського рака (*P. eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) у Дністровському лимані сягав 7,5 млн особин [2]. Така оцінка чисельності цього виду у лимані підтвердилась у 1955 р., коли за рік було виловлено 10,3 млн екз. (3905–3990 ц) [3].

До середини XX ст. популяція білого дністровського рака у північній частині Дністровського лиману охоплювала акваторію приблизно 12–13 тис. га. Найбільші його скупчення знаходились в прибережній зоні на ділянці сіл Червона Коса, Молога, Чаїри та Калоглея.

У 1945–1960 рр. у Дністровському лимані щорічно видобували 3,8–4,8 млн



uals of white Dniester crayfish were harvested annually in the Dniester estuary, in 1961–1962 — 3.76 million. In 1964–1970, as a result of intensive fishing, the yield of this species decreased by 7.5–8 times and averaged 610,000 specimens per year [3].

The total abundance of white Dniester crayfish in the Dniester estuary in 1976–1980 was estimated to be 2.3–3.7 million individuals. In 1981, up to 95% of the population of this species died as a result of an epidemic of rust-spotted disease or septocylindrosis (the causative agent is *Mycosis astacorum*). Accordingly, its abundance decreased to 170–200 thousand individuals. Over the next 40 years, the population of this species was unable to recover.

The catastrophic decrease in the natural population of white Dniester crayfish in the Dniester estuary did not occur suddenly, but was formed gradually. The outbreak of rusty-spotted crayfish disease is a logical point in the general tragedy of the degradation of the Dniester ecosystem. Even at the beginning of the last century, the Dniester estuary complex was a highly productive natural, self-regulating ecosystem, the constant renewal of water masses due to river flow and water exchange with the sea played a decisive role in its development and functioning [4].

White Dniester crayfish is a unique indicator of the ecological state of water bodies. As a result of regulation of the river flow (construction of Dubossary and Novodnistrovsk HPPs), the water exchange of the estuary decreased. Man-made pollution with industrial, agricultural, and household effluents has led to the accumulation of toxic substances, heavy metals, phenols, compounds of nitrogen, phosphorus, silicon, etc. in the estuary. Ecosystem eutrophication has increased [4–6]. In 1969–1970, the construction of a shipping channel from the Tsaregrad estuary to the Belgorod-Dniester port contrib-

особин білого дністровського рака, у 1961–1962 рр. — 3,76 млн. У 1964–1970 рр., в результаті інтенсивного промислу, вилов цього виду скоротився в 7,5–8,0 раза і в середньому складав 610 тис. екз. на рік [3].

Загальна чисельність білого дністровського рака у Дністровському лимані у 1976–1980 рр. оцінювалася на рівні 2,3–3,7 млн особин. У 1981 р., внаслідок епідемії іржаво-плямистої хвороби, або септоциліндрозу (збудник — *Mycosis astacorum*), загинуло до 95% популяції цього виду. Відповідно, його чисельність скоротилася до 170–200 тис. особин. За наступні 40 років популяція цього виду так і не змогла відновитися.

Катастрофічне зменшення природної популяції білого дністровського рака в Дністровському лимані не виникло раптово, а формувалось поступово. Спалах іржаво-плямистого захворювання раків є логічною крапкою в загальній трагедії деградації екосистеми Дністра. Ще на початку минулого століття Дністровський лимано-гірловий комплекс являв собою високопродуктивну природну саморегульовану екосистему, вирішальну роль у становленні і функціонуванні якої відіграло постійне оновлення водних мас за рахунок річкового стоку і водообміну з морем [4].

Білий дністровський рак є своєрідним індикатором екологічного стану водойм. У результаті зарегулювання річкового стоку (будівництво Дубосарської та Новодністровської ГЕС) скоротився водообмін лиману. Техногенне забруднення промисловими, сільськогосподарськими та господарчо-побутовими стоками призвело до акумуляції в лимані токсичних речовин, важких металів, фенолів, сполук азоту, фосфору, кремнію тощо. Зросла евтрофікація екосистеми [4–6]. Будівництво у 1969–1970 рр. судноплавного каналу від



uted to the general salinization of the reservoir and the reduction of the distribution range of crayfish.

The results of studies on white Dniester crayfish in the previous period are presented in a number of scientific works [7–11]. Materials from the latter provide insight into the peculiarities of its biology during the times of the greatest productivity of the Dniester population.

The data presented in the above-mentioned studies indicate relatively early maturation of white Dniester crayfish in the estuary, high working and absolute fecundity, size characteristics of eggs, larvae and juveniles.

The available results of long-term studies (from 1960 to 1980) give an idea of the sex ratio of individuals in the population, the terms of mating and hatching of larvae, characterize the growth dynamics of larvae, juveniles and adult crayfish. Within the scope of these studies, the area of the Dniester estuary was determined, where the mass “spawning” of white crayfish took place — the coastal water area near the Ganzia area.

