

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Біологічний факультет

Кафедра зоології, гідробіології та загальної екології

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАРАВАНСЬКИЙ ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ

УДК 597.556.3:574.34:574.523

ДИСЕРТАЦІЯ

**БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ БИЧКОВИХ РИБ РОДУ *PONTICOLA* В
ОДЕСЬКІЙ ЗАТОЦІ**

091 «Біологія»

09 «Біологія»

Подається на здобуття наукового ступеня: доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Караванський Ю.В.

Науковий керівник: Заморов Веніамін Веніамінович,
кандидат біологічних наук

Одеса – 2026

АНОТАЦІЯ

Караванський Ю.В. Біологія та екологія бичкових риб роду *Ponticola* в Одеській затоці – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 – Біологія. Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, 2026.

Дисертація присвячена комплексному вивченню біології та екології трьох видів бичкових риб роду *Ponticola* – бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976), бичка рудого *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) та бичка кам'яного *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840) – у прибережних екосистемах Одеського регіону Чорного моря. Дослідження базується на матеріалі уловів в Одеській затоці зібраного у 2019, 2020, 2021, 2023 та 2024 роках. Проаналізовано розмірно-масову характеристику, вікову й статеву структуру популяцій трьох видів бичків, їх спектр живлення та трофічні відносини, а також їх поведінкові особливості, зокрема добові ритми рухової та агресивної активності в лабораторних умовах. Використано статистичні методи – дисперсійний аналіз (ANOVA), кореляційний аналіз Пірсона та тест Тьюкі HSD для оцінки добових ритмів. Для вивчення поведінки бичків застосовано оригінальну методику «комп'ютерного зору» на основі трекінгу об'єктів, що забезпечує автоматизовану фіксацію рухливості, агресивності та міжособистісних взаємодій без впливу спостерігача. Проведено історичний огляд систематики роду *Ponticola* від XVIII століття до сучасних молекулярно-генетичних досліджень, з акцентом на основні філогенетичні групи та екологічну пластичність видів.

У роботі проаналізовано 2694 особини трьох видів: бичка Пінчука – 1749 (1012 самців і 737 самок), бичка рудого – 499 (246 самців і 253 самки) та бичка кам'яного – 446 (225 самців і 221 самка), які належали до чотирьох вікових груп (1+–4+). Живлення вивчено за весняний, літній та осінній

періоди з розрахунком індексу відносної значущості (ІВЗ), таксономічної подібності (ІТП), харчової подібності (ІХП) та індексу Хорна.

У бичка Пінчука домінувала вікова група 3+ (до 91,4% у самців та 79,2% у самок). Визначено параметри формули Гекслі (самці: $a = 0,024$, $b = 2,749$; самки: $a = 0,018$, $b = 2,862$) та моделі Берталанфі (самці: $L_{\infty} = 24,0$ см, $k = 0,35$; самки: $L_{\infty} = 22,0$ см, $k = 0,40$). Природна смертність становила $0,69-0,85$ рік⁻¹ (за емпіричним методом Паулі), асимптотична маса – 149 г для самців і 125 г для самок. За характером живлення бичок Пінчука – бентофаг із раціоном, що включав 25 таксонів макрозообентосу та характеризувався домінуванням ракоподібних (*Carcinus aestuarii*, *Idotea balthica*, *Pontogammarus olivii*) та молюсків (*Mytilus galloprovincialis*, *Cerastoderma glaucum*). Сезонні зміни виявляли переважання ракоподібних навесні (ІВЗ = 1200–1500%), олігохет (Oligochaeta) влітку (ІВЗ = 500–1900%) та поліхет (Polychaeta) восени (ІВЗ = 90–1750%), із вираженими міжстатевими відмінностями (самці частіше споживали *Carcinus aestuarii*, самки – *Mytilus galloprovincialis*).

У бичка рудого домінувала вікові групи 2+–3+ (до 85% у самців та 82% у самок). Визначено параметри формули Гекслі (самці: $a = 0,022$, $b = 2,812$; самки: $a = 0,020$, $b = 2,895$) та моделі Берталанфі (самці: $L_{\infty} = 23,5$ см, $k = 0,38$; самки: $L_{\infty} = 21,5$ см, $k = 0,42$). Природна смертність становила $0,76-0,84$ рік⁻¹ (за емпіричним методом Паулі), асимптотична маса – 138 г для самців і 118 г для самок. За характером живлення бичок рудий – бентофаг із раціоном, що включав 24 таксони макрозообентосу та характеризувався домінуванням ракоподібних (*Idotea balthica*, *Palaemon elegans*) та олігохет. Сезонні зміни виявляли переважання амфіпод (Amphipoda) та ізопод (Isopoda) навесні (ІВЗ = 1100–1400%), олігохет влітку (ІВЗ = 700–1800%) та ракоподібних (*Pontogammarus olivii*, *Idotea balthica*) восени (ІВЗ = 800–1300%), із незначними міжстатевими відмінностями (самці частіше споживали олігохет та поліхет (*Fabricia stellaris*), самки – молюсків (*Hydrobia acuta*, *Mytilaster lineatus*)).

У бичка кам'яного домінувала вікові групи 2+ та 4+ (до 88% у самців та 84% у самок). Визначено параметри формули Гекслі (самці: $a = 0,025$, $b = 2,765$; самки: $a = 0,019$, $b = 2,878$) та моделі Берталанфі (самці: $L_{\infty} = 24,5$ см, $k = 0,36$; самки: $L_{\infty} = 22,5$ см, $k = 0,41$). Природна смертність становила $0,76\text{--}0,84 \text{ рік}^{-1}$ (за емпіричним методом Паулі), асимптотична маса – 142 г для самців і 120 г для самок. За характером живлення бичок кам'яний – бентофаг із раціоном, що включав 25 таксонів макрозообентосу та характеризувався домінуванням ракоподібних (*Palaemon elegans*, *Carcinus aestuarii*, *Idotea balthica*) і молюсків (*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*). Сезонні зміни виявляли переважання ракоподібних та поліхет навесні (ІВЗ = 1000–1300%), поліхет та молюсків влітку (ІВЗ = 600–2600%), молоді риби (Gobiidae) та ракоподібних восени (ІВЗ = 700–1700%). Міжстатеві відмінності показали, що самки більше споживали молюсків (*Setia valvatoides*, *Pusillina lineolata*, *Cerastoderma glaucum*) і молодих риби (Gobiidae). Результати досліджень включають аналіз трофічних зв'язків, які свідчать про наявність потенційної конкуренції, найбільш вираженої між бичком Пінчука і бичком рудим у весняно-літній період (ІХП = 60,1–71,9 %, індекс Хорна = 0,745–0,885), що зумовлено значним перекриванням їхніх раціонів за ракоподібними.

Добові ритми активності показали різні типи добової поведінки серед трьох видів бичків: ранкову у бичка Пінчука (max 72 рухи/год о 06:00–07:00), ранкову і вечірню у бичка рудого (max 59,7 та 61,7 рухи/год о 08:00–09:00 та 16:00–17:00 відповідно) та денну у бичка кам'яного (max 65,1 рух/год о 11:00–12:00). Рівні агресивності також відрізнялися: максимальні значення для бичка Пінчука становили 31,5 рухів/год (інтенсивність агресивності 42,9%) у ранкові години в інтервалі 06:00–07:00, для бичка рудого – 15,3 рухів/год (інтенсивність 31,8%) удень в інтервалі 14:00–15:00 та для бичка кам'яного – 23,5 рухів/год (інтенсивність 39,8%) удень в інтервалі 12:00–13:00. Міжвидові відмінності були статистично значущими (ANOVA, $p < 0,05$), що свідчить про розмежування трофічних і поведінкових ніш та зниження рівня конкуренції.

Ключові слова: *Ponticola*, біорізноманіття, вікова структура, водні біоресурси, гідробіонти, добові ритми, живлення риб, зообентос, іхтіологічні дослідження, іхтіофауна, розмірно-вагова характеристика, стан рибного населення, Чорне море.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України

1. Заморов В. В., **Караванський Ю. В.**, Чернікова С. Ю. Результати досліджень іхтіофауни в прибережній зоні моря Одеської затоки у 2016–2017 рр. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2019. Т. 24, вип. 1(44). С. 77–93. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2019.1\(44\).168806](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2019.1(44).168806).
2. Снігірьов С. М., Заморов В. В., **Караванський Ю. В.**, Піцик В. З., Куракін О. П., Абакумов О. М., Люмкіс П. В., Снігірьов П. М., Морозов Ю. В., Квач Ю. В., Куцоконь Ю. К. Таксономічна та еколого-фауністична характеристика сучасної іхтіофауни Одеської затоки, Дністровського передгірлового узмор'я і прибережних вод о. Зміїний. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2020. Т. 25, вип. 2(47). С. 113–139. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.2\(47\).218060](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.2(47).218060).
3. **Караванський Ю. В.**, Рижко І. Л., Заморов В. В. Циркадні ритми бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) в лабораторних умовах. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2021. Т. 26, вип. 2(49). С. 37–47. DOI: [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2\(49\).246881](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2(49).246881).
4. **Караванський Ю. В.** Рухова активність бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) під впливом геомагнітних полів / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов, М. А. Швандт // Вісник Одеського національного університету. Біологія. – 2023. – Т. 28, № 1(52). – С. 55–66. – DOI: 10.18524/2077-1746.2023.1(52).284686.
5. **Караванський Ю. В.** Внутрішньовидова агресивність трьох видів бичкових риб роду *Ponticola* Іїїн, 1927 в лабораторних умовах / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Вісник Одеського національного університету. Біологія. – 2024. – Т. 29, № 1(54). – С. 21–35. – DOI: 10.18524/2077-1746.2024.1(54).309036.

