Ribogospod. nauka Ukr., 2026; 1(75): 19-33
DOI: https://doi.org/10.61976/fsu2026.01.019
UDC 595.36:574.5(477)

Received: 30.01.2026
Received in revised form: 05.03.2026
Published: 31.03.2026

COMPARATIVE ANALYSIS OF FRESHWATER CRAYFISH GROWTH IN DIFFERENT TYPES OF WATER BODIES IN UKRAINE: CURRENT TRENDS AND VARIABILITY FACTORS

M. Burhaz, marynaburhaz@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1551-6002, I.I. Mechnikov Odesa National University, Odesa
V. Gurbyk, viktoriagurbyk@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-0835-1257, Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

Purpose. *To conduct a comparative analysis of the growth of freshwater crayfish in different types of water bodies in Ukraine (reservoirs, bays, estuaries) and identify key factors that determine the spatiotemporal variability of their sizes and weights.*

Methodology. *A review and comparative approach was used to summarize published data on morphometry, size structure, and population parameters of the Danube or narrow-clawed crayfish Astacus leptodactylus in water bodies of the Dnieper basin and the white Dniester crayfish Pontastacus eichwaldi bessarabicus in the Dniester estuary. The comparison was made using unified parameters: average total length, weight, maximum length, modal groups and share of carapace lenghts; reproductive parameters (Ki) and technological parameters of cultivation in RAS were additionally taken into account as a controlled model of environmental impact (temperature, hydrochemistry, sticking density).*

Findings. *Significant variability in crayfish growth among different water bodies has been established even within the same region: the average lengths and weights of Astacus leptodactylus differed significantly in the Dnieper reservoirs among different reservoirs, which reflected the heterogeneity of trophic-oxygen conditions and anthropogenic load. For Pontastacus eichwaldi*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОСТУ ПРІСНОВОДНИХ РАКІВ У РІЗНИХ ТИПАХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ЧИННИКИ МІНЛИВОСТІ

М. І. Бургаз, marynaburhaz@gmail.com, ORCID ID 0000-0003-1551-6002, Одеський національний університет І. І. Мечникова, м. Одеса
В. В. Гурбик, viktoriagurbyk@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-0835-1257, Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України, м. Київ

Мета. *Провести порівняльний аналіз росту прісноводних раків у різних типах водойм України (водосховища, затоки, лимани) та визначити ключові чинники, що зумовлюють просторово-часову мінливість розмірно-вагових показників популяцій.*

Методика. *Використано оглядово-порівняльний підхід із узагальненням опублікованих даних морфометрії, розмірної структури та популяційних індикаторів для довгопалого рака Astacus leptodactylus у водоймах Дніпровського басейну та білого дністровського рака Pontastacus eichwaldi bessarabicus у Дністровському лимані. Порівняння виконано за уніфікованими показниками: середня загальна довжина, маса, максимальні розміри, модальні групи та частка промислових розмірів; додатково враховано репродуктивні індикатори (Ki) і технологічні параметри вирощування в РАС як контрольовану модель впливу середовища (температура, гідрохімія, щільність посадки).*

Результати. *Встановлено суттєву міжводоймову варіабельність росту раків навіть у межах одного регіону: у водосховищах Дніпровського каскаду середні лінійно-вагові показники A. leptodactylus помітно відрізняються між акваторіями, що відображає неоднорідність трофо-кисневих умов*

© 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/

bessarabicus in the Dniester Estuary, a reduction in the size structure and a decrease in maximum length in the modern period compared to historical data were recorded, which was accompanied by a deterioration in reproductive parameters (decrease in Ki). Data from controlled studies in a recirculating aquaculture system (RAS) confirmed the determining role of temperature, water quality, and stocking density as factors that directly affected growth rates and survival of juveniles.

Originality. *A unified approach to comparing the growth of freshwater crayfish in different types of water bodies in Ukraine has been proposed, based on field indicators (size structure, modal groups, maximum sizes, length-to-weight ratio, condition indices; for individual populations - Ki) and their relationship with hydroecological conditions, which allowed separating the contribution of natural and anthropogenic factors.*

Practical Value. *The results can be used to assess the status of populations and predict the productivity of commercial crayfish resources in various water bodies, justify protection regimes and catch regulation, as well as to optimize technologies for obtaining crayfish seeds and programs for restoring local populations (in particular Pontastacus eichwaldi bessarabicus).*

Keywords: *freshwater crayfish, white Dniester crayfish, growth, morphometric parameters, population status, spatial distribution, survival, estuary, RAS, weight.*

і антропогенного навантаження. Для P. eichwaldi bessarabicus у Дністровському лимані зафіксовано «здрібнення» розмірної структури та зниження максимальної довжини у сучасний період порівняно з історичними даними, що супроводжується погіршенням репродуктивних показників (зниження Ki). Дані контрольованих досліджень у рециркуляційній аквакультурній системі (РАС) підтверджують визначальну роль температурного режиму, якості води та щільності посадки як факторів, що прямо впливають на темпи росту та виживаність молоді.