Special attention was paid to the study of the survival of the white Dniester crayfish at all stages of ontogenesis, the terms and duration of the development of melts.

A separate block of studies was devoted to the peculiarities of feeding of white Dniester crayfish in the estuary. In particular, detailed characteristics of the composition and number of rations of individuals of different age groups in the seasonal aspect are presented.

Unfortunately, all these rather detailed studies refer to the period of the greatest known productivity of the Dniester white crayfish population in the Dniester estuary. After 1981, systematic studies were curtailed, and in the following period publications on this issue were extremely limited and fragmentary.

Цареградського гирла до Білгород-Дністровського порту сприяло загальному осолоненню водойми і скороченню ареалу розповсюдження раків.

Результати досліджень білого дністровського рака в попередній період представлені в низці наукових робіт [7–11]. Матеріали з останніх надають уявлення щодо особливостей його біології за часів найвищої продуктивності дністровської популяції.

Представлені у вищезгаданих дослідженнях дані свідчать про відносно раннє статеве дозрівання білого дністровського рака в лимані, високі робочу та абсолютну плодючість, розмірні характеристики яєць, личинок та молоді.

Наявні результати багаторічних досліджень (з 1960 по 1980 рр.) дають уявлення про статеве співвідношення особин в популяції, строки спарювання та вилуплення личинок, характеризують динаміку росту личинок, молоді та дорослих раків. В межах цих досліджень було визначено ділянку Дністровського лиману, де саме відбувався масовий «нерест» білого рака — прибережна акваторія поблизу урочища Ганзя.

Особливу увагу в них було приділено вивченню виживання білого дністровського рака на всіх етапах онтогенезу, термінам та тривалості розвитку льоньок.

Окремий блок досліджень було присвячено особливостям живлення білого дністровського рака в лимані. Зокрема, представлені докладні характеристики складу та величини раціонів особин різних вікових груп у сезонному аспекті.

На жаль, всі ці дослідження відносяться до періоду найвищої відомої продуктивності популяції білого дністровського рака в Дністровському лимані. Після 1981 р. системні дослідження були згорнуті й у наступний період публікації з цього питання були вкрай обмежені та фрагментарні.



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

At the beginning of the 20th century, the annual export of crayfish from Ukraine reached 2 thousand tons. From 50 to 80% of the export of this delicacy fell to the Dniester estuary and the Danube lakes of Odesa region. As a result of rust-spotted disease (septyocylindrosis), the population size of white Dniester crayfish in 1981 was significantly reduced.

In the 1950s and 1980s, great attention was paid to the study of the state of the Dniester crayfish population. After the mass death of individuals in the estuary in 1981, systematic studies of this object practically stopped. Available information regarding: the current state of the Dniester white crayfish population, its size-age and sex composition, abundance, productive potential, growth and grazing conditions is extremely insufficient.

The purpose of the work is to study the current state and peculiarities of the biology of the Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus*) population from the Dniester estuary. The importance of the presented study lies primarily in the fact that the obtained results will allow determining a strategy for the restoration and rational use of the natural population of the Dniester white crayfish. In addition, the opportunity to use the work gained during the development of modern methods of artificial reproduction of this highly valuable species is of practical importance.

MATERIALS AND METHODS

Materials for the study were collected from the catches of commercial fishing gears during the crayfish fishery in the Dniester estuary. In the period from 2017 to 2021, a total of 1,167 specimens of white Dniester crayfish were analysed

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Ще на початку ХХ ст. щорічний експорт раків з України сягав 2 тис. т. Від 50 до 80% експорту цього делікатесного продукту припадало на Дністровський лиман та Придунайські озера Одеської області. В результаті іржаво-плямистої хвороби (септоциліндрозу) чисельність популяції Дністровського рака у 1981 р. значно скоротилась.

У 1950–1980-х рр. дослідженням стану дністровської популяції білого рака приділялась велика увага. Після масової загибелі особин в лимані у 1981 р. систематичні дослідження цього об'єкта практично припинились. Наявна інформація стосовно сучасного стану популяції білого дністровського рака, її розмірно-вікового та статевого складу, чисельності, продуктивного потенціалу, умов росту та нагулу вкрай недостатня.

Метою роботи є дослідження сучасного стану та особливостей біології популяції білого дністровського рака (*P. eichwaldi bessarabicus*) з Дністровського лиману. Актуальність представленого дослідження насамперед полягає в тому, що отримані результати дозволять визначити стратегію відновлення та раціонального використання природної популяції білого дністровського рака. Окрім того, у практичному сенсі воно надає можливість використати напрацювання під час розробки сучасних методів штучного відтворення цього високоцінного виду.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали для дослідження відбирали з уловів промислових знарядь лову в період промислу рака в Дністровському лимані. З 2017 по 2021 рр. загалом було проаналізовано 1167 екз. білого дні-



(*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*).

The analysis was carried out only on fresh material, the total length of crayfish was measured (from rostrum to telson), electronic scales were used for weighing (with an accuracy of up to 0.1 g).