6. Заморов В. В. Вплив температури води на внутрішньовидову агресивність бичка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) та бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) / В. В. Заморов, **Ю. В. Караванський** // Гідробіологічний журнал. – 2025. – Т. 61, № 2. – С. 87–96. – URL: https://hydrobiolog.com.ua/2025/pdf_2025_2/zamorov_5.pdf
7. Заморов В. В. Трофічна пластичність бичкових риб в Одеській затоці / В. В. Заморов, **Ю. В. Караванський**, О. С. Бондаренко та ін. // Гідробіологічний журнал. – 2026. – Т. 62, № 1. – С. 47–65. – URL: https://hydrobiolog.com.ua/2026/pdf_2026_1/zamorov_4.pdf

Матеріали та тези доповідей конференцій, з'їздів

1. **Караванський Ю. В.**, Сімьонова О. А. Внутрішньовидова агресія бичка-ратана *Ponticola ratan* (Nordm., 1940) в штучних умовах перебування. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: матеріали VIII Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції*, Херсон, 17-19 вер. 2015 р. / Херсонський державний аграрний університет, Херсон. Грінь Д.С. 2015. С. 18–21.
2. Заморов В. В., **Караванський Ю. В.**, Капшина І. А. Рухова активність бичка сурмана *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) протягом доби в штучних умовах існування. *Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів: збірник матеріалів VIII з'їзду Гідроекологічного товариства України, присвяченого 110-річчю заснування Дніпровської біологічної станції*, Київ, 6 – 8 листопада 2019 р. / НАН України, Інститут гідробіології. Київ. 2019. С. 201–204.
3. **Караванський Ю.В.**, Заморов В.В. Попередні дані щодо добової активності бичка камяного *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840) в штучних умовах існування. *Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Матеріали XIV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції*, 23–25 вер. 2021 р. / Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна 2021. С. 74–77.
4. **Караванський Ю. В.** Оцінка внутрішньовидової агресії бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) в лабораторних умовах / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Innovation processes in science and education : Materials of the V International research and practical internet

- conference (November, 21, 2023) : collection of abstracts / for the general ed. Ph.D Serhii Onyshchenko. – Zdar nad Sazavou : "DEL c.z.", 2023. – P. 5–8.
5. **Караванський Ю. В.** Агресивна поведінка бичка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) та бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) в лабораторних умовах / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Materials of the VIII International scientific and practical conference «Scientific Research as a Mechanism of Effective Human Development» (January 31-February 2, 2024). – Sofia : International Scientific Unity, 2024. – P. 379.
 6. **Караванський Ю. В.** Прояв внутрішньовидової агресії бичка рудого *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) в лабораторних умовах / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2024», присвяченої 95-річчю від дня народження відомого вченого-фізіолога, мікробіолога і популяризатора науки, професора Кузьми Миколайовича Векірчика (18–19 квітня 2024 р., м. Тернопіль). – Тернопіль : Вектор, 2024. – С. 106–108.
 7. **Караванський Ю. В.** Вплив температури води на внутрішньовидову агресивність бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976) та бичка кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті локальних та глобальних наслідків ведення воєнних дій : зб. матеріалів IX з'їзду Гідроекологічного товариства України (18–20 вересня 2024 р., м. Дніпро). – Дніпро : ПП «ЛІРА ЛТД», 2024. – С. 270–272.
 8. Заморов В. В. Результати сіткових уловів риби в Одеській затоці у 2020 р. / В. В. Заморов, **Ю. В. Караванський** // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : VI Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 9–10 жовтня 2024 р. : збірник матеріалів. – Київ : Про формат, 2024. – С. 92–94.
 9. Заморов В. В. Живлення скорпени звичайної *Scorpaena porcus* в акваторії острова Зміїний у 2020 році / В. В. Заморов, **Ю. В. Караванський**, С. М. Снігірьов // Сучасний стан водних екосистем Півдня України та методи їх відновлення у повоєнний період : матеріали наук.-практ. конф. (2024 р., м. Херсон). – Херсон : Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т, 2024. – С. 20.
 10. **Караванський Ю. В.** Живлення миня середземноморського *Gaidropsarus mediterraneus* в акваторії Одеської затоки восени 2020

року / Ю. В. Караванський, В. В. Заморов // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2025», присвяченої 85-річчю хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1–2 травня 2025 р., м. Тернопіль). – Тернопіль : Вектор, 2025. – С. 304–306.

SUMMARY

Karavanskyi Yu.V. Biology and Ecology of Goby Fishes of the Genus *Ponticola* in the Odessa Bay – Qualifying Scientific Work on the Rights of a Manuscript.

The PhD thesis in Biology by specialty 091 “Biology”. – Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, 2026.

The PhD dissertation is dedicated to the comprehensive study of the biology and ecology of three species of goby fishes of the genus *Ponticola* – Pinchuk's goby *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976), mushroom goby *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874), and ratan goby *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840) – in the coastal ecosystems of the Odessa region of the Black Sea. The research is based on the material of catches in the Odessa Bay collected in 2019, 2020, 2021, 2023, and 2024. The size-mass characteristics, age and sex structure of the populations of the three goby species, their feeding spectrum and trophic relationships, as well as their behavioral features, including daily rhythms of locomotor and aggressive activity in laboratory conditions, were analyzed. Statistical methods were used – analysis of variance (ANOVA), Pearson's correlation analysis, and Tukey's HSD test for assessing daily rhythms. For studying the behavior of gobies, an original «computer vision» methodology based on object tracking was applied, which ensures automated recording of mobility, aggressiveness, and interpersonal interactions without the influence of the observer. A historical review of the systematics of the genus *Ponticola* from the XVIII century to modern molecular-genetic studies was conducted, with an emphasis on the main phylogenetic groups and ecological plasticity of the species.

In the work, 2694 individuals of the three species were analyzed: Pinchuk's goby – 1749 (1012 males and 737 females), mushroom goby – 499 (246 males and 253 females), and ratan goby – 446 (225 males and 221 females), which belonged to four age groups (1+–4+). Feeding was studied for the spring, summer, and

autumn periods with the calculation of the index of relative importance (IRI), taxonomic similarity index (TSI), food similarity index (FSI), and Horn's index.

In Pinchuk's goby, the age group 3+ dominated (up to 91,4% in males and 79,2% in females). The parameters of Huxley's formula were determined (males: $a = 0,024$, $b = 2,749$; females: $a = 0,018$, $b = 2,862$) and Bertalanffy's model (males: $L_{\infty} = 24,0$ cm, $k = 0,35$; females: $L_{\infty} = 22,0$ cm, $k = 0,40$). Natural mortality was $0,69\text{--}0,85$ year⁻¹ (according to Pauly's empirical method), asymptotic mass – 149 g for males and 125 g for females. By the nature of feeding, Pinchuk's goby is a benthophage with a diet that included 25 taxa of macrozoobenthos and was characterized by the dominance of crustaceans (*Carcinus aestuarii*, *Idotea balthica*, *Pontogammarus olivii*) and mollusks (*Mytilus galloprovincialis*, *Cerastoderma glaucum*). Seasonal changes revealed the predominance of crustaceans in spring (IRI = 1200–1500%), oligochaetes (Oligochaeta) in summer (IRI = 500–1900%), and polychaetes (Polychaeta) in autumn (IRI = 90–1750%), with pronounced intersexual differences (males more often consumed *Carcinus aestuarii*, females – *Mytilus galloprovincialis*).

In the mushroom goby, the age group 2+–3+ dominated (up to 85% in males and 82% in females). The parameters of Huxley's formula were determined (males: $a = 0,022$, $b = 2,812$; females: $a = 0,020$, $b = 2,895$) and Bertalanffy's model (males: $L_{\infty} = 23,5$ cm, $k = 0,38$; females: $L_{\infty} = 21,5$ cm, $k = 0,42$). Natural mortality was $0,76\text{--}0,84$ year⁻¹ (according to Pauly's empirical method), asymptotic mass – 138 g for males and 118 g for females. By the nature of feeding, the mushroom goby is a benthophage with a diet that included 24 taxa of macrozoobenthos and was characterized by the dominance of crustaceans (*Idotea balthica*, *Palaemon elegans*) and oligochaetes. Seasonal changes revealed the predominance of amphipods (Amphipoda) and isopods (Isopoda) in spring (IRI = 1100–1400%), oligochaetes in summer (IRI = 700–1800%), and crustaceans (*Pontogammarus olivii*, *Idotea balthica*) in autumn (IRI = 800–1300%), with minor intersexual differences (males more often consumed oligochaetes and

polychaetes (*Fabricia stellaris*), females – mollusks (*Hydrobia acuta*, *Mytilaster lineatus*).

In the ratan goby, the age group 2+ and 4+ dominated (up to 88% in males and 84% in females). The parameters of Huxley's formula were determined (males: $a = 0,025$, $b = 2,765$; females: $a = 0,019$, $b = 2,878$) and Bertalanffy's model (males: $L_{\infty} = 24,5$ cm, $k = 0,36$; females: $L_{\infty} = 22,5$ cm, $k = 0,41$). Natural mortality was $0,76\text{--}0,84$ year⁻¹ (according to Pauly's empirical method), asymptotic mass – 142 g for males and 120 g for females. By the nature of feeding, the ratan goby is a benthophage with a diet that included 25 taxa of macrozoobenthos and was characterized by the dominance of crustaceans (*Palaemon elegans*, *Carcinus aestuarii*, *Idotea balthica*) and mollusks (*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*). Seasonal changes revealed the predominance of crustaceans and polychaetes in spring (IRI = 1000–1300%), polychaetes and mollusks in summer (IRI = 600–2600%), and fish (Gobiidae) with crustaceans in autumn (IRI = 700–1700%). Intersexual differences showed that females consumed more mollusks (*Setia valvatoidea*, *Pusillina lineolata*, *Cerastoderma glaucum*) and young fish (Gobiidae). The research results include an analysis of trophic connections, which indicate the presence of potential competition, most pronounced between Pinchuk's goby and the mushroom goby in the spring-summer period (FSI = 60,1–71,9 %, Horn's index = 0,745–0,885), which is due to significant overlap of their diets in crustaceans.

Daily activity rhythms showed different types of daily behavior among the three goby species: nocturnal-morning in Pinchuk's goby (max 72 movements/hour at 06:00–07:00), diurnal-evening in the mushroom goby (max 59,7 and 61,7 movements/hour at 08:00–09:00 and 16:00–17:00 respectively), and diurnal in the ratan goby (max 65,1 movements/hour at 11:00–12:00). Aggressiveness levels also differed: maximum values for Pinchuk's goby were 31,5 movements/hour (aggressiveness intensity 42,9%) in the morning hours in the interval 06:00–07:00, for the mushroom goby – 15,3 movements/hour (intensity 31,8%) during the day in the interval 14:00–15:00, and for the ratan goby – 23,5 movements/hour (intensity

39.8%) during the day in the interval 12:00–13:00. Interspecific differences were statistically significant (ANOVA, $p < 0,05$), which indicates the delimitation of trophic and behavioral niches and a reduction in the level of competition.