Наукова новизна. *Запропоновано уніфікований підхід до порівняння росту прісноводних раків у різних типах водойм України, що базується на польових індикаторах (розмірна структура, модальні групи, максимальні розміри, співвідношення «довжина–маса», індекси кондиції; для окремих популяцій — Ki) та їх зв'язку з гідроекологічними умовами, що дозволяє відокремлювати внесок природних і антропогенних чинників.*

Практична значущість. *Результати можуть бути використані для оцінювання стану популяцій і прогнозування продуктивності промислових ресурсів раків у різних водоймах, обґрунтування режимів охорони та регулювання вилову, а також для оптимізації технологій отримання посадкового матеріалу і програм відновлення локальних популяцій (зокрема P. eichwaldi bessarabicus).*

Ключові слова: *прісноводні раки, білий дністровський рак, ріст, морфометричні показники, стан популяції, просторовий розподіл, виживаність, лиман, РАС/УЗВ, маса.*

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Freshwater crayfish are an important component of bottom communities, indicators of the quality of the aquatic environment, and a valuable object of commercial and recreational fishing. In Ukraine, they inhabit rivers, lakes, estuaries, reservoirs and floodplain systems, but their growth varies significantly depending on the type of a water body and local conditions of existence. The most significant influence

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Прісноводні раки є важливою складовою донних угруповань, індикаторами якості водного середовища та цінним об'єктом промислового й аматорського вилову. В Україні вони заселяють річки, озера, лимани, водосховища та заплавні системи, однак їхній ріст істотно варіює залежно від типу водойми та локальних умов існування. Найвідчутніший вплив на темпи росту мають температура, кисневий режим, кормова база, гідро-

on growth rates is exerted by temperature, oxygen regime, food supply, hydrological stability, trophic status and toxic load, which determine the frequency of molting and the intensity of feeding [1, 2].

The most telling sign of degradation of living conditions is the shift in the size and weight structure of populations towards smaller individuals. In water bodies with increased anthropogenic load (pollution, eutrophication, siltation, destruction of the coastal zone), lower average values of length and weight are usually recorded, as well as changes in the ratio of age groups in catches. This is due to the deterioration of habitat quality, increased stress, and reduced availability of quality food, which is directly reflected in growth [3, 4].

Studies in the Dnipro basin has shown that crayfish growth rates can vary significantly between reservoirs and bays, even within the same region. An example of the Danube crayfish or narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* shows differences in morphometric characteristics and weight depending on location, which are associated with environmental heterogeneity and different levels of human impact. Such data confirm that the type of water body (reservoir, bay, riverbed sections) and microconditions of biotopes can be decisive for shaping growth rates.

For southern water systems, studies on the white Dniester crayfish *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* in the Dniester estuary is particularly important. It has been shown that in the modern period there was a reduction in stocks and range, as well as a decrease in the average size of individuals compared to historical data. These trends are consistent with the complex impact of changes in the hydrological regime, degradation of benthic biotopes, pollution and other factors that create long-term pressure on the population. Within the framework of comparative work, such materials are important as an example of growth chang-

логічна стабільність, трофічний статус і токсичне навантаження, які визначають частоту линяння та інтенсивність нагулу [1, 2].

Найпоказовішою ознакою деградації умов існування є зміщення розмірно-вагової структури популяцій у бік дрібніших особин. У водоймах із підвищеним антропогенним навантаженням (забруднення, евтрофікація, замулення, руйнування прибережної зони) зазвичай фіксують нижчі середні значення довжини та маси, а також зміну співвідношення вікових груп у виловах. Це пояснюється погіршенням якості біотопів, зростанням стресу та зниженням доступності якісної їжі, що прямо відображається на рості [3, 4].

За результатами досліджень у басейні Дніпра встановлено, що ростові показники раків можуть суттєво відрізнятися між водосховищами та затоками, навіть у межах одного регіону. На прикладі довгопалого рака *Astacus leptodactylus* показано відмінності у морфометричних характеристиках і масі залежно від локації, які пов'язують із неоднорідністю середовища та різним рівнем антропогенного впливу. Такі дані підтверджують, що тип водойми (водосховище, затока, руслові ділянки річки) та мікроумови біотопів можуть бути вирішальними для формування темпів росту.

Для південних водних систем особливо актуальними є дослідження білого дністровського рака *Pontastacus eichwaldi bessarabicus* у Дністровському лимані. Показано, що у сучасний період відбувається скорочення запасів і ареалу, а також зменшення середніх розмірів особин порівняно з історичними даними. Ці тенденції узгоджуються з комплексним впливом змін гідрологічного режиму, деградації донних біотопів, забруднення та інших чинників, які формують довготривалий тиск на

es in estuarine and transitional (estuarine) ecosystems [5, 6].

An important conservation context is formed by data on the thick-clawed crayfish *Astacus (Pontastacus) pachypus*, which is characterized by fragmentation of habitats and high risks of extinction. Field surveys demonstrate that the number of confirmed populations is low, and highlight environmental degradation and uncontrolled fishing among the key threats. For existing populations, density, sexual structure, and environmental parameters are described, which is the basis for interpreting growth in different types of water bodies [7, 8].

Therefore, current trends in the growth of freshwater crayfish in Ukraine are characterized by pronounced spatial variability, which is determined both by the type of water body (rivers, reservoirs, lakes, estuaries) and by a complex of local factors. Comparative analysis of growth rates has practical value for assessing the state of populations, justifying catch limits, and determining conservation priorities, especially for local endemic and rare taxa [9, 10].