Absolute and working fecundity of females was determined by direct counting. Absolute fecundity was taken as the total number of eggs on the pleopods of females per season. Working fecundity was estimated as the number of developing eggs [10], average values were calculated for 150–250 females.

A MBS-10 binocular microscope (with a micrometer eyepiece) and a vernier caliper were used to measure larvae, crayfish juveniles, and the diameter of eggs, and torsion scales were used for weighing.

Crayfish feeding studies were studied on fresh material, after dissection and removal of the stomach, after which it was dissected. The composition of food residues was determined under a binocular microscope, and their identification was carried out by individual fragments. The whole food residues were disassembled into its constituent parts (animal, vegetable, etc.) and weighed on torsion scales [10, 11].

To assess the reproductive capacity of the crayfish population in the Dniester estuary, the coefficient K_i was calculated, which was the ratio of the average indicators of working fecundity and absolute fecundity in groups of uniform-sized individuals [10].

Statistical processing of study results was carried out in accordance with generally accepted methods using Microsoft Excel — 2010 programs.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Until 1981, significant attention was paid to the study of crayfish in the Dniester estuary. In particular, trawl surveys were

стровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus*).

Аналіз проводився тільки на свіжому матеріалі; вимірювали загальну довжину раків (від рострума до тельсона), для зважування використовували електронні ваги (з точністю до 0,1 г).

Абсолютну та робочу плодючості самиць визначали шляхом прямого підрахунку. За абсолютну плодючість приймали загальну кількість ікринок на плеоподах самиць за сезон. Робоча плодючість оцінювалась як кількість яйцеклітин, що розвивалися [10]; розраховували середні значення для 150–250 самиць.

Для вимірювання личинок, молоді рака та діаметра яйцеклітин використовували біокулярний мікроскоп МБС–10 (з окуляр-мікрометром), та штангенциркуль, для зважування — торсійні ваги.

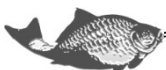
Дослідження живлення раків вивчали на свіжому матеріалі; після розтину і видалення шлунка останній розтинали. Під біокулярним мікроскопом визначали склад харчових залишків, проводили їх ідентифікацію за окремими фрагментами. Всю харчову грудку розбирали на складові частини (тваринні, рослинні тощо) і зважували на торсійних вагах [10, 11].

Для оцінки відтворювальної спроможності популяції рака в Дністровському лимані розраховували коефіцієнт K_i , який являв собою відношення середніх показників робочої плодючості та абсолютної плодючості в групах однорозмірних особин [10].

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

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

До 1981 р. дослідженню раків Дністровського лиману приділялась значна



carried out, commercial catches were studied, and control and scientific catches were regularly conducted. This allowed with a significant degree of reliability: determining the area occupied by the population of white Dniester crayfish in the estuary; evaluating the size, weight and sex structure of the population; characterizing its condition, abundance and density of aggregations in different areas of the water area.

Over the past 25–30 years, such large-scale studies have not been conducted. Therefore, today it is possible to determine the area occupied by the white Dniester crayfish population in the Dniester estuary and their abundance only on the basis of fragmentary data, expert assessments and reports of fishermen and poachers.

According to the results of a survey of fishermen and poachers, in 2019–2021, the area in the headwaters of the estuary where white Dniester crayfish was found decreased to 7–8 thousand hectares. It should be noted that more than 60% of this water area is located in the area of the object of the nature reserve fund — the Lower Dniester National Park. It is here that, according to available data, 70 to 90% of the entire population of Dniester white crayfish in the estuary is concentrated.

In order to restore the abundance of white Dniester crayfish in the estuary from 1987 to 1996, a ban on fishing for this species was introduced. However, even after its removal, the official catch remained extremely low. According to statistics, in 2010–2021 it was from 0.12 to 0.87 tons or, considering the average weight of white Dniester crayfish, from 3 to 23 thousand individuals per year.

In the period of our observations, starting in 2017, the average size of the white Dniester crayfish and the size-weight structure of its population have changed. Thus, in 2017, the modal group united individuals with a length of 9–9.5 cm, while

увага. Зокрема, здійснювали тралові облікові зйомки, вивчали промислові улови та регулярно проводили контрольні й наукові лови. Це дозволяло зі значним рівнем достовірності визначати площу, яку займала популяція білого дністровського рака в лимані, оцінювати розмірно-вагову та статеву структуру популяції, характеризувати її стан, чисельність та щільність скупчень на різних ділянках акваторії.

За останні 25–30 років такі масштабні дослідження не проводили. Тому сьогодні визначити площу, яку займає популяція білого дністровського рака в Дністровському лимані, та її чисельність можливо лише на основі фрагментарних даних, експертних оцінок та свідощів рибалок і браконьєрів.

За результатами опитування рибалок і браконьєрів, у 2019–2021 рр. площа у верхів'ях лиману, де зустрічався білий дністровський рак, скоротилась до 7–8 тис. га. Зауважимо, що понад 60% цієї акваторії знаходиться в зоні об'єкта природно-заповідного фонду — Нижньодністровського національного парку. Саме тут, за наявними даними, сконцентровано від 70 до 90% всієї популяції білого дністровського рака в лимані.