Keywords: *Ponticola*, biodiversity, age structure, aquatic bioresources, hydrobionts, daily rhythms, fish feeding, zoobenthos, ichthyological research, ichthyofauna, size-weight characteristics, state of fish population, Black Sea.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	14
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	18
1.1. Загальна характеристика роду <i>Ponticola</i>	18
1.2. Стисла характеристика об'єктів досліджень	20
1.3. Історія вивчення бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного.....	30
1.4. Іхтіофауна Одеської затоки	34
1.5. Еколого-географічна характеристика району досліджень.....	37
РОЗДІЛ II. МІСЦЕ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	42
2.1. Район збору матеріалу, його кількість та біологічний аналіз	42
2.2. Дослідження віку риб та їх живлення.....	43
2.3. Проведення лабораторних досліджень	43
2.4. Статистична обробка даних.....	45
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	52
3.1. Розмірно-вікова та статевая структура субпопуляції, оцінка темпу росту та природної смертності.....	52
3.1.1. Бичок Пінчука.....	52
3.1.2. Бичок рудий.....	65
3.1.3. Бичок кам'яний	77
3.2. Живлення і трофічні зв'язки бичків.....	89
3.2.1. Бичок Пінчука	91
3.2.2. Бичок рудий.....	100
3.2.3. Бичок кам'яний.....	108
3.2.4. Трофічні зв'язки бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного... ..	117
3.3. Добові ритми рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного.....	119
3.4. Прояв агресивної активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного.....	128
ВИСНОВКИ.....	137
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ.....	140
ДОДАТКИ.....	163

ВСТУП

Актуальність теми. Останні десятиліття характеризуються значними змінами в екосистемах Чорного моря, зумовленими антропогенним навантаженням, кліматичними факторами та інвазіями чужорідних видів. Надходження забруднених стоків, евтрофікація, розширення зон придонної гіпоксії, дампінг та вселення інвазійних організмів призвели до зниження біорізноманіття та порушення трофічних ланцюгів [58; 102; 178]. Особливо гостро ці проблеми проявляються в прибережних зонах, таких як Одеська затока, де бичкові риби (Gobiidae) відіграють ключову роль як бентофаги та ланка в харчових ланцюгах, регулюючи чисельність безхребетних і слугуючи кормом для хижих риб [113; 132; 134].

Рід *Ponticola* (Iljin, 1927), який є ендемічним для Понто-Каспійського регіону, включає види з високою екологічною пластичністю, що дозволяє їм адаптуватися до солонуватих умов, але робить вразливими до змін середовища [97; 180]. Руйнування греблі Каховського водосховища в червні 2023 року спричинило зміни в структурі бентосу [45; 65; 175], потенційного скорочення чисельності популяцій та посилення конкуренції в іхтіоценозах, що вимагає комплексного вивчення біології, екології та поведінки для оцінки адаптаційних можливостей видів роду *Ponticola*: бичка Пінчука (*Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976), бичка рудого (*Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) та бичка кам'яного (*Ponticola ratan* (Nordmann, 1840) [102; 113; 134].

Незважаючи на наявність робіт з таксономії та харчування бичків цього роду [44; 54; 179], дані про розмірно-масову характеристику, вікову і статеву структуру, ріст, смертність, спектр живлення та добові ритми активності в умовах Одеської затоки фрагментарні або відсутні. Це ускладнює розробку заходів з охорони біорізноманіття та раціонального використання ресурсів. Актуальність посилюється інвазійним потенціалом роду *Ponticola*, який поширюється в Європі через антропогенні фактори [102; 114]. В Україні, де рід представлений шістьма видами, дослідження сприяє виконанню

міжнародних зобов'язань (Конвенція про біологічне різноманіття) [36] та національних програм моніторингу Чорного моря [63; 164].

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дослідження проводилися на базі біологічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, також матеріали збирали в ході виконання держбюджетної теми МОН України (№ ДР 0120U102183) «Структура, функціонування і раціональне використання донних іхтіоценозів північно-західної частини Чорного моря», яка виконувалася в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова (2020–2022 рр.).

Мета і завдання роботи. Мета роботи – комплексне вивчення біології та екології бичкових риб роду *Ponticola* в Одеській затоці для оцінки їх адаптацій, трофічних зв'язків і поведінкових стратегій.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Визначити розмірно-масову характеристики, вікову та статеву структуру субпопуляцій трьох видів бичків на основі уловів за п'ять років (2019–2024 рр.).
2. Дослідити спектр живлення бичків за сезонами з розрахунком індексів відносної значущості (ІВЗ), таксономічної подібності (ІТП), харчової подібності (ІХП) та індексу Хорна.
3. Оцінити трофічні ніші, рівень конкуренції між представниками роду *Ponticola* в Одеській затоці.
4. Вивчити добові ритми рухової та агресивної активності бичків в лабораторних умовах за допомогою «комп'ютерного зору» та статистичних методів (ANOVA, кореляційний аналіз Пірсона, тест Тьюкі HSD).

Об'єкт дослідження – стан субпопуляцій трьох видів бичкових риб роду *Ponticola* в прибережних екосистемах Одеської затоки.

Предмет дослідження – розмірно-масова характеристика, структура популяцій, харчування, добові ритми активності та агресивності трьох видів роду *Ponticola* в Одеській затоці.

Методи дослідження – стандартні методи польових і лабораторних досліджень в іхтіології та гідробіології (біологічний аналіз, визначення віку за отолітами, аналіз вмісту кишківників), статистичні методи (дисперсійний аналіз ANOVA, кореляційний аналіз Пірсона, тест Тьюкі HSD), оригінальна методика «комп'ютерного зору» для трекінгу поведінки, математичне моделювання росту (формула Гекслі, модель Берталанфі) та смертності (метод Паулі).

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше комплексно вивчено популяційну структуру і трофічні зв'язки видів *P. cephalargoides*, *P. eurycephalus* та *P. ratan*; розроблено оригінальну методику «комп'ютерного зору» для автоматизованого аналізу поведінки; визначено різні типи добових ритмів активності, що свідчить про розмежування ніш і зниження конкуренції; розраховано параметри росту та смертності для кожного виду роду *Ponticola* в Одеській затоці.

Практичне значення одержаних результатів. Результати можуть бути використані для моніторингу екосистем Чорного моря, прогнозування впливу антропогенних факторів, розробки заходів охорони та сталого використання біологічних ресурсів.

Особистий внесок здобувача. Автор дисертації розробив програму досліджень, провів аналіз літератури, виконав польовий збір матеріалу (уловів за 2019–2024 роки) та лабораторний аналіз (2694 особини). У спільних публікаціях внесок автора пропорційний числу співавторів. Права співавторів не порушені. Автор особисто узагальнив дані, сформулював висновки. Концепція та планування виконані спільно з науковим керівником к.б.н. В. В. Заморовим.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень представлено на конференціях: Innovation processes in science and education (Zdar nad Sazavou, 2023); VIII International scientific and practical conference «Scientific Research as a Mechanism of Effective Human Development» (Sofia, 2024); VII Міжнародна науково-практична конференція «Тернопільські

біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2024» (Тернопіль, 2024); Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті локальних та глобальних наслідків ведення воєнних дій (Дніпро, 2024); Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів (Київ, 2024); Сучасний стан водних екосистем Півдня України та методи їх відновлення (Херсон, 2024); VIII Міжнародна науково-практична конференція «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2025» (Тернопіль, 2025).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць, з них 7 статей у фахових наукових виданнях України («Вісник Одеського національного університету. Біологія», 2019, 2020, 2021, 2023, 2024; «Гідробіологічний журнал», 2025, 2026) та 10 матеріалів і тез конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури (182 найменувань, з яких 109 – латиницею). Список літератури оформлено відповідно до ДСТУ 8302:2015. Загальний обсяг – 179 сторінок, основний текст – 125 сторінок. Ілюстровано 17 рисунками та 26 таблицями. Доповнено 17 додатками.

Подяка. Автор висловлює щиру подяку науковому керівникові к.б.н. В. В. Заморову за підтримку та допомогу в аналізі матеріалу і написанні дисертаційної роботи. Особлива вдячність М. А. Швандту за допомогу в розробці методики «комп'ютерного зору», к.б.н. Ю. М. Джуртубаєву та О. А. Рибалко за допомогу у визначенні об'єктів живлення, а також колегам з Одеського національного університету імені І. І. Мечникова та Інституту морської біології НАН України за цінні рекомендації та надання даних.

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика роду *Ponticola*

Рід *Ponticola* об'єднує бичкових риб, які належать до родини Gobiidae та є ендеміками Понто-Каспійського регіону, зокрема басейнів Чорного та Каспійського морів, і відсутні в Мармуровому та Середземному морях [97; 180]. Наразі рід налічує 18 визнаних видів, які населяють різноманітні водні середовища – від швидкоплинних гірських річок і холодних потоків до рівнинних річок, озер, водосховищ і солонуватих прибережних вод Чорного моря [98]. В Україні рід представлений шістьма видами, що підкреслює його регіональну різноманітність [44]. Рід *Ponticola* спочатку класифікувався як підрід роду *Gobius* [30], потім підрід роду *Neogobius* [18], згодом молекулярні дослідження мітохондріальної та ядерної ДНК підтвердили його статус окремого роду та монофілітичність, що вказувало на спільне еволюційне походження його видів [118; 134]. Тим не менш, генетична різноманітність *Ponticola* залишається недостатньо вивченою. Наявні дослідження вказують на помірну мінливість в інвазійних популяціях через «ефект засновника», але комплексний аналіз внутрішньовидової структури та філогеографії потребує подальшого розвитку [113; 114; 127].

Сучасні філогенетичні дослідження [134] обґрунтовують поділ роду *Ponticola* на дві основні групи: "Kessleri" (*P. eurycephalus*, *P. gorlap*, *P. kessleri*) та "Platyrostris" (*P. cephalargoides*, *P. constructor*, *P. cyrius*, *P. platyrostris*, *P. rhodioni*), тоді як *P. ratan* займає базальне положення та утворює окрему кладу. Ця класифікація суттєво відрізняється від ранніх морфологічних гіпотез, що базувались на аналізі черепних ознак [131] і підкреслює важливість інтеграції молекулярних даних у систематику понто-каспійських бичків.