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

A comparative analysis of the growth of freshwater crayfish in different types of water bodies in Ukraine should take into account a complex of factors, the basis of which is the influence of natural and anthropogenic conditions on growth rates and the development of the length-weight structure of populations. Despite the availability of regional studies, Ukraine still lacks a unified approach to comparing crayfish growth rates in rivers, reservoirs, and estuaries (including brackish water ar-

популяцію. У межах порівняльної роботи такі матеріали важливі як приклад ростових змін у лиманних і перехідних (естуарних) екосистемах [5, 6].

Важливий природоохоронний контекст формують дані щодо товстопалого рака *Astacus (Pontastacus) pachypus*, для якого характерна фрагментація осередків і високі ризики зникнення. Польові огляди демонструють, що кількість підтверджених популяцій є низькою, а серед ключових загроз підкреслюють деградацію середовища та неконтрольований вилов. Для наявних осередків описують щільність, статеву структуру та параметри середовища, що є базою для інтерпретації росту в різних типах водойм [7, 8].

Отже, сучасні тенденції росту прісноводних раків в Україні характеризуються вираженою просторовою мінливістю, яка визначається як типом водойми (річки, водосховища, озера, лимани), так і комплексом локальних чинників. Порівняльний аналіз ростових показників має прикладне значення для оцінки стану популяцій, обґрунтування лімітів вилову та визначення пріоритетів охорони, особливо для локальних ендемічних і рідкісних таксонів [9, 10].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Порівняльний аналіз росту прісноводних раків між різними типами водойм України має враховувати комплекс чинників, основою яких є вплив природних та антропогенних умов на темпи росту і формування розмірно-вагової структури популяцій. Попри наявність регіональних досліджень, в Україні досі відсутній уніфікований підхід до зіставлення ростових показників раків у річках, водосховищах та лиманах (у тому числі солонуватоводних ділянках), що ускладнює інтерпретацію сучас-

eas), which complicates the interpretation of current trends and comparison of results from different authors [11, 12]. Harmonization of methodological principles is necessary, since the available data were often obtained under different conditions of sampling, in different seasons and using different morphometric measurements and samples, which reduces the correctness of inter-waterbody comparisons [13, 14].

An important methodological task is also to separate the contribution of natural factors, such as temperature regime, trophic state of the water body and salinity, from anthropogenic influences, among which pollution, fishing intensity and hydroregulation are key. It is the combined effect of these factors that determines the real growth rates, survival and age structure of populations, and therefore requires a unified statistical approach and the use of agreed indicators [15, 16]. In this context, the correct interpretation of the phenomenon of "size reduction" in modern samples is particularly important, since it can reflect both a slowdown in individual growth due to worsening living conditions, and a "rejuvenation" of the population due to selective capture of large individuals, or a complex effect of the above reasons [17, 18].

The aim of the work: to summarize and compare available quantitative parameters of freshwater crayfish growth in various water bodies of Ukraine and to propose a unified approach to further comparative field studies.

MATERIALS AND METHODS

The materials for the review and comparative study on the topic were published quantitative data from scientific papers, reports and professional publications containing information on the growth and morphometry of freshwater crayfish in natural water bodies of Ukraine. The analних тенденцій і порівняння результатів різних авторів [11, 12]. Узгодження методичних принципів є необхідним, оскільки наявні дані часто отримані за різних умов відбору матеріалу, у різні сезони та з використанням неоднакових морфометричних промірів і вибірок, що знижує коректність міжводоймових зіставлень [13, 14].

Важливим методичним завданням є також відокремлення внеску природних чинників, таких як температурний режим, трофічний стан водойми та солоність, від антропогенних впливів, серед яких ключовими постають забруднення, інтенсивність вилову та гідрорегуляція. Саме поєднаний ефект цих факторів визначає реальні темпи росту, виживаність і вікову структуру популяцій, а отже — потребує єдиного статистичного підходу та використання узгоджених індикаторів [15, 16]. У цьому контексті особливо актуальною є коректна інтерпретація феномену «зменшення розмірів» у сучасних вибірках, оскільки він може відображати як уповільнення індивідуального росту внаслідок погіршення умов існування, так і «омолодження» популяції через вибірковий вилов великих особин, або комплексну дію зазначених причин [17, 18].

Мета роботи — узагальнити й порівняти доступні кількісні показники росту прісноводних раків у різних водоймах України та запропонувати уніфікований підхід до подальших польових порівняльних досліджень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Матеріалами для оглядово-порівняльного дослідження за темою були опубліковані кількісні дані з наукових статей, звітних матеріалів і фахових видань, що містять відомості про ріст і морфометрію прісноводних раків у природних водоймах України. До аналізу

ysis included the total body length and carapace length, body weight, size group structure, maximum lengths in samples, as well as parameters of the length-weight ratio. Particular attention was paid to the comparability of primary data from different authors (seasonality of selection, sample sizes, approaches to measurements and presentation of statistical characteristics), since these factors determine the correctness of inter-waterbody comparisons [19, 20].

The empirical basis of the review was formed by two information blocks representing different types of water bodies. The first block covered the reservoirs of the Dnieper region and adjacent water areas (Zaporizhzhia and Kamianske reservoirs, Samara Bay), where available data on morphometry and weight of crayfish allow assessing intraregional growth variability in reservoir conditions. The second block included materials from the Dniester Estuary, which reflected the dynamics of the size structure and maximum lengths in 2017–2025 compared to historical data from the 1960s–1970s, which allows analyzing long-term changes in growth characteristics in a transitional (river-estuary) ecosystem.