Для відновлення чисельності білого дністровського рака в лимані з 1987 по 1996 рр. було введено заборону промислу цього виду. Проте, й після її зняття офіційний вилов залишався вкрай низьким. За статистикою, в 2010–2021 рр. він складав від 0,12 до 0,87 т, або, враховуючи середню масу білого дністровського рака, — від 3 до 23 тис. особин на рік.

У період наших спостережень, починаючи з 2017 р., середні розміри білого дністровського рака та розмірно-вагова структура його популяції змінилися. Так, у 2017 р. модальна група об'єднувала особин довжиною 9,0–9,5 см, тоді як у 2019–2021 рр. — довжиною



in 2019–2021 — with a length of 9.6–10.0 cm, and their average weight ranged from 32.3 to 36.1 g (Table 1).

The maximum size of the studied individuals of the white Dniester crayfish was 14.5–15.0 cm. Individuals with such sizes were found alone and quite rarely. The average length of this species in commercial catches from the Dniester estuary in 2017–2021 varied from 9.55 to 10.31 cm, and the weight from 37.5 to 40.8 g (Table 2).

A comparative analysis of the growth of the young-of-the-year white Dniester crayfish in the Dniester estuary, on natural feeds, showed that their growth rate during the first two months was higher than

9,6–10,0 см, а їх середня маса коливалась від 32,3 до 36,1 г (табл. 1).

Максимальні розміри досліджених особин білого дністровського рака становили 14,5–15,0 см. Особини з такими розмірами зустрічалися поодинокі та досить рідко. Середня довжина цього виду в промислових уловах з Дністровського лиману у 2017–2021 рр. коливалась від 9,55 до 10,31 см, а маса — від 37,5 до 40,8 г (табл. 2).

Порівняльний аналіз росту цього літоку білого дністровського рака в Дністровському лимані на природних кормах показав, що упродовж перших двох місяців темп їхнього росту був вищим, ніж у молоді, яку вирощували в установках

Table 1. Size and weight composition of the Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus*) population in the Dniester estuary in 2017–2021

L, cm	8,0-8,5	8,6-9,0	9,1-9,5	9,6-10,0	10,1-10,5	10,6-11,0	11,1-11,5	11,6-12,0
2017 year								
W, g	–	26,4	32,8	38,5	41,2	44,0	54,5	61,2
n, %	–	15,1	32,3	18,1	15,3	13,5	5,2	0,5
2018 year								
W, g	21,6	25,0	34,0	36,0	42,0	45,0	52,0	58,8
n, %	1,8	8,5	26,5	41,4	16,1	4,9	0,6	0,2
2019 year								
W, g	20,5	24,7	30,3	35,0	39,7	44,4	53,0	–
n, %	3,0	10,3	25,2	45,2	13,1	2,3	0,9	–
2020 year								
W, g	20,0	24,1	31,5	36,1	38,7	45,3	50,7	60,5
n, %	2,0	12,3	24,3	44,8	13,1	2,3	0,9	0,3
2021 year								
W, g	21,0	24,5	29,5	33,9	38,5	43,0	52,7	–
n, %	4,5	16,3	21,4	42,5	12	2,1	1,2	–

Table 2. Average length and weight of Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus*) from the Dniester estuary, 2017-2021

Parameters	Years				
	2017	2018	2019	2020	2021
L_{cp} , cm	10,31	9,80	9,66	9,69	9,55
$L_{min} - L_{max}$	8,6–11,8	8,0–11,5	8,0–11,0	8,5–11,6	8,0–11,5
W_{cp} , g	40,8	39,8	38,5	38,8	37,5
$W_{min} - W_{max}$	25,5–62,8	21,2–60,0	20,5–58,0	20,0–61,0	20,3–51,6



that of the juveniles, which were raised in a recirculation aquaculture system (RAS) [12]. In the following period, crayfish kept under controlled conditions and fed with artificial feed outgrew juveniles of the same age from the estuary (Fig. 1), which can be explained by the consistently high water temperature in the RAS.

Males in 2017–2021 catches in were characterized by larger sizes than females (Fig. 2).

The male to female ratio of crayfish in the Dniester estuary differed in individual years.

замкненого водопостачання (УЗВ) [12]. В наступний період рачки, яких утримували в контрольованих умовах і годували штучними кормами, за показником росту обігнали одновікову молодь з лиману (рис. 1), що може пояснюватися стабільно високою температурою води в УЗВ.

Самці в уловах, здійснених у 2017–2021 рр., характеризувались більшими лінійними розмірами, ніж самиці (рис. 2).

Співвідношення самців та самиць рака в Дністровському лимані відрізнялось в окремі роки.