Таксономія роду постійно вдосконалювалася завдяки поєднанню морфологічних і генетичних методів. Ключові ознаки для ідентифікації видів включають морфологічні особливості, форму отолітів і розташування

нейромастів на голові, які є специфічними для кожного виду [44; 180]. Наприклад, морфологія отолітів виявилася надійним інструментом для розмежування видів, таких як *Ponticola kessleri*, *Ponticola ratan* і *Ponticola syrman* [180]. Генетичні дослідження, а саме філогенетичний аналіз, виявили випадки криптичного видоутворення в межах роду, що вказує на необхідність подальших таксономічних ревізій [118]. Еволюційна історія *Ponticola* тісно пов'язана з геологічними та кліматичними змінами в регіоні, зокрема з коливаннями рівня води та солоності Чорного моря в четвертинному періоді. Ізоляція Чорного моря від Середземного сприяла диверсифікації видів, адаптованих до солонуватих умов, а відокремлення понто-каспійських бичків від атлантико-середземноморських гобі відбулося приблизно 12 млн. років тому, з подальшою внутрішньою дивергенцією в пліоцені [102; 118].

Екологічна пластичність *Ponticola* дозволяє видам займати широкий спектр ніш – від прісноводних річок із гальковими, піщаними чи скелястими субстратами до глибоководних середовищ Чорного моря [171]. Деякі види віддають перевагу швидким течіям, уникаючи солонуватих вод (*P. constructor*, *P. rhodioni*) тоді як інші успішно адаптуються до стоячих водойм, таких як водосховища (*P. ratan*) [179]. Розміри представників *Ponticola* варіюють від 6,8 до 22 см загальної довжини, а тривалість життя може досягати п'яти років [113].

Раціон представників роду *Ponticola* переважно складається з бентосних безхребетних, але залежно від середовища й сезону може включати дрібних риб чи додаткові кормові об'єкти, що сприяє адаптації до нових умов і регулюванню популяцій інших видів. Ця гнучкість у харчуванні є ключовою для виживання в змінених екосистемах, особливо в інвазійних ареалах [113].

Представники роду *Ponticola* виконують подвійну роль в гідроекосистемі: регулюють чисельність безхребетних та включаються до трофічних мереж як здобич для хижих риб. Проте їхній високий інвазійний

потенціал, особливо в Європі, викликає занепокоєння, оскільки види поширюються через антропогенні фактори, такі як транспортування баластними водами [113]. У Чорному морі риби роду *Ponticola* стикаються із загрозами, включаючи деградацію середовищ, забруднення та конкуренцію з інвазійними видами, що зменшує чисельність і різноманітність популяцій, особливо в прибережних зонах із високим антропогенним впливом [102; 171]. Деякі види класифікуються як такі, що перебувають під загрозою, через будівництво дамб, втрату середовищ, забруднення та евтрофікацію (*P. hircaniaensis*), хоча глобально вважається, що їх існування не знаходиться під суттєвою загрозою [179].

Род *Ponticola* є важливим об'єктом для екологічних, таксономічних і природоохоронних досліджень. Їхня адаптивність, вплив на біорізноманіття та вразливість до антропогенних загроз вимагають поглибленого вивчення. Дослідження біологічних і генетичних параметрів надають основу для управління популяціями та раціонального використання водних біоресурсів Понто-Каспійського регіону, зокрема Чорного моря [63; 180].

1.2. Стисла характеристика об'єктів досліджень

Бичок Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976). Перший опис бичка, з зовнішніми ознаками, які частково відповідають морфологічним характеристикам бичка Пінчука, належить А. Нордману. В його роботі «Observations sur la faune pontique. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée» риба була описана як *Gobius ratan* [135]. Можливо, в розпорядженні А. Нордмана був змішаний матеріал, так як пізніше вид був розділений на дві форми, а в подальшому – на два окремі види в складі роду *Ponticola* Iljin, 1927 – *P. cephalargoides* та *P. ratan* [54].

Українська назва надана на честь автора та видатного науковця Володимира Івановича Пінчука, який зробив значний внесок у вивчення іхтіофауни Чорноморсько-Азовського регіону [39].

Бичок Пінчука поширений у північно-західній частині Чорного моря від узбережжя Болгарії та Румунії до мису Тарханкут, де формує західну популяцію. Вид також зареєстрований у південній частині Дністровського лиману, вздовж морського узбережжя від с. Сичавка Одеської області до гирл Березанського та Дніпровсько-Бузького лиманів, включаючи Дністровську та Санжейську банки й Одеську затоку [19; 54]. У водах Керченського півострова зустрічається від мису Опук у Чорному морі до мису Казантип в Азовському морі [42; 54; 143]. У північній частині Азовського моря біля Обиточної та Бердянської кіс зустрічається вкрай рідко, утворюючи східну популяцію. Наявність виду біля південного узбережжя Криму не підтверджена [41, 43].

Бичок Пінчука є видом понто-каспійського фауністичного комплексу і належить до мезогалінних (з тенденцією до плеомезогалінності) організмів, адаптованих до існування в морських водах із солоністю в межах 5–15 ‰ [44]. Екологічно бичок Пінчука асоціюється з кам'янистими або гальковими субстратами, переважно населяючи глибини до 12 м, хоча в окремих випадках його фіксували на глибинах до 20 м [49]. Водночас, біля берегів Болгарії цей вид може бути знайдений на піщаних ґрунтах і мушлях у солоних морських затоках на глибинах від 10 до 60 м (іноді до 100 м) [170]. У Чорному морі вид також трапляється на віддалених від берега кам'янистих банках, таких як Дністровська та Санжейська, на відстані до 13 км від узбережжя [49], що свідчить про його здатність адаптуватися до різноманітних умов морського середовища.

Незважаючи на певний обсяг наявних даних, біологія цього виду залишається недостатньо дослідженою, що ускладнює повноцінне розуміння його екологічних і фізіологічних особливостей [44]. Це частково пояснюється неоднорідністю літературних джерел. Наприклад, у роботі А. І. Смірнова [60] наведено дані, отримані на основі змішаних матеріалів, які включають представників інших видів, що знижує достовірність інформації для специфічного аналізу бичка Пінчука [55; 59].

Раціон бичків досить широкий і може мати сезонні зміни. Так, за спостереженнями І. Ф. Страутман [62], в раціоні бичка Пінчука у прибережній частині моря біля Одеси та на Дністровській банці навесні головним компонентом живлення були ракоподібні *Palaemon adspersus*, *Palaemon elegans*, *Idotea balthica* та інші. Влітку провідне місце в живленні бичка Пінчука займали такі ракоподібні, як *P. adspersus*, *Gammarus subtypicus*, *Pilumnus hirtellus*, а також досить важливе значення мали *Alitta succinea* і молодь риб. Восени роль ракоподібних, таких як *Upogebia pusilla*, *P. adspersus*, *P. elegans*, *P. hirtellus* у живленні бичка Пінчука ще більше зростала, а *A. succinea*, молюски та риба споживались у невеликій кількості [62].

Ці особливості підтверджуються дослідженнями В. В. Заморова та Ю. В. Квача [119], які також показали зміну раціону залежно від сезону. У літній період 1997 року в Одеській затоці біля мису Ланжерон серед об'єктів харчування за відносною масою переважали *A. succinea*, *Mytilus galloprovincialis* та *Mytilaster lineatus*, за частотою зустрічальності лідирували *A. succinea*, *I. baltica* і *Sphaeroma pulchellum*, а у риб більше 9 см стандартної довжини – *M. galloprovincialis* і *M. lineatus*. Всього влітку в раціоні налічувалося 10 таксонів, а восени основною їжею були *S. pulchellum*, *I. baltica* та молодь бичків. Крім того, самці переважно харчувалися *Crangon crangon*, а самки – *A. succinea*. Аналіз живлення *P. cefalargoides* у районі Малого Фонтану Одеської затоки з червня по листопад 2001 року виявив 13 видів об'єктів харчування [119].

За спостереженнями В. В. Заморова та співавторів [23], найбільшу частку в раціоні становили ракоподібні, крім них риби споживали поліхет (*A. succinea*), молюсків (*M. galloprovincialis*) та молодь бичкових риб. За кількістю та частотою зустрічальності переважали поліхети, а за масою – молодь бичків. За індексом відносної значущості (ІВЗ, який враховує частоту зустрічальності, масу та кількість об'єктів харчування) основною їжею влітку були поліхети (1200%), молодь риб (370%) та креветка *C. crangon* (270%). До

того ж, спектри харчування самців і самок суттєво відрізнялися: у самців у раціоні переважали *Carcinus aestuarii*, а у самок – *M. galloprovincialis* [23].

Дослідження А.-М. Міхалеску (Mihălcescu) [129] біля міста Мангалія на узбережжі Румунії характеризували бичка Пінчука як всеїдний вид, який не має чіткої переваги до певного типу їжі. Матеріал був зібраний у період з червня по вересень 2010 року. Раціон включав широкий спектр об'єктів, зокрема дрібних і крупних ракоподібних (*P. adspersus*, *C. crangon*), поліхет, молюсків і риб. Активність харчування зростала ранньою весною, коли температура води піднімалась вище 6°C. У цей період в раціоні переважали бентосні ракоподібні, такі як *Pisidia longimana*, *X. poressa*, *P. adspersus*, а також *U. pusilla* та молодь риб родини Blenniidae. З підвищенням активності риб у літній і осінній періоди бички полювали на пелагічні види, які опускались на дно протягом дня. За даними А.-М. Міхалеску, раціон також залежав від розміру особин. У дрібних бичків (46–65 мм) за масою переважали поліхети і дрібні ракоподібні, такі як амфіподи, мізиди та ізоподи, тоді як риба й краби були відсутніми. Крупніші особини (116–135 мм) споживали більших ракоподібних, зокрема креветок та крабів, а також двостулкових молюсків і риб [129].