To ensure correct inter-waterbody comparison, a consistent set of indicators was used: L — total body length (mm) and carapace length; W — body weight (g); modal length group and proportion of large sizes; maximum length in the sample as an indicator of the presence of older age groups.

General scientific research methods were used in this work. Among the theoretical methods used, analysis, synthesis, generalization, induction, deduction and comparison were used, which ensured a consistent transition from general ideas about growth factors to specific differences among different water bodies and the formation of conclusions regarding current

залучали показники загальної довжини тіла та довжини карапакса, маси тіла, структури розмірних груп, максимальних довжин у вибірках, а також параметри співвідношення «довжина–маса». Особливу увагу приділяли зіставності первинних даних різних авторів (сезонність відбору, обсяги вибірок, підходи до промірів і подання статистичних характеристик), оскільки саме ці чинники визначають коректність міжводоймового порівняння [19, 20].

Емпіричну основу огляду формували два інформаційні блоки, що репрезентують різні типи водних об'єктів. Перший блок охоплював водосховища Придніпров'я та прилеглі акваторії (Запорізьке й Кам'янське водосховища, Самарська затока), де наявні дані щодо морфометрії та маси раків дозволяють оцінити внутрішньорегіональну мінливість росту у водосховищних умовах. Другий блок включав матеріали з Дністровського лиману, в яких відображено динаміку розмірної структури та максимальних довжин у 2017–2025 рр. у порівнянні з історичними даними 1960–1970-х років, що дає змогу аналізувати довгострокові зміни ростових характеристик у перехідній (річково-лиманній) екосистемі.

Для забезпечення коректного порівняння між водоймами використовували узгоджений набір індикаторів: L — загальна довжина тіла (мм) та LC — довжина карапакса; W — маса тіла (г); модальна група довжин і частка великих розмірів; максимальна довжина у вибірці як індикатор наявності старших вікових груп.

Для підготовки статті використано загальнонаукові методи досліджень. Серед теоретичних методів застосовано аналіз, синтез, узагальнення, індукцію, дедукцію та порівняння, що забезпечило послідовний перехід від загальних уявлень про чинники росту до конкретних міжводоймових відмінностей і форму-

trends and causes of variability in growth rates of freshwater crayfish in Ukraine.

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

According to the morphometric data of males of the Danube crayfish or narrow-clawed crayfish in three water bodies of the Dnipropetrovsk region (Kamyanske reservoir, Zaporizhzhia reservoir, Samara Bay), pronounced differences were observed in terms of total length, carapace length and weight. The highest average values of length and weight were recorded in the Zaporizhzhia Reservoir, while these values were lower in the Samara Bay. This confirms that even within the same basin, the growth of *A. leptodactylus* can vary significantly depending on the conditions of a specific water area (food supply, hydrological regime, catch pressure, etc.).

Based on the data in Table 1, for males of *Astacus leptodactylus*, a clear gradation of growth parameters among the three water areas was observed: the maximum average values of total length, carapace lenght and weight were characteristic of the Zaporizhzhia Reservoir, while in the Kamyanske Reservoir and Samara Bay these values are lower. The length-weight ratio together with the difference in average weight (most contrastingly between the Zaporizhzhia Reservoir and the Samara Bay) indicates that within the same basin different “growth profiles” of populations were formed, which may be due to differences in the food supply, hydrological regime, structure of bottom biotopes, fishing pressure and local anthropogenic load.

The difference between the Zaporizhzhia Reservoir and the two other water areas in terms of average weight was the most contrasting: 70.73 g versus 36.44 g (Kamyanske) and 32.68 g (Samara Bay), i.e. 1.94–2.16 times, which was consistent with the larger lengths (Table 1).

вання висновків щодо сучасних тенденцій та причин мінливості ростових показників прісноводних раків в Україні.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За даними морфометрії самців вузькопалого рака *A. leptodactylus* у трьох водоймах Дніпропетровської області (Кам’янське водосховище, Запорізьке водосховище, Самарська затока), спостерігаються виражені відмінності за показниками загальної довжини (total length), промислової довжини (carapace length) та маси. Найвищі середні значення довжини й маси зафіксовані у Запорізькому водосховищі, тоді як у Самарській затоці показники були нижчими. Це підтверджує, що навіть у межах одного басейну ріст *A. leptodactylus* може суттєво різнитися залежно від умов конкретної акваторії (кормова база, гідрологічний режим, тиск вилову тощо).

На основі даних таблиці 1 для самців *A. leptodactylus* простежується чітка градація ростових показників між трьома акваторіями: максимальні середні значення загальної довжини, промислової довжини та маси характерні для Запорізького водосховища, тоді як у Кам’янському водосховищі та Самарській затоці показники нижчі. Співвідношення «довжина–маса» у сукупності з різницею у середній масі (найконтрастніше — між Запорізьким водосховищем і Самарською затокою) свідчить, що в межах одного басейну формуються різні «ростові профілі» популяцій, які можуть бути зумовлені відмінностями кормової бази, гідрологічного режиму, структури донних біотопів, тиску вилову та локального антропогенного навантаження. Отже, водосховища та затоки не можна розглядати як однакові за умовами середовища, навіть якщо вони належать до одного регіону (див. табл. 1).