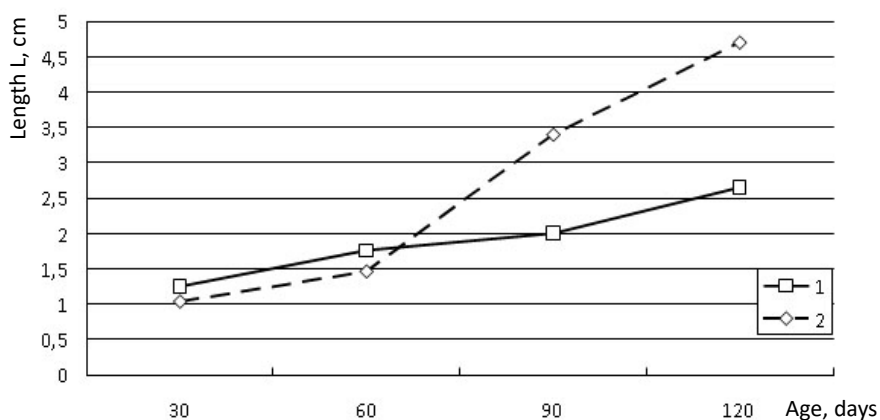


Fig. 1. Linear growth of the young-of-the-year white Dniester crayfish (*P. eichwaldi bassarabicus*) of the Dniester estuary (1) and in artificial conditions (2)

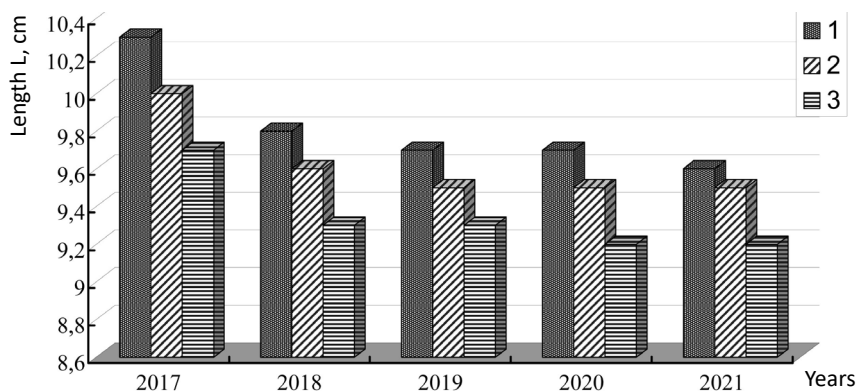


Fig. 2. Sizes of males and females of the Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bassarabicus*) in the Dniester estuary in 2017–2021 (average — 1, males — 2, females — 3)



In 2017 and 2018, the share of males was 54%, while the share of females was 46% of the number of sexually mature individuals in the catch. In 2019–2020, the share of males increased to 58%, and in 2021, their number increased to 60%.

In 2017–2021, up to 16% of sexually mature females were characterized by a size of up to 8 cm. At the same time, from 19 to 23% of females with a size of 8.0 to 11.5 cm did not participate in spawning.

Mating of white Dniester crayfish in the Dniester estuary occurs in early spring. Absolute and working fecundity depends on the size of females (Table 3).

In 2017–2021, depending on the size and age of the females of the Dniester white crayfish, their absolute fecundity varied from 68 to 489 eggs, and working fecundity from 46 to 350 eggs. To assess the fecundity of the white Dniester crayfish population, the coefficient K_i was proposed, which is the ratio of the average individual and working fecundity to the average individual absolute fecundity. For the population of white Dniester crayfish from the Dniester estuary in 2017–2018, K_i was 0.63, and in 2020–2021 it decreased to 0.53.

The diameter of eggs in females 9–10 cm in size is smaller than in females 11–12 cm in size. On average, the diameter of the white Dniester crayfish eggs ranges from 3.2 to 4.0 mm, and the weight ranges from 16.5 to 20.0 mg.

Embryogenesis in white Dniester crayfish from the estuary lasts 1.5–2.0 months.

У 2017 й 2018 рр. частка самців становила 54%, тоді як самиць — 46% від кількості статевозрілих особин в уловах. У 2019–2020 рр. частка самців зросла до 58%, а в 2021 р. їх чисельність підвищилася до 60%.

У 2017–2021 рр. до 16% статевозрілих самиць характеризувались розміром до 8 см. Водночас, від 19 до 23% самиць із розміром від 8,0 до 11,5 см не брали участі в нересті.

Спарювання білого дністровського рака у Дністровському лимані відбувається на початку весни. Абсолютна і робоча плодючості залежать від розмірів самиць (табл. 3).

У 2017–2021 рр., в залежності від розмірів та віку самиць білого дністровського рака, їх абсолютна плодючість коливалась від 68 до 489 яєць, а робоча — від 46 до 350. Для оцінки збереження плодючості популяції білого дністровського рака було запропоновано коефіцієнт K_i , який є відношенням середньої індивідуальної та робочої плодючостей до середньої індивідуальної абсолютної плодючості. Для популяції білого дністровського рака з Дністровського лиману в 2017–2018 рр. K_i склав 0,63, а в 2020–2021 рр. зменшився до 0,53.