Статева зрілість бичка Пінчука настає у віці двох років, коли стандартна довжина тіла самок досягає приблизно 80 мм [13], хоча за іншими даними вона досягається у віці трьох років [170]. Для нересту бичок мігрує на менші глибини, ближче до берега, інколи заходячи в річки, наприклад, у річці Велека (Болгарія) його ловили на відстані 6 км від гирла [170]. У районі міста Одеса нерестовий період охоплює час із квітня до початку травня, тоді як у південніших водах Болгарії він триває з березня до початку травня [143], а за іншими даними – з кінця лютого до початку травня [170]. Існують припущення, що нерест може відбуватися у два етапи. Ікра відкладається на кам'янисті поверхні, іноді глибше, ніж у більшості бичків, між і під камінням. Ікринки великі (довжина 5,2 мм, ширина 2,6 мм), з непрозорим жовтком, що містить багато жирових крапель [170]. Плодючість виду

варіюється: у самок із загальною довжиною тіла від 135 до 180 мм, виловлених поблизу Одеси, кількість ікринок коливалася від 300 до 1000 [143].

Бичок рудий *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874). Вперше опис вида, який відповідає ознакам бичка рудого був опублікований у праці А. Нордмана «Observetions sur la faune pontique» [135] під назвою *Gobius cephalarges*.

К. Ф. Кесслер, у звіті про подорож до північно-західного узбережжя Чорного моря в 1858 році, зафіксував в районі м. Одеса бичка *G. cephalarges*, який за ознаками відповідав опису А. Нордмана та навів місцеву назву цього виду біля берегів Одеси – «бичок рудий» [33]. Пізніше, у 1877 році, в огляді іхтіофауни Арало-каспійсько-понтійського регіону ним був описаний вид *Gobius eurycephalus*, за екземплярами, які були знайдені на берегах східного Криму та у північній частині Керченської протоки [34].

В 1977 році В. І. Пінчук об'єднав два види, описаних К. Ф. Кесслером під назвою *Neogobius platyrostris* і запропонував розглядати *G. cephalarges*, описаного у 1858 році – як підвид *Neogobius platyrostris odessicus*, а *G. eurycephalus*, описаного у 1877 році – як підвид *Neogobius platyrostris eurycephalus* [53]. У 1986 році П. Міллер запропонував виділити *N. platyrostris odessicus* та *N. platyrostris eurycephalus* в окремий вид *N. eurycephalus* (Kessler 1874) з підвидами *N. e. eurycephalus* із східної частини ареала та *N. e. odessicus* із північно-західної частини Чорного моря [130].

На основі філогенетичного аналізу понто-каспійських гобіїд Matthew E. Neilson та Carol A. Stepien у 2009 році обґрунтували сучасне положення бичка рудого у складі рода *Ponticola* [134].

Ареал *P. eurycephalus* охоплює західну та північно-західну частини Чорного моря від берегів Болгарії до Севастополя, східне узбережжя від Карадагу до Керченської протоки, а також води України вздовж придунайського узмор'я [2], морського узбережжя Дунайсько-

Дністровського міжріччя, від Дністровського лиману до гирла Дніпровсько-Бузького лиману [53; 72] і Азовське море від його південної частини до Обиточної та Бердянської кос [14]. У південній частині Дністровського лиману його ідентифікували як *Neogobius cephalarges*, що є застарілою назвою для *P. eurycephalus* [20]. Вид зафіксовано в районі Севастополя, мису Март'ян і на схід від Судака до Керченської протоки [70; 71; 95].

У 1992–1994 роках численні зразки бичка рудого були зібрані в кількох районах Дунайського біосферного заповідника, як у прісних водах (дунайські канали, озеро Разим), так і в морських. Цей вид є одним із найпоширеніших серед бичків у каналах Дунаю, поряд із *Neogobius fluviatilis*, *N. gymnotrachelus* та *Benthophilus stellatus*. Його виявлено на відстані до 5 км вище за течією від міста Тулчча в Румунії [138].

За типом харчування бичок рудий, який мешкає серед каменів у вузькій прибережній смузі опріснених районів Чорного моря та низки лиманів, є типовим ракоїдом [51]. Згідно з даними І. Ф. Страутман [62], більшу частину раціону становлять ракоподібні, зокрема *I. baltica*, *S. pulchellum*, *G. subtypicus* та *P. adpersus*, тоді як значення інших компонентів, таких як молюски чи поліхети, незначне. Склад раціону самців і самок майже не відрізняється: навесні у самців переважає *G. subtypicus*, а у самок – *I. baltica*. *P. adpersus* споживається особинами всіх розмірних груп у рівній мірі, тоді як *G. subtypicus* домінує в раціоні молодших особин; із ростом бичків його частка зменшується і замінюється видами *I. baltica* та *S. pulchellum* [62].

Статева зрілість бичка рудого настає у віці 2 років при стандартній довжині 5,6 см і масі 3,5 г [7]. За даними вимірювань у липні 1973 року в Азовському морі, у нерестовому стаді середня стандартна довжина становила 8,14 см, а середня маса – 11,78 г, при цьому співвідношення самців до самок було близьким до рівного (42,6% самців і 57,4% самок) [31]. Максимальна стандартна довжина може сягати 24 см, а тривалість життя становить 3–4 роки. Статевий диморфізм виражений слабо: у меристичних ознаках відмінностей між самцями та самками немає; тоді як у пластичних ознаках

вони незначні: в нерестовій період у самців зростає висота непарних плавників. Нерест порційний, в яєчниках самок фіксували ооцити двох фракцій, що вказує на асинхронне дозрівання ікри, а абсолютна плодовитість самок стандартною довжиною 10,2–11,8 см в Одеській затоці становила у середньому 900 ікринок [31]. Розвиток молоді починається з нересту на кам'янисто-піщаних ділянках, де самці будують гнізда, викопуючи норки під каміннями, а потім охороняють кладку, запліднюючи ікру кількох самок (до 1000–1500 ікринок у гнізді) [9; 31]. Молодь протягом 3–4 діб харчується за рахунок жовткового мішка, а з 6–7-ї доби повністю переходить на зовнішнє живлення, споживаючи зоопланктон. Добова активність харчування має два основні піки – о 6–7 годині ранку та о 19–21 годині вечора, коли мальки найбільш активно полюють, а також короткочасний пік о 14 годині [38].

Бичок кам'яний *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840). Перший опис виду бичка кам'яного *Ponticola ratan* здійснив А. Нордман у 1840 році під назвою *Gobius ratan*. Він зазначив, що цей вид поширений у великій кількості в районі Одеси і відомий місцевим рибалкам як «ратан» [135]. Протягом тривалого часу під назвою *Gobius ratan* розглядали два види, які нині класифікуються як бичок Пінчука (*Ponticola cephalargoides*, Pinchuk, 1976) і бичок кам'яний (*Ponticola ratan*, Nordmann, 1840). Така ситуація протягом багатьох років ускладнювала уточнення таксономічної структури бичків Азово-Чорноморського басейну [49].

У 1963 році В. І. Пінчук обґрунтував існування двох співживучих форм *G. ratan*, що відрізнялись між собою комплексом ознак та запропонував позначати їх як «широкогубу» та «вузькогубу» форми. Широкогуба форма характеризувалась коротким, сильно стислим з боків хвостовим стеблом, короткою верхньою губою з звивистим контуром у молодих особин (яка з віком потовщувалась й розширювалась), а також короткими щелепами з рідкими, але великими зубами. Вузькогуба форма мала стисле, але довше хвостове стебло, вузьку верхню губу з паралельними краями та довші щелепи з дрібними слабкими зубами. В. І. Пінчук відзначив наявність особин

із проміжними ознаками й вважав ці форми підвидами або морфами на межі видового розмежування [49].

У 1976 році широкогуба та вузькогуба форми були відокремлені В. І. Пінчуком як самостійні види роду *Neogobius*: широкогуба форма отримала назву *N. cephalargoides*, а вузькогуба форма – *N. ratan*. Крім того, чорноморська популяція вузькогубої форми розглядалась як підвид *N. ratan ratan*, а каспійська популяція – як *N. ratan goebeli* [54, 51]. Таким чином, спостереження та дані з екології, поширення, харчування, розмірно-масової характеристики та популяційної структури, отримані до 1976 року, стосувались в сукупності як *N. ratan*, так і *N. cephalargoides*.

Деякі дослідники не поділяли точку зору про поділ раніше єдиного виду і після 1976 року. В монографії А. І. Смірнова 1986 року «Фауна України» [59] визнаються лише «широкогуба» та «вузькогуба» форми, а наведені кількісні ознаки базуються, за твердженням В. І. Пінчука, на змішаному матеріалі обох видів [55].

Після перегляду філогенетичних зв'язків бичків Понто-Каспійського регіону Э. Нейлсоном та А. Степієном, бичок кам'яний був віднесений до окремої клади як типовий вид роду *Ponticola* [134].

Бичок кам'яний населяє басейни Чорного, Азовського та Каспійського морів [44]. У Чорному морі поширений від узбережжя Болгарії до західної частини Криму та від Керченської протоки до м. Новоросійськ. Його також відзначено в прибережних водах острова Зміїного [61], він відомий від морського узбережжя Дунайсько-Дністровського міжріччя до Тендрівської затоки, включаючи Шаганську та Дністровську банки, у Березанському та Дніпровсько-Бузькому лиманах [41]. Д. Є. Белінг вказував на його поширення у р. Південний Буг до с. Білоусівка [3]. В. І. Пінчук та співавтори повідомляли про ізольовану популяцію цього виду в пониззі Каховського водосховища біля м. Берислав [56]. Кам'яного бичка було виловлено також у Дніпродзержинському водосховищі [124]. Біля узбережжя Криму зустрічається біля півострова Тарханкут [52; 95], в районі Карадага та

узбережжя Керченського півострова, численний у Керченській протоці [70; 71]. В Азовському морі відомий з південної частини до мису Казантип [95], в Утлюцькому [14] та Молочному (під час сполучення з морем) лиманах, а також у північній частині до Бердянської коси [60].