Table 1. **Morphometric parameters of *Astacus leptodactylus* males in water bodies of the Dnipropetrovsk region (M±m; n=25) [1]**

Water body	Species	Total length, cm	Carapace length, cm	Weight, g
Kamyanske Reservoir	*Astacus leptodactylus*	10.74±0.21	9.50±0.23	36.44±2.84
Zaporizhzhia Reservoir	*Astacus leptodactylus*	12.76±0.74	11.30±0.71	70.73±12.73
Samara Bay	*Astacus leptodactylus*	10.38±0.21	9.20±0.22	32.68±1.58

For statistical testing of differences in L, CL and W among different water bodies, it is advisable to use a one-way comparison of groups (ANOVA or non-parametric tests depending on the distribution). Even at the level of descriptive statistics, it is clear that the differences are most pronounced for weight, while the linear parameters (L and CL) demonstrate a consistent but less contrasting shift. This highlights the need to analyze not only average lengths, but also size class distributions (modal group, proportion of large individuals), as the sample structure can shape the "size reduction effect" in the population.

Data from the Kyiv Reservoir from 1995–2006 describe a long-term population "background" for a large reservoir system: an average length of 12–13 cm and an average weight of about 70 g are combined with a high proportion of the commercial contingent (about 2/3). In a comparative aspect, this is important as an example of a water body with a stable formation of a significant proportion of large size groups (Table 2).

The results presented in Table 2 indicate that these values reflect the long-term "background" of the population in a large reservoir: average length of about 12–13 cm and average weight of about 70 g with a share of the commercial contingent of ~2/3. Together with the results from the Dnieper region, this allows formulating a working hypothesis: in large reservoirs, under relatively favorable conditions and lower fishing pressure, higher average values of L and W and a larger proportion of commercial individuals are more often

Різниця між Запорізьким водосховищем і двома іншими акваторіями за середньою масою є найконтрастнішою: 70,73 г проти 36,44 г (Кам'янське) та 32,68 г (Самарська затока), тобто у 1,94–2,16 раза, що узгоджується з більшими лінійними розмірами (див. табл. 1).

Для статистичної перевірки міжакваторіальних відмінностей за показниками L, CL та W доцільним є застосування однофакторного порівняння груп (ANOVA або непараметричних тестів залежно від розподілу). Навіть на рівні описової статистики видно, що відмінності найвираженіші саме для маси, тоді як лінійні показники (L і CL) демонструють узгоджене, але менш контрастне зміщення. Це підкреслює необхідність аналізу не лише середніх довжин, але й розподілів за розмірними класами (модальна група, частка великих особин), оскільки структура вибірки може формувати «ефект зменшення розмірів» у популяції.

Дані Київського водосховища 1995–2006 рр. описують довготривалий популяційний «фон» для великої водосховищної системи: середня довжина 12–13 см та середня маса близько 70 г поєднуються з високою часткою промислового контингенту (близько 2/3). У порівняльному аспекті це важливо як приклад водойми зі стабільним формуванням значної частки великих розмірних груп (табл. 2).

Разом із результатами, отриманими у Придніпров'ї, це дозволяє сформулювати робочу гіпотезу: у великих водосховищах за відносно сприятливих

Table 2. **Structural indicators of the *Astacus leptodactylus* population in the Kyiv Reservoir (1995–2006; average values M±m) [21]**

Water body	Species	Average length, cm	Average weight, g	Percentage of males, %	Commercial contingent, %
Kyiv Reservoir	*Astacus leptodactylus* (in sourse: *Astacus*)	12.75±0.86	69.0±4.97	44.75±6.40	66.0±8.76

recorded, while in bay and estuarine areas with local stressors, the size structure can "rejuvenate".

Unlike the Dnieper reservoirs, the population of another species was studied in the Dniester estuary – the white Dniester crayfish *Pontastacus eichwaldi bessarabicus*. For this species, in the modern period, distinct changes in growth and structural characteristics have been recorded, manifested as a "rejuvenation" of the dimensional structure. If in the 1960s and 1970s a significant proportion of individuals belonged to groups of 13.5–16.5 cm, then the modal groups shifted to 9–11 cm in 2017–2025. At the same time, the maximum length decreased: it was 14.5–15.0 cm in 2019–2025, while in the historical period the maximum dimensions reached 19–20 cm.

Structural shifts are accompanied by a deterioration in the reproductive indicators of the population. In particular, the fertility retention coefficient Ki decreased from 0.63 in 2017–2018 to 0.53 in 2020–2025, which is consistent with the general trend of decreasing reproductive potential and reducing the share of older size groups. Within the framework of a comparative analysis by water body type (reservoirs ↔ estuaries), these results are important because they demonstrate that in a transitional (river-estuary, partially brackish-water) ecosystem, environmental changes and/or human impact can manifest themselves primarily through a shift in modal length and a decrease in max L — indicators of the presence of older age groups.

The detected "size reduction" in the

умов та нижчого тиску вилову частіше фіксуються вищі середні значення L і W та більша частка промислових особин, тоді як у затокових і пригирлових ділянках з локальними стресорами розмірна структура може «омолоджуватися».