Діаметр ікринок у самиць розміром 9–10 см виявився меншим, ніж у самиць розміром 11–12 см. У середньому діаметр ікринки білого дністровського рака коливався від 3,2 до 4,0 мм, а маса — від 16,5 до 20,0 мг.

У білого дністровського рака з ли-

Table 3. Absolute and working fecundity of females of the Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus*) in the Dniester estuary in 2020–2021

Sizes of females, see	9,0-10,0	10,1-11,0	11,1-12,0	Average	n
2017–2018 years					
Average absolute fecundity, eggs	213	345	456	338	150
Average working fecundity, eggs	112	187	345	214	
2020–2021 years					
Average absolute fecundity, eggs	167	298	387	276	150
Average working fecundity, eggs	96	164	210	147	



The sum of average daily water temperatures, during which the embryonic development of white Dniester crayfish takes place, is 818–838 degree days.

The food spectrum of white Dniester crayfish is quite diverse. Its composition includes animal and plant food, organic residues and detritus. The analysis of the contents of the stomachs of this species from the Dniester estuary revealed that in the summer-autumn period, 45–52% (by mass) of the food lump was formed from animal components. The latter primarily included the remains of amphipods, oligochaetes, polychaetes, chironomids, insects, and fish. The share of components of plant origin in the gut content varied from 22 to 25%. It mostly consisted of fragments of various aquatic submerged vegetation. In particular: broad-leaved pondweed or floating pondweed (*Potamogeton natans*), risp-leaved pondweed or curly pondweed (*Potamogeton crispus*), etc., straight valisneria or tape grass (*Vallisneria spiralis*), hornwort or coontail (*Ceratophyllum demersum*), whorl-leaf watermilfoil or whorled water-milfoil (*Myriophyllum verticillatum*). Detritus (up to 12–18%) and sand (3–4%) were also found in the stomachs of the studied individuals of the white Dniester crayfish.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

During the period from 1950 to 2021, the area occupied by the Dniester white crayfish (*P. eichwaldi bessarabicus*) population in the Dniester estuary decreased by almost half. If in 1950–1960 it was 13 thousand hectares, then in 1992–1996 the water area in which the population of white Dniester crayfish is located in the upper reaches of the estuary decreased to 10 thousand hectares. In the period from 1992 to 1996, the total stock of white Dniester crayfish was estimated at 200±50

ману ембріогенез тривав 1,5–2,0 місяці. Сума середньодобових температур води, за якої відбувається ембріональний розвиток білого дністровського рака, становила 818–838 градусо-днів.

Харчовий спектр білого дністровського рака досить різноманітний. До його складу входить тваринна та рослинна їжа, органічні залишки і детрит. Аналіз вмісту шлунків цього виду з Дністровського лиману дозволив виявити, що в літньо-осінній період харчова грудка на 45–52% (за масою) була утворена тваринними компонентами. Останні, насамперед, включали залишки амфіпод, олігохет, поліхет, хірономід, комах, риби. Частка компонентів рослинного походження у харчовій грудці коливалась в межах від 22 до 25%. Вона здебільшого складалась із фрагментів різноманітної підводної рослинності, зокрема рдесників (*Potamogeton natans*, *P. crispus* та ін.), валіснерії спіральної (*Vallisneria spiralis*), куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum*), водопериці колосистої (*Myriophyllum verticillatum*). У шлунках досліджених особин білого дністровського рака зустрічався також детрит (до 12–18%) та пісок (3–4%).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

За період з 1950 по 2021 рр. площа, яку охоплювала популяція білого дністровського рака (*P. eichwaldi bessarabicus*) в Дністровському лимані, зменшилась майже вдвічі. Якщо в 1950–1960 рр. вона становила 13 тис. га, то у 1992–1996 рр. акваторія, на якій розміщувалася популяція білого дністровського рака, у верхів'ях лиману скоротилась до 10 тис. га. У період з 1992 по 1996 рр. загальний запас білого дністровського рака оцінювався на рівні 200±50 тис. особин, за середньої



thousand individuals, with an average crayfish density of 17–18 specimens/ha. In 2017–2021, the area occupied by the Dniester white crayfish population in the Dniester estuary does not exceed 7–8 thousand ha. It is noteworthy that more than 60% of this water area is located in the area of the object of the nature reserve fund — the Lower Dniester National Nature Park.

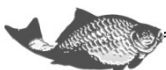
During the studied period, the size and weight of white Dniester crayfish in the estuary decreased significantly. Thus, in the 1960s and 1970s, up to 5–7% of the population consisted of individuals 19–20 cm long, and the vast majority (up to 40–45%) of this species individuals was 13.5–16.5 cm long. In 2017, the modal group united individuals with a length of 9–9.5 cm, and in 2019–2021 — with a length of 9.6–10.0 cm. In the period 2019–2021, the maximum size of white Dniester crayfish from the estuary was 14.5–15.0 cm. However, individuals of similar sizes were a rare exception.