Бичок кам'яний є евригалінним та амфідромним видом, який здатний адаптуватися до широкого діапазону солоності та мігрувати між прісноводними і морськими середовищами. Дослідження його морфологічних особливостей у прісноводних екосистемах, зокрема в Дніпровському та Канівському водосховищах, виявило помітні відмінності між прісноводними і морськими популяціями. Ці зміни, ймовірно, відображають пристосування до каламутніших вод і змін у доступності їжі, що впливає на стратегії годування та виживаність виду. Спостереження зрілих особин у річці Дніпро підтверджують їх активний рух вгору за течією, що свідчить про амфідромну поведінку. Проте чисельність бичка кам'яного в прісноводних системах України залишається низькою, через що він класифікується як чужорідний, але не інвазивний вид, який не домінує та не порушує місцевих екосистем [137]. Екологічна гнучкість бичка кам'яного підкреслює його здатність ефективно пристосовуватися до нових умов, що робить його важливим об'єктом для вивчення впливу змін середовища на біорізноманіття. Подальші дослідження можуть допомогти краще зрозуміти роль виду в прісноводних екосистемах та його потенційний вплив на місцеву біоту.

Бичок кам'яний, що мешкає в прибережній зоні на відстані 100–150 м від берега, навесні живиться переважно ракоподібними (зокрема *P. adspersus*, *P. elegans*, *P. longimana*), а також поліхетами (*A. succinea*), молоддю молюсків і рибою, хоча їхня частка в раціоні невелика [62; 148]. Влітку ці організми залишаються основою раціону, але зростає значення поліхет і риби, при цьому частота виявлення молюсків у шлунках зменшується [62]. Восени харчовий спектр змінюється через сезонні особливості: споживання молюсків і поліхет скорочується, а частка риби зростає. Другорядні об'єкти

харчування варіюють залежно від сезону: навесні це амфіподи, влітку – мальки риб, креветки роду *Palaemon* і молюски (*M. lineatus*, *M. galloprovincialis*), а восени – *M. galloprovincialis*, *Palaemon sp.* і амфіподи [22]. Дослідження В. В. Заморова та О. В. Коренюка [22] відзначають також сезонну динаміку харчування: поліхети мають високу кормову цінність протягом більшої частини року, за винятком зими та пізньої осені, у літньо-осінній період зростає роль окремих двостулкових молюсків, таких як *M. galloprovincialis*, і мальків риб як другорядних компонентів корму. Ракоподібні зберігають стабільно високу частку в живленні бичка кам'яного впродовж усього року, що підтверджує їхню домінуючу позицію в раціоні [22].

Подібно до бичка Пінчука, у бичка кам'яного спостерігаються відмінності у харчуванні за статтю: самки вживають дещо більше ракоподібних і риби, а самці – поліхет і молюсків. За даними І. Ф. Страутман [62], раціон також залежить від розміру особин: ракоподібні домінують у всіх групах, *A. succinea* переважає в раціоні особин стандартною довжиною 9–11 см, але згодом його значення знижується. Риба становить більшу частку в живленні молодих особин і втрачає значення з їхнім ростом [62].

Одна з ключових відмінностей у харчуванні бичка Пінчука та бичка кам'яного полягає в споживанні поліхет, яких у раціоні бичка кам'яного значно більше. Частка молюсків і риби в обох видів подібна за середньорічними показниками, хоча наявні і сезонні коливання. Ракоподібні споживаються в подібній кількості, але бичок кам'яний віддає перевагу креветкам, а бичок Пінчука – крабам [62].

Тривалість життя бичка кам'яного становить 4–5 років [53]. Статеве дозрівання настає у дворічному віці при стандартній довжині тіла приблизно 7 см і масі близько 8 г [49]. Ріст у перші три роки є інтенсивним: середня стандартна довжина становить 4 см у віці одного року, 7 см – у віці двох років і 14 см – у віці трьох років. Максимальні зареєстровані розміри сягають 20 см стандартної довжини [3; 30; 57]. Типові розміри статевозрілих особин

коливаються в межах 6,8–16,9 см, а маса – 7,6–121,3 г; найбільший зафіксований самець мав стандартну довжину 16,9 см і масу 121,3 г [59].

А. І. Смірнов у монографії Фауна України [59] узагальнив дані різних авторів щодо розмірно-масових характеристик бичка кам'яного, розглядаючи його та бичка Пінчука як один вид. Як зазначив В. І. Пінчук [55], наведена інформація може стосуватися як обох видів, так і лише одного з них.

Географічна мінливість проявляється у морфологічних відмінностях між популяціями: особини з району м. Одеси мають більшу товщину хвостового стебла та довші грудні плавці, але меншу загальну висоту тіла порівняно з бичками з району м. Очакова. Регіональні морфологічні особливості істотно впливають на розмірно-масові показники [49; 52].

1.3. Історія вивчення бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного

Вивчення іхтіофауни Одеського регіону почалося ще у XVIII столітті. Петер Симон Паллас (Peter Simon Pallas) став одним із перших науковців, хто детально дослідив різноманітність риб Чорного моря. Його експедиції наприкінці XVIII століття дозволили зібрати унікальні дані про фауну водойми, зокрема про бичкових риб [47]. Уже тоді Паллас звернув увагу на різноманіття гобіід у Чорному морі, відзначивши труднощі щодо їхньої класифікації через мінливість морфологічних ознак. У своїх працях [47; 139] він описав і замалював 14 видів бичків, заклавши фундамент для подальших досліджень цієї групи. Всіх риб групи він відніс до одного роду *Gobius* Linnaeus, 1758 і дав характеристику таким видам: *G. batrachocephalus*, *G. melanostomus*, *G. ophiocephalus*, *G. platyrostris*, *G. cephalarges*, *G. chilo*, *G. melanio*, *G. virescens*, *G. quadricapillus*, *G. exanthematosus*, *G. cobitis*, *G. marmoratus*, *G. fluviatilis* та *G. macrocephalus*.

При розгляді історичних змін у систематиці цих риб, для розуміння співвідношення синонімів і сучасних назв, в дужках ми вказали, якій валідній назві відповідає таксон, запропонований свого часу тим чи іншим

дослідником. Згідно з Нейлсоном та Степієном [134], *G. melanostomus*, *G. chilo*, *G. melanio*, *G. virescens* та *G. exanthematosus*, яких описав Петер Симон Паллас [47], вважаються синонімом *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), *G. batrachocephalus* – *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814), *G. ophiocephalus* – *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814), *G. platyrostris* – *Ponticola platyrostris* (Pallas, 1814), *G. quadricapillus* та *G. marmoratus* – *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814), *G. fluviatilis* – *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), *G. macrocephalus* – *Benthophilus macrocephalus* (Pallas, 1787). Щодо *G. cephalarges*, В. І. Пінчук відзначав недостатньо детальний опис для остаточної ідентифікації виду, але сьогодні він також вважається синонімом *N. melanostomus* (Pallas, 1814) [55].

Подальший внесок у вивчення гобіід в Чорному морі, і зокрема в Одеській затоці, зробив Олександр фон Нордман (Alexander von Nordmann), опублікувавши у 1840 році свої спостереження в праці «Observations sur la faune pontique» («Дослідження понтійської фауни») [135]. Серед описаних ним 22 видів чорноморських бичків є види, які зараз відносяться до роду *Ponticola*, зокрема *G. ratan* (Nordmann, 1840) (син. *P. ratan*) та *G. cephalarges* (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874) [135]. За оцінкою В. І. Пінчука, опис Олександра фон Нордмана морфологічних ознак *G. cephalarges* більше відповідає *P. eurycephalus* (Kessler, 1874), ніж попередній опис Петера Симона Палласа, який на ілюстрації до своєї статті про цей вид зобразив *N. melanostomus* [55]. Тому було запропоновано ґрунтуватися на описі, який зробив не автор назви, яким є Петер Симон Паллас [47], а на описі, який зробив Олександр фон Нордман [52; 135]. Таким чином, *G. cephalarges*, описаний Петером Симоном Палласом, вважається синонімом *N. melanostomus* (Pallas, 1814), а *G. cephalarges*, описаний Олександром фон Нордманом – синонімом *P. eurycephalus* (Kessler, 1874). Такі розбіжності в інтерпретації *G. cephalarges* зумовлені відмінностями в описах і матеріалах, використаних авторами [144].

У 1859 році К. Ф. Кесслер також робить огляд чорноморських бичків, де серед інших 18 видів визначає, як і Олександром фон Нордман, *G. cephalarges* (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874) та *Gobius ratan* (син. *P. ratan* (Nordmann, 1840)). Також він описує *G. syrman*, який характеризує як досить поширений вид вздовж північного узбережжя Чорного моря, особливо біля Одеси [116]. Поширення, морфологічні ознаки та забарвлення дають підстави вважати його синонімом *P. cephalargoides* (Pinchuk, 1976), тоді як *G. syrman*, описаний Олександром фон Нордманом, вважається синонімом *P. syrman* (Nordmann, 1840) [143]. У пізнішій роботі К. Ф. Кесслер робить опис ще одного виду бичків – *G. eurycephalus*, за екземплярами з берегів східного Крима та північної частини Керченської протоки, який, як і *G. cephalarges* описаний Олександром фон Нордманном, є синонімом *P. eurycephalus* (Kessler, 1874) [34].

У 1927 році Б. С. Ільїн [30] зробив наступний крок у вирішенні питань систематики чорноморських та азовських бичків. Він запропонував в межах роду *Gobius* виділити наступні підроди: *Gobius*, *Apollonia*, *Ponticola* та *Neogobius*. Його визначник бичків Азовського і Чорного морів включав у себе *G. cephalarges* та *G. ratan* як представників підроду *Ponticola*, а *G. eurycephalus*, якого задокументував К. Ф. Кесслер [34], Б. С. Ільїн вважав складовою *G. cephalarges* [30]. Сьогодні *Gobius (Ponticola) cephalarges*, якого дослідив Б. С. Ільїн, є синонімом *P. eurycephalus* (Kessler, 1874), а *Gobius (Ponticola) ratan* – синонімом *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840).

Л. С Берг у своєму виданні «Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран» 1949 року підіймає статус підрода *Neogobius* Пјін до статусу рода та робить опис *Gobius (Ponticola) cephalarges* та *Gobius (Ponticola) ratan* як *Neogobius cephalarges* (Pallas) та *Neogobius ratan* (Nordmann) [3].