На відміну від дніпровських водосховищ, у Дністровському лимані досліджувалася популяція іншого виду — білого дністровського рака *P. eichwaldi bessarabicus*. Для цього виду у сучасний період зафіксовано виразні зміни ростових і структурних характеристик, що проявляються як «омолодження» розмірної структури. Якщо в 1960–1970-х рр. значна частка особин належала до груп 13,5–16,5 см, то у 2017–2025 рр. модальні групи змістилися до 9–11 см. Одночасно знизився показник максимальної довжини: у 2019–2025 рр. він становив 14,5–15,0 см, тоді як у попередній історичний період максимальні розміри досягали 19–20 см.

Структурні зрушення супроводжуються погіршенням репродуктивних індикаторів популяції. Зокрема, коефіцієнт збереження плодючості Ki зменшився з 0,63 у 2017–2018 рр. до 0,53 у 2020–2025 рр., що узгоджується із загальною тенденцією зниження відтворного потенціалу та скорочення частки старших розмірних груп. У межах порівняльного аналізу за типами водойм (водосховище ↔ лиман) ці результати є важливими, оскільки демонструють, що в перехідній (річково-лиманній, частково солонуватоводній) екосистемі зміни середовища та/або антропогенний тиск можуть проявлятися передусім через

P. eichwaldi bessarabicus population should be interpreted comprehensively, since it may be a consequence of (a) slowing down of individual growth under conditions of chronic environmental stress, (b) selective elimination of large individuals, which leads to "rejuvenation" of the size structure, or (c) the combined effect of these factors. Therefore, for inter-waterbody comparisons in estuarine systems, not only the average length/weight values are key, but also the modal group, the proportion of large individuals, and the maximum length as markers of population stability.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

Comparative analysis showed that the growth and size-weight characteristics of freshwater crayfish in Ukraine vary significantly between types of water bodies and even between individual water areas within the same basin. Using the example of *A. leptodactylus* in the Dnieper region, pronounced differences in average length and weight between reservoirs and the bay were established, reflecting the role of local hydroecological conditions and anthropogenic pressure.

Large reservoirs are characterized by the stable presence of a significant proportion of large size groups and a high percentage of the commercial contingent, which can indicate relatively favorable feeding conditions and differences in the mode of use of biological resources compared to local bay areas.

In estuarine (transitional, partially brackish) systems, a complex of signs of population degradation through the prism of growth was observed in *P. eichwaldi*

зсув модальної довжини та зниження max L — індикаторів присутності старших вікових груп.

Виявлене «зменшення розмірів» у популяції *P. eichwaldi bessarabicus* доцільно трактувати комплексно, оскільки воно може бути наслідком: а) уповільнення індивідуального росту в умовах хронічного екологічного стресу; б) вибіркового вилучення крупних особин, що призводить до «омолодження» розмірної структури, або в) сумарної дії цих чинників. Тому для міжводоймових зіставлень у лиманних системах ключовими є не лише середні значення довжини/маси, а й модальна група, частка великих особин та максимальна довжина як маркери стабільності популяції.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Порівняльний аналіз показав, що ростові та розмірно-вагові характеристики прісноводних раків в Україні суттєво варіюють між типами водойм і навіть між окремими акваторіями в межах одного басейну. На прикладі *A. leptodactylus* у Придніпров'ї встановлено виражені відмінності за середньою довжиною та масою між водосховищами і затокою, що відображає роль локальних гідроекологічних умов і антропогенного тиску.

Для великих водосховищ характерною є стабільна присутність значної частки великих розмірних груп і високий відсоток промислового контингенту, що може свідчити про відносно сприятливі умови нагулу та відмінності у режимі використання біоресурсів порівняно з локальними затоковими ділянками.

У лиманних (перехідних, частково солонуватоводних) системах на прикладі *P. eichwaldi bessarabicus* виявлено комплекс ознак деградації популяції через призму росту: зсув модальних

bessarabicus: a shift of modal groups to smaller lengths, a decrease in maximum sizes, and a deterioration in the reproductive indicator Ki. This is consistent with the "rejuvenation" of the size structure and a decrease in the proportion of older age groups.

Interpreting "size reduction" requires a comprehensive approach: it may reflect both a slowdown in individual growth due to environmental stress, and structural shifts in the population due to selective harvest of large individuals, or the combined effect of these factors. Therefore, for correct inter-waterbody comparisons, it is advisable to analyze not only average values, but also modal groups, the proportion of large individuals, and the maximum lengths.

The unification of a set of parameters for typological comparisons among water bodies (average values of L and W, modal groups, maximum length, share of the commercial contingent and condition indices; if available, reproductive parameters) is a promising basis for long-term monitoring of the status of freshwater crayfish populations in various water bodies in Ukraine.

The prospects for further research include expanding the geography of comparisons (including river sections of various types, lakes and reservoirs), standardizing measurement protocols and sampling seasonality, as well as applying unified statistical approaches (group comparisons, analysis of size structure variation, multidimensional classification methods) on larger data sets. A practically important direction is the integration of growth parameters with environmental quality parameters (oxygen, temperature, trophicity, mineralization/salinity, pollution) and with an assessment of fishing pressure to justify limits, protection regimes and priorities for the restoration of local populations.

груп до менших довжин, зниження максимальних розмірів та погіршення репродуктивного індикатора Ki. Це узгоджується з «омолодженням» розмірної структури і зменшенням частки старших вікових груп.

Інтерпретація «зменшення розмірів» потребує комплексного підходу: воно може відображати як уповільнення індивідуального росту внаслідок екологічного стресу, так і структурні зрушення популяції через вибірковий вилов великих особин, або сумарний ефект цих чинників. Тому для коректних міжводоймових зіставлень доцільно аналізувати не лише середні значення, а й модальні групи, частку великих особин та максимальну довжину.