Since the 60s of the 20th century, the reproductive capacity of the Dniester white crayfish population has significantly deteriorated. In the 1970s and 1980s, the absolute fecundity of this species ranged from 454 to 637 eggs (an average of 540), and the working fecundity ranged from 238 to 459 eggs (an average of 340 eggs). In 2017–2021, the absolute fecundity decreased to 68–489 eggs, and the working one decreased to 46–350. The K_i coefficient (the ratio of average individual and working fecundity to average individual absolute fecundity) also decreased. Thus, for the population of white Dniester crayfish from the Dniester estuary in 2017–2018, it was 0.63, while in 2020–2021 it decreased to 0.53. It should be noted that during the recovery period of the Dniester crayfish population, after its mass death, the fecundity preservation coefficient (K_i) increased to 0.84–0.87, and when its population decreased, it decreased to 0.59–0.74.

щільності 17–18 екз./га. У 2017–2021 рр. площа, яку займала популяція білого дністровського рака в Дністровському лимані, не перевищувала 7–8 тис. га. Примітно, що понад 60% цієї акваторії знаходиться в зоні об'єкта природно-заповідного фонду — Нижньодністровського національного природного парку.

За досліджений період значно зменшилися розміри та маса білого дністровського рака в лимані. Так, в 1960–1970-х рр. до 5–7% чисельності складали особини довжиною 19–20 см, а довжина переважної більшості (до 40–45%) особин цього виду виявилася в межах 13,5–16,5 см. У 2017 р. модальна група об'єднувала особин довжиною 9,0–9,5 см, а в 2019–2021 рр. — 9,6–10,0 см. У період 2019–2021 рр. максимальні розміри білого дністровського рака з лиману дорівнювали 14,5–15,0 см. Втім, особини подібних розмірів були поодиноким винятком.

З 60-х рр. ХХ ст. суттєво погіршилась відтворювальна здатність популяції білого дністровського рака. У 1970–1980-х рр. абсолютна плодючість цього виду коливалася в межах від 454 до 637 ікринок (у середньому 540), а робоча — від 238 до 459 ікринок (у середньому 340 ікринок). У 2017–2021 рр. абсолютна плодючість зменшилась до 68–489 ікринок, а робоча — до 46 до 350. Зменшився також і показник коефіцієнта K_i (відношення середньої індивідуальної та робочої плодючостей до середньої індивідуальної абсолютної плодючості). Так, для популяції білого дністровського рака з Дністровського лиману в 2017–2018 рр. він становив 0,63, тоді як у 2020–2021 рр. зменшився до 0,53. Зауважимо, що в період відновлення чисельності дністровської популяції довгопалого рака після його масової загибелі, коефіцієнт збереження плодючості (K_i) зростав до 0,84–0,87, а при зменшенні її чисельності — знижу-



The reduction of the range of distribution of white Dniester crayfish in the Dniester estuary, the progressive decrease in its size, the proportion of males, their fecundity indicators and the coefficient of fecundity preservation (K_i) indicate a depressed state of the population of this highly valuable species.

As a result of the progressive degradation of the population, catches of white Dniester crayfish in the Dniester estuary have significantly decreased. In recent years, the catch per liver does not exceed 1.0–2.0 kg, and sometimes the catch consists of only a few individuals. In addition, the share of undersized crayfish (up to 10 cm) in catches has increased, which sometimes exceeds 50–60% of the catch.

This state of the crayfish population requires a thorough study of it based on constant monitoring of the abundance of individuals in the estuary. We consider it expedient to introduce a complete ban on fishing for white Dniester crayfish in the Dniester estuary until the state of the population of this species stabilizes and its abundance is restored, but to recommend fishing for scientific purposes.

вався до 0,59–0,74.

Скорочення ареалу розповсюдження білого дністровського рака в Дністровському лимані, прогресуюче зменшення його розмірів, частки самиць, показників їхньої плодючості та коефіцієнта збереження плодючості (K_i) свідчать про депресивний стан популяції цього високоцінного виду.

У результаті прогресуючої деградації популяції, улови білого дністровського рака в Дністровському лимані значно зменшилися. Упродовж останніх років улов на ятір не перевищував 1,0–2,0 кг, а іноді складався лише із декількох особин. Окрім того, в уловах зросла частка раків непромислового розміру (до 10 см), що іноді перевищує 50–60% улову.

Такий стан популяції рака вимагає ретельного її дослідження на основі постійного моніторингу чисельності особин в лимані. Вважаємо за доцільне ввести повну заборону промислу білого дністровського рака в Дністровському лимані до моменту стабілізації стану популяції цього виду та відновлення її чисельності, але рекомендувати лов для наукових цілей.