У 1963 році В. І. Пинчук [49], аналізуючи нові дані з систематики чорноморських *Gobiidae* в аспекті проблем видоутворення, обґрунтував існування двох форм *Gobius ratan* та запропонував позначати їх як *Gobius ratan* Pinchuk, 1963, широкогуба форма (син. *Ponticola cephalargoides*

(Pinchuk, 1976) та *Gobius ratan* Pinchuk, 1963, вузькогуба форма (син. *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840)). Він відзначав досить значні розбіжності у морфології широкогубої та вузькогубої форми, але вважав це результатом симпатричної дивергенції. Також зазначалась наявність значних мінливостей в популяціях *G. cephalarges* (син. *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874)), зокрема в популяціях Керченської протоки та північно-західної частини Чорного моря [49].

Ф. С. Замбриборщ, спираючись на статті В. І. Пінчука та П. Міллера [50; 133] у 1968 році розглядав широкогубу та вузькогубу форму *Gobius ratan* Pinchuk, 1963 у складі відновленого роду *Neogobius* Iljin. Він включав до нього усіх чорноморських гобіїд без плавального міхура, у тому числі *Neogobius cephalarges* (Pallas) (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874)) [18].

У статті 1976 року В. І. Пінчук [54], поділяючи точку зору попередніх дослідників, що до визнання самостійності родів *Neogobius* та *Mesogobius*, виділив в окремий вид широкогубу форму *G. ratan*, яка отримала назву *Neogobius cephalargoides* Pinchuk, 1976 (син. *P. cephalargoides* (Pinchuk, 1976)). Згідно його ревізії, тепер *G. ratan* також став належати до роду *Neogobius* і чорноморсько-азовська популяція розглядалась як *N. ratan ratan* (Nordman, 1840) (син. *P. ratan* (Nordmann, 1840)) [54]. Доповнюючи дослідження, у статті 1977 року, В. І. Пінчук скасував застосування *G. cephalarges*, розглядаючи цей вид в подальшому як *Neogobius platyrostris*, який складався із трьох підвидів: *Neogobius platyrostris platyrostris* (Pallas, 1814) (син. *P. platyrostris* (Pallas, 1814)), *Neogobius platyrostris eurycephalus* (Kessler, 1874) (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874)) та *Neogobius platyrostris odessicus* Pinchuk, 1976 (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874)) [53].

У своїй монографії А. І. Смірнов [59] не прийняв зауваження В. І. Пінчука, що до недоречності використання назви *G. cephalarges* і, не поділяючи концепції політипічного вида, об'єднав під назвою *N. c. cephalarges* три підвиди – *N. p. constructor*, *N. p. eurycephalus* та *N. p. odessicus*, а описаний *N. cephalargoides* (Pinchuk, 1976) та *N. ratan*

(Nordman, 1840) розглядались ним як широкогуба та вузькогуба форми *N. r. ratan* (Nordman, 1840). У своїх критичних зауваженнях В. І. Пінчук [55] обґрунтував безпідставність такого підходу, а пізніше представив біохіміко-генетичні докази відмінностей видового рангу між *N. cephalargoides*, *N. ratan* та *N. platyrostris* і відмінностей на рівні підвиду між *N. p. platyrostris*, *N. p. eurycephalus* та *N. p. odessicus* [15].

П. Міллер [130] розглядав підвиди *N. p. eurycephalus* та *N. p. odessicus* у складі самотійного виду *N. eurycephalus* (Kessler 1874) як його підвиди – *N. e. eurycephalus* та *N. e. odessicus*, а *N. p. platyrostris* як самотійний вид *N. platyrostris* (Pallas, 1814) (син. *P. platyrostris* (Pallas, 1814)).

У підсумковій роботі 2003 року П. Міллер та співавтори [131] підтвердили свій погляд на існування *N. cephalargoides* (Pinchuk, 1976) (син. *P. cephalargoides* (Pinchuk, 1976)), *N. ratan* (Nordman, 1840) (син. *P. ratan* (Nordman, 1840)) та *N. eurycephalus* (Kessler 1874) (син. *P. eurycephalus* (Kessler, 1874)) як окремих видів [131].

Мэтью Э. Нейлсон та Кэрол А. Степієн (Matthew E. Neilson, Carol A. Stepien) на основі отриманих молекулярних даних провели філогенетичний аналіз понто-каспійських гобіід [134], в результаті якого була переглянута їх систематика. Тепер підрод *Ponticola* Iljin, 1927 отримав статус рода, до складу якого входять також розглянуті бичок Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk 1976), бичок рудий *Ponticola eurycephalus* (Kessler 1874) та бичок кам'яний *Ponticola ratan* (Nordmann 1840).

1.4. Іхтіофауна Одеської затоки

Грунтовні дослідження іхтіофауни Одеської затоки, здійснені К. Киселевичем, О. В. Яцентковським, А. К. Макаровим у першій половині ХХ століття, засвідчили значне видове різноманіття іхтіофауни – 81 вид риб, із яких 13 належали до прісноводних форм [35; 40; 73]. Значну частку складали промислово значущі види, зокрема скумбрія атлантична *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758, пеламіда атлантична *Sarda sarda* (Bloch, 1793),

луфар *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), ставрида атлантична *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), шпрот європейський *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758), тюлька звичайна *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840), катран короткоперий *Squalus acanthias* Linnaeus, 1758, атерина піщана *Atherina boyeri* Risso, 1810, морська лисиця *Raja clavata* Linnaeus, 1758, калкан чорноморський *Scophthalmus maeoticus* (Pallas, 1814), сингіль *Chelon aurata* (Risso, 1810) і гостроніс *Chelon saliens* (Risso, 1810), чорноморський сарган *Belone euxini* Günther, 1866, руський осетер *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833, а також численні представники родини бичкові *Gobiidae*. Зустрічались також рідкісні види – сонцевик *Zeus faber* Linnaeus, 1758 і баракуда європейська *Sphyræna sphyræna* (Linnaeus, 1758). Вплив опріснених вод Дніпровсько-Бузького лиману та зниження солоності під час весняного річкового стоку сприяв появі прісноводних видів, таких як окунь звичайний *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, щука звичайна *Esox lucius* Linnaeus, 1758, сом європейський *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, лящ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), верховодка *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) і плітка *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), короп *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 і чехоня *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758). Цей період вирізнявся не лише видовим багатством, а й значною щільністю популяцій риб, що вказувало на високу екологічну стабільність регіону [8].

Трансформація прибережних біотопів у 60-х роках ХХ століття, зумовлена інженерними заходами з протизсувного укріплення берегів, спорудженням гідротехнічних конструкцій і намівом штучних піщаних пляжів, у поєднанні з посиленою евтрофікацією та техногенним навантаженням, призвела до спрощення структури іхтіоценозів. Унаслідок зникнення великих хижаків, таких як скумбрія, пеламіда й луфар, перевагу отримали дрібні короткоциклічні види, зокрема шпрот, хамса та атерина. Періодичні вітрові апвелінги, що транспортували до затоки придонні води з підвищеним вмістом сірководню, спричиняли масову смертність як донних,

так і частково пелагічних видів. Фіксувалося скорочення чисельності бичків, яке пов'язують із явищами донної гіпоксії. Поява в 1982 році інвазивного виду – північноатлантичного реброплава *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 – завдала значної шкоди екосистемі, зокрема зменшивши популяцію хамси, яка мала важливе промислове значення. Таким чином, іхтіофауна Одеської затоки втратила частину свого різноманіття, скоротившись до 58 видів, із повним зникненням скумбрії, пеламіди та значним зменшенням чисельності осетрових, кефалей і катрана *Squalus acanthias* [17].

У період 1970–1990-х років видовий склад іхтіофауни скоротився до 47 таксонів, хоча частка бичкових риб зберігала відносну стабільність [19]. Однак зменшення техногенного впливу в період економічної кризи 1990-х років позитивно позначилося на стані екосистеми: до кінця XX століття видове різноманіття зросло до 55 таксонів, спостерігалось відновлення чисельності чорноморського калкана, морського коника довгорилого *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 і представників родини морських собачок Blennidae [63; 68].

Сучасні наукові дослідження, ініційовані у 2005 році співробітниками Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, відображають подальшу еволюцію видового складу іхтіофауни. У період 2007–2009 років В. В. Заморов, С. Ю. Чернікова та М. П. Заморова зареєстрували 33 види риб у сіткових уловах, із переважанням бичка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), бичка Пінчука *Ponticola cephalargoides* (Pinchuk, 1976), а також бичка-пісочника *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), бичка рудого *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) і бичка-губаня *Ponticola platyrostris* (Pallas, 1814) [21].

У 2005–2010 роках зафіксовано 47 видів риб [69], у 2011–2014 роках – 28 видів із коливаннями від 9 до 25 таксонів залежно від року [32], тоді як у 2016–2017 роках у районі мису Малий Фонтан ідентифіковано 23 види, з переважанням морських (64,3–68,2%) та солонуватоводних (22,7–35,7%) риб [24]. У 2020 році видове багатство зросло до 29 таксонів, хоча частка

солонуватоводних форм зменшилася до 24,1% [25]. Серед видів переважали представники бичкових риб родини Gobiidae, що свідчить про їх важливу роль у трофічній структурі: як активні бентофаги та хижаки, вони споживають широкий спектр організмів – від безхребетних до молоді риб, впливаючи на енергетичний обмін між донними та пелагічними рівнями. За типами живлення риби Одеської затоки класифікуються як бентосоїдні (~65%), планктоїдні (~21%), рибоїдні (~8%) і змішаноїдні (~7%) [58].

1.5. Еколого-географічна характеристика району досліджень

Одеська затока розташована в північно-західній частині Чорного моря і є складовою Дніпровсько-Бузької пригирлової ділянки [6]. Водночас її гідрологічний і гідрохімічний режими мають низку особливостей, що дозволяють розглядати цю акваторію як окремий регіон. До таких особливостей належать:

- домінування вітрових течій і вплив Одеської банки на циркуляцію вод;
- сезонна мінливість впливу прісного стоку Дністра та Південного Бугу на гідрологічну структуру, динаміку й гідрохімічні показники якості вод;
- розвиток вітрового прибережного апвелінгу (підйому глибинних вод до поверхні під дією вітру), що забезпечує водообмін між поверхневими та придонними шарами влітку;
- наявність у прибережній зоні значних антропогенних джерел евтрофікування й забруднення морського середовища [12; 16; 66].