Уніфікація набору показників для типологічних порівнянь між водоймами (середні значення L і W, модальні групи, максимальна довжина, частка промислового контингенту та індекси кондиції; за наявності — репродуктивні індикатори) є перспективною основою для довготривалого моніторингу стану популяцій прісноводних раків у різних водних об'єктах України.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні географії порівнянь (включення річкових ділянок різного типу, озер і водосховищ), стандартизації протоколів промірів і сезонності відбору, а також у застосуванні єдиних статистичних підходів (порівняння груп, аналіз варіації розмірної структури, багатовимірні методи класифікації) на більших масивах даних. Практично важливим напрямом є інтеграція ростових індикаторів із показниками якості середовища (кисень, температура, трофність, мінералізація/солоність, забруднення) та з оцінкою тиску вилову для обґрунтування лімітів, охоронних режимів і пріоритетів відновлення локальних популяцій.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors sincerely thanks the Armed Forces of Ukraine for the protection and security that made this research possible. We highly appreciate their resilience and courage, thanks to which this work was made possible.

ПОДЯКА

Автори щиро дякують Збройним Силам України за захист і безпеку, що дали змогу проводити дослідження. Високо цінуємо їхню стійкість і мужність, завдяки яким ця робота стала можливою.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in this and their other works.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори стверджують, що у цій та інших їх роботах 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 the 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. Borovyk, I. I., & Marenkov, O. M. (2023). Analiz liniino-vahovykh pokaznykiv richkovykh rakiv (*Astacus*) u vodoimakh Dnipropetrovskoi oblasti. *Biolohiia tvaryn, 25(4),* 37-43. https://doi.org/10.15407/animbiol25.04.037.
2. Mezhzherin, S. V., et al. (2012). Porivnialnyi analiz morfolohichnoi minlyvosti populiatsii vuzkopaloho raka (*Astacus leptodactylus*) u vodoimakh pivdenno-skhidnoi Ukrainy. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia Biolohiia, 33,* 133-136.
3. Shekk, P. V., & Sydorak, R. V. (2024). Suchasnyi stan pryrodnoi populiatsii biloho dnistrovskoho raka (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) v Dnistrovskomu lymani. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3(69),* 4-18. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004.
4. Policar, T., Bondarenko, V., & Bezusyj, O., et al. (2018). Crayfish in central and southern Ukraine with special focus on populations of indigenous crayfish *Astacus pachypus* (Rathke, 1837) and their

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровик І. І., Маренков О. М. Аналіз лінійно-вагових показників річкових раків (*Astacus*) у водоймах Дніпропетровської області // Біологія тварин. 2023. Т. 25, № 4. С. 37—43. https://doi.org/10.15407/animbiol25.04.037.
2. Порівняльний аналіз морфологічної мінливості популяцій вузькопалого рака (*Astacus leptodactylus*) у водоймах південно-східної України / Межжерін С. В. та ін. // Науковий вісник Ужгородського університету. 2012. Вип. 33. С. 133—136. (Серія : Біологія).
3. Шекк П. В., Сидорак Р. В. Сучасний стан природної популяції білого дністровського рака (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967) в Дністровському лимані // Рибогосподарська наука України. 2024. № 3(69). С. 4—18. https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.004.
4. Crayfish in central and southern Ukraine with special focus on populations of indigenous crayfish *Astacus pachypus*

conservation needs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 28,* 6-16. https://doi.org/10.1002/aqc.2798.

5. Mezhzherin, S. V., Kostyuk, V. S., Garbar, A. V., Zhalai, E. I., & Kutishchev, P. S. (2015). The thick-clawed crayfish, *Astacus pachypus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae), in Ukraine: Karyotype, allozymes and morphological parameters. *Vestnik Zoologii, 49,* 41-48. https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0004.
6. Brodskyi, S. Ya. (1981). *Fauna Ukrainy. Vyshchi raky. Richkovi raky.* (Vol. 26, iss. 3). Kyiv: Naukova dumka.
7. Pro zatverdzhennia perelikiv vydiv tvaryn, shcho zanosiatsia do Chervonoi knyhy Ukrainy (tvarynnyi svit), ta vydiv tvaryn, shcho vykliucheni z Chervonoi knyhy Ukrainy (tvarynnyi svit): nakaz Mindovkillia vid 19.01.2021 № 29 (zareiestr. u Miniusti 01.03.2021 № 260/35882). *zakon.rada.gov.ua.* Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0260-21.
8. Sydorak, R. V. (2024). Biolohiia ta kultyvuvannia prisnovodnykh 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.
9. 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*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 24-26. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-476-4-6.
10. 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 pryrodnychykh nauk, 7,* 18-24. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.2.

(Rathke, 1837) and their conservation needs / Policar T. et al. // Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2018. Vol. 28. P. 6—16. https://doi.org/10.1002/aqc.2798.