REFERENCES

1. Brodskiy, S. Ya (1981). *Fauna Ukrainy. Vyshchi raky. Richkovi raky.* (Vol. 26, iss. 3). Kyiv: Naukova dumka.
2. Brauner, A. A. (1887). Zamitky pro rybalstvo na richtsi Dnister i Dnistrovskomu lymani v mezhakh Odeskoho povitu. *Zb. Khersonskoho zemstva*, 3, 1-20.
3. Shchokoliev, I. V., Shchokoliev, Ye. I., & Shchokoliev, S. I. (2020). *Promyslovi ryby Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomia.* (Vol. 6). Akkerman.
4. Shekk, P. V., et al. (Eds.) (2021). *Perspektyvy rybohospodarskoho vykorystannia lymaniv pivnichno-zakhidnoho Prychornomia: monohrafiia.* Zhytomyr.
5. Harkavaia, H. P., Bohatova, Yu. I., Berlynskyi, M. A., Bolshakov, V. M., &

ЛІТЕРАТУРА

1. Бродський С. Я. Фауна України. Вищі раки. Річкові раки. Київ : Наукова думка, 1981. Т. 26, вип. 3. 212 с.
2. Браунер А. А. Замітки про рибальство на річці Дністер і Дністровському лимані в межах Одеського повіту // *Зб. Херсонського земства.* 1887. № 3. С. 1—20.
3. Щоголев І. В., Щоголев Є. І., Щоголев С. І. Промислові риби Північно-Західного Причорномор'я. Т. 6. Аккерман, 2020. 350 с.
4. Перспективи рибогосподарського використання лиманів північно-західного Причорномор'я : монографія / Шекк П. В. та ін. Одеса, 2021. 217 с.
5. Багаторічна мінливість стоку біоген-



- Honcharov, A. Yu. (2008). Bahatorichna minlyvist stoku biohennykh rechovyn Dnistra. *Vodni resursy*, 35, 6, 1-8.
6. Harkava, H. P., Berdyskiy, M. A., & Bohatova, Yu. I. et al. (2003). Problemy antropohennoho evτροφuvannia Dnistra ta Dnistrovskoho lymanu ta yikhonii vplyv na pivnichno-zakhidnu chastynu Chornoho moria (PZChChM). *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Ser. "Biologhiia". Spets. vypusk "Hidrobiologhiia"*, (26), 74-76.
7. 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. hospva*, 14, 99-107.
8. Brodskiy, S. Ya. (1965). *Instruktsiia dlia provedennia robit po richkovomu raku i yoho promyslu v punktakh sposterezhennia i ekspedytsiiakh*. Kyiv: UkrNYRKh.
9. Suprunovych, A. V., & Makarov, Yu. M. (1990). *Kultyvovani bezkhrebetni. Kharchovi bezkhrebetni: midii, ustrytsi, hrebintsi, raky, krevetky*. Kyiv: Nauk. dumka.
10. Suprunovych, A. V. (1976). Plodiuchist dovhopaloho raka dnistrovskoho lymanu ta osoblyvosti yii zminy. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv.
11. Suprunovych, A. V. (1988). *Akvakultura bezkhrebetnykh*. Kyiv: Naukova dumka.
12. Shekk, P. V., & Sydorak, R. V. (2023). Optymalni umovy dlia vyroshchuvannia molodi biloho dnistrovskoho raku *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* v shtuchnykh umovakh. *Suchasni problemy ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv: V Mizhnarodnii naukovopraktychnii konferentsii: mater.* Kyiv.
- них речовин Дністра / Гаркава Г. П. та ін. Водні ресурси. 2008. Т 35, № 6. С. 1—8.
6. Проблеми антропогенного евτροφування Дністра та Дністровського лиману та їхній вплив на північно-західну частину Чорного моря (ПЗЧЧМ) / Гаркава Г. П. та ін. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. 2005. № 3 (26). С. 74—76. (Сер. «Біологія». Спец. випуск «Гідробіологія»).
7. Бродський С. Я. Сировинні запаси річкових раків у придунайських озерах Китай і Катлабух і перспектива розвитку рачного промислу в пониззі Дунаю // Наук. праці УкрНДІ рыб. госп-ва. 1962. № 14. С. 99—107.
8. Бродський С. Я. Інструкція для проведення робіт по річковому раку і його промислу в пунктах спостереження і експедиціях. Київ : УкрНИИРХ, 1965. 26 с.
9. Супрунович А. В., Макаров Ю. М. Культивовані безхребетні. Харчові безхребетні: мідії, устриці, гребінці, раки, креветки. Київ : Наукова думка, 1990. 264 с.
10. Супрунович А. В. Плодючість довгопалого рака дністровського лиману та особливості її зміни : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 1976. 22 с.
11. Супрунович А. В. Аквакультура безхребетних. Київ : Наукова думка, 1988. 156 с.
12. Шекк П. В., Сидорак Р. В. Оптимальні умови для вирощування молоді білого дністровського раку *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* в штучних умовах // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : V Міжнар. наук.-практ. конф., 8-9 лист. 2023 р. : матер. Київ, 2023.