5. The thick-clawed crayfish, *Astacus pachypus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae), in Ukraine: Karyotype, allozymes and morphological parameters / Mezhzherin, S. V. et al. // Vestnik Zoologii. 2015. Vol. 49. P. 41—48. https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0004.
6. Бродський С. Я. Фауна України. Т. 26, вип. 3 : Вищі раки. Річкові раки. Київ : Наукова думка, 1981.
7. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) : наказ Міндовкілля від 19.01.2021 № 29 (зареєстр. у Мін'юсті 01.03.2021 № 260/35882). URL : https://zakon.rada.gov.ua/go/z0260-21 (дата звернення : 01.03.2025).
8. 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.
9. 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. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. 24—26 p. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-476-4-6.
10. 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.
11. Шекк П. В., Бургаз М. І. Аквакуль-

11. Shekk P. V., & Burhaz M. I. (2023). *Akvakultura prisnovodnykh i morskykh ryb, moliuskiv i bezkhrebetnykh (vidtvorennia i vyroshchuvannia, svitovyi dosvid): navchalnyi posibnyk.* (Part 2). Odesa: Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet.
12. Fedorovych, Ye. I., et al. (2022). Zviazok 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.
13. Emery-Butcher, H., Beatty, S., & Robson, B. (2023). Seasonal and perennial water populations of an endemic crayfish differ in behavioural responses to drying but not metabolism. *Ecohydrology, 16(6),* e2566. https://doi.org/10.1002/eco.2566.
14. McClain, W. (2020). Crayfish Aquaculture. *Fisheries and Aquaculture, 9,* 259-284. https://doi.org/10.1093/oso/9780190865627.003.0011.
15. Richardson, A. M. M. (2019). Body size in freshwater crayfish: an intercontinental comparison. *Freshwater Crayfish, 24(1),* 43-47.
16. *The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience.* (2020). Rome: FAO.
17. Walker, R., & Entrekin, S. (2023). All in moderation: crayfish populations are affected by precipitation-driven habitat availability and water quality in a non perennial stream. *Aquatic Sciences.* https://doi.org/10.1007/s00027-023-00993-5.
18. Marenkov, O., et al. (2024). Biolohichni pokaznyky ta promyslove vykorystannia osnovnykh vydiv ryb i richkovykh rakiv Zaporizkoho (Dniprovskoho) vodoskhovyshcha. *ScienceRise: Biolohichna nauka, 1 (38),* 17-30. https://doi.org/10.15587/2519-8025.2024.301412.
19. Marenkov, O. M., Nesterenko, O. S., тура прісноводних і морських риб, молюсків і безхребетних (відтворення і вирощування, світовий досвід) : навчальний посібник. Ч. 2. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2023.
12. 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.
13. Emery-Butcher H., Beatty S., Robson B. Seasonal and perennial water populations of an endemic crayfish differ in behavioural responses to drying but not metabolism // Ecohydrology. 2023. Vol. 16, iss. 6. e2566. https://doi.org/10.1002/eco.2566.
14. McClain W. Crayfish Aquaculture // Fisheries and Aquaculture. 2020. Vol. 9. P. 259—284. https://doi.org/10.1093/oso/9780190865627.003.0011.
15. Richardson A. M. M. Body size in freshwater crayfish: an intercontinental comparison // Freshwater Crayfish. 2019. Vol. 24(1). P. 43—47.
16. The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience. Rome : FAO, 2020. 205 p.
17. Walker R., Entrekin S. All in moderation: crayfish populations are affected by precipitation-driven habitat availability and water quality in a non perennial stream // Aquatic Sciences. 2023. https://doi.org/10.1007/s00027-023-00993-5.
18. Біологічні показники та промислове використання основних видів риб і річкових раків Запорізького (Дніпровського) водосховища / Маренков О. та ін. // ScienceRise: Біологічна наука. 2024. № 1 (38). С. 17—30. https://doi.org/10.15587/2519-8025.2024.301412.
19. Біологічні показники і промислова експлуатація основних видів риб і річкових раків Запорізького (Дніпров-

Borovyk, I. I., Shmahailo, M. O., Hamolin, A. V., & Kapshuk, N. O. (2024). Biolohichni pokaznyky i promyslova ekspluatatsiia osnovnykh vydiv ryb i richkovykh rakiv Zaporizkoho (Dniprovskoho) vodoskhovyshcha. *ScienceRise: Biological Science,* 1(38), 17-30. https://doi.org/10.15587/2519-8025.2024.301412.

20. Korzhenevska, P. O., Marenkov, O. M., Borovyk, I. I., & Sondak, V. V. (2023). Rivni nakopychennia vazhkykh metaliv ta aktyvnosti radionuklidiv u vuzkopalykh richkovykh rakakh (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Kamianskoho ta Zaporizkoho (Dniprovskoho) vodoskhovyshch. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 4(66)*, 49-68. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.049.
21. Ulman, Ye. Zh. (2009). Biolohichnyi stan populiatsii rakiv u Kyivskomu vodoskhovyshchi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy, 3 (9),* 39-42.

ського) водосховища / Маренков О. М. та ін. // ScienceRise: Biological Science. 2024. № 1(38). С. 17—30. https://doi.org/10.15587/2519-8025.2024.301412.

20. Рівні накопичення важких металів та активності радіонуклідів у вузькопалих річкових раках (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Кам'янського та Запорізького (Дніпровського) водосховищ / Корженевська П. О. та ін. // Рибогосподарська наука України. 2023. № 4(66). С. 49—68. https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.049.
21. Ульман Е. Ж. Біологічний стан популяції раків у Київському водосховищі // Рибогосподарська наука України. 2009. № 3 (9). С. 39—42.