Одеська затока характеризується значними сезонними коливаннями температури води, зумовленими весняно-літнім прогріванням, осінньо-зимовим охолодженням, а також апвелінгом і адвекцією водних мас із інших морських районів [11]. За даними багаторічних спостережень, середньорічна температура повітря над поверхнею моря становить +10,2°C, середня температура січня – +2,6°C, липня – +22,7°C. Річна кількість опадів сягає близько 350 мм, із максимумом у липні (в середньому 50 мм, в окремі роки –

до 170 мм). Кількість днів із опадами коливається від 80 до 118 на рік. Північно-західна частина моря, включно з Одеською затокою, майже щороку замерзає: у м'які зими льодом покриваються лише лимани й дрібні бухти, у суворі – навіть відкриті ділянки узбережжя біля мисів. Період замерзання триває з січня до середини березня [29].

У районі Одеси переважають вітри північного та північно-західного напрямків, хоча їхній характер змінюється залежно від сезону: навесні – південні, влітку – північно-західні, взимку – північні та південно-західні. Максимальна швидкість вітру щорічно досягає 20–24 м/с, в окремі роки фіксується до 30–40 днів із вітрами такої інтенсивності [16].

Глибини Одеської затоки невеликі: на відстані 100 м від берега вони становлять близько 3–4 м, а ухили дна незначні. Це зумовлює початок руйнування морських хвиль на значній відстані від узбережжя [29]. Максимальна висота хвиль, за даними водного поста Малий Фонтан за період 1948–1989 рр., сягає 2,6–3,7 м, біля мису Великий Фонтан – 2,2–3,2 м, а найменші хвилі спостерігаються в акваторії пляжу "Отрада". Загалом по Чорному морю максимальна висота хвиль може досягати 12 м при довжині 70–80 м, а руйнування берегового уступу починається при хвилях від 0,5 м. Найбільшу довжину розгону (200–800 м) мають хвилі південного й південно-східного напрямків [11].

Рівень води в затоці зазнає різких коливань через згінно-нагінні явища. Наприклад, у березні 1952 р. та січні 1989 р. підйом рівня моря біля берега сягав 0,9 м за вітрів східного й південно-західного напрямків і висоти хвиль до 3 м [25]. Водночас рівень зростає за рахунок паводкових вод річок, що впадають у море. Найвищий рівень характерний для весни через повені та переважання південних вітрів, найнижчий – для осінньо-зимового періоду через зменшення стоку й згінні вітри західного й північно-західного напрямків [6].

Вітрова циркуляція вод значною мірою залежить від Одеської банки, що підтверджують розрахунки, виконані за допомогою чисельних

математичних моделей [16; 66]. Прозорість морських вод коливається залежно від сезону: за даними 2016–2017 рр., мінімальні значення (2,2–2,8 м у травні та 3,2–3,5 м у червні) контрастують із максимальними (6,0 м у квітні та серпні, 6,5 м у листопаді, до 7,0 м наприкінці травня 2017 р.). Змінність прозорості пояснюється концентрацією завислих речовин, глибиною, близькістю до берега та прибережним стоком, зокрема зливовими скидами з м. Одеса [11].

Сучасний гідрохімічний склад і солоність вод Чорного моря сформувалися внаслідок геологічної еволюції чорноморської улоговини, зокрема її останніх етапів [17]. Солоність вод Одеської затоки залежить від надходження опріснених мас із річковим стоком Дніпра, Дністра та Дунаю. Біля гирл лиманна вода має солоність 1,8‰, але на відстані 3–4 миль від берега вона зростає до 10,7‰, із середнім значенням 6–7‰. У поверхневих шарах солоність коливається від 10,0 до 18,5‰ (частіше 14–15‰), у придонних – становить 15–18‰ [1]. За даними 2016–2017 рр., солоність варіювала від 7,8‰ до 17,0‰, із епізодичним зниженням через приплив прісної води з Дніпровсько-Бузького лиману [11]. Під час згінних вітрів солоність поверхневих вод може підвищуватися до 18‰ [17].

Температура води зазнає значних сезонних змін. За спостереженнями 2016–2017 рр., вона коливалася від 1,4°C до 26,5°C. Сезонне потепління починалося навесні, досягало піку влітку (червень–серпень), а восени й узимку поступово знижувалося. У літні місяці фіксувалася значна температурна стратифікація: наприклад, 2 липня 2016 р. температура поверхні сягала 26,5°C із різницею 14,3°C між верхнім і нижнім шарами. Раптові зниження температури були пов'язані з підйомом холодних придонних вод через тривалі вітри або компенсаційні течії. До вересня товща води ставала більш однорідною через похолодання [11].

Величина рН у товщі води в північно-західній частині моря варіює в межах 8,2–8,4. Концентрація розчиненого кисню на поверхні Придніпровської ділянки, що включає Одеську затоку, за багаторічними

даними змінюється від 1,8 мг/л (25% насичення) до 10,5 мг/л (95% насичення). На глибинах до 50 м вона становить 3,5–5,5 мг O_2 /л (80–105% насичення) [1].

Берегова лінія Одеської затоки зазнала значних змін через людську діяльність, зокрема будівництво берегозахисних споруд. Це призвело до утворення антропогенних форм рельєфу та вплинуло на розподіл осадових і динаміку узбережжя. Ґрунт до глибини 3–4 м піщаний, з грядками каменів, глибше – з домішкою мулу, піску та гальки. На глибинах 7–8 м до 13–15 м – мідієвий черепаший [10]. Спостереження Одеської зсувної станції показують, що від мису Великий Фонтан на північ щорічно переноситься близько 250 м³ піску, який поповнюється за рахунок розмиву понтичних вапняків у береговому обриві [17]. Осади в затоці містять різноманітні мікроелементи, розподіл яких залежить від річкового стоку й антропогенної діяльності. Статистичний аналіз виявив парагенетичні групи токсичних елементів, що підкреслює складну взаємодію природних і техногенних факторів [4].

Таким чином, Одеська затока вирізняється унікальним поєднанням фізико-географічних, гідрологічних і гідрохімічних характеристик, зумовлених природними процесами (вітрова циркуляція, апвелінг, річковий стік) та антропогенним впливом (забруднення, берегові споруди). Дані за 2016–2017 рр. підтверджують значну сезонну мінливість прозорості (2,2–7,0 м), температури (1,4–26,5°C) і солоності (7,8–17,0‰), що залежить від стоку, вітрових подій і стратифікації. Ці особливості підкреслюють специфіку затоки як окремого регіону Чорного моря [67].

Руйнування греблі Каховського водосховища в 2023 році спричинило значний вплив на екологічні умови Одеської затоки та прилеглого регіону Чорного моря. Катастрофічна повінь призвела до викиду великого обсягу прісної води, насиченої забруднювачами та поживними речовинами, у морську екосистему. Це спричинило різкі зміни в якості води та структурі

біологічних спільнот, викликало океанографічні, біологічні та довгострокові екологічні наслідки [64].

Наплив трансформованих вод річки Дніпро суттєво змінив гідрохімічний режим Одеської затоки. Солоність поверхневих вод поблизу Одеського берега знизилася до 4–6 ‰, тоді як у придонних шарах вона становила 14–17‰ [65]. Таке опріснення відображає значний вплив дніпровського стоку, що перевищив типові сезонні коливання. Змішування прісних і морських вод також змінило схеми циркуляції, вплинувши на розподіл забруднюючих і поживних речовин у товщі води. Ці нетипові циркуляційні процеси посилили перенесення завислих часток і органічних сполук у межах затоки [65]. Надходження поживних речовин, зокрема азоту й фосфору, спричинило сплеск розвитку фітопланктону та донних водоростей. Концентрація хлорофілу «*a*» досягла пікових значень у липні 2023 року, що свідчить про інтенсивне цвітіння води через перевантаження біогенними елементами. Після стихання цвітіння умови для макрофітів поступово покращувалися, що вказує на тимчасовий характер цих змін [45].

Надходження забруднюючих речовин, включно з органічними сполуками та важкими металами, накопичення органічної речовини у донних відкладеннях створює передумови для тривалого погіршення екологічного стану. Це може спричинити подальше зниження якості морського середовища та життєздатності біоти й викликає занепокоєння щодо можливого розвитку гіпоксичних умов і деградації морського біорізноманіття в регіоні [64].

РОЗДІЛ II.

МІСЦЕ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Район збору матеріалу, його кількість та біологічний аналіз

Іхтіологічний матеріал для досліджень збирався в прибережній акваторії Одеської затоки від мису Північний Одеський до мису Великий Фонтан з кінця травня включно по вересень протягом 2019, 2020, 2021, 2023 та 2024 років. Вилов риби здійснювали сітками (розмір вічка 16–24 мм) і вудками на відстані від берега 100–250 метрів. Риби зазнавали повного біологічного аналізу, який здійснювали за загальноприйнятими методиками [37]. Лабораторні експерименти проводили в акваріальній кафедрі зоології, гідробіології та загальної екології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

При визначенні розмірно-вікової та статеві структури популяції, оцінці темпу росту та природної смертності проаналізовано 2694 особини трьох видів риби: бичок Пінчука – 1749 особин (1012 самців і 737 самок); бичок рудий – 499 особин (246 самців і 253 самки); бичок кам'яний – 446 особин (225 самців і 221 самка).

Для аналізу раціонів обстежено вміст кишківників риби: у 1102 особин бичка Пінчука (з яких 659 самців та 443 самки), у 320 особин бичка рудого (з яких 190 самців та 130 самок), у 309 особин бичка кам'яного (з яких 170 самців та 139 самок).

Латинські назви видів риби та безхребетних наведені відповідно до Світового реєстру морських видів (WoRMS) [177]. Українські назви риби наведені за Ю. Куцоконь та Ю. Квач [39].

Загальну (абсолютну) довжину бичків (L) вимірювали від кінчика риля до кінця середніх променів хвостового плавця за допомогою цифрового штангенциркуля з точністю до 0,01 см, масу риби (M) вимірювали за допомогою цифрових ваг Axis AD100 (Польща) з точністю до 0,1 г.

2.2. Дослідження віку риб та їх живлення

Вік риб визначали за отолітами, оскільки такий метод дозволяє оцінити вік з точністю до року [149]. Сагітальні отоліти вилучали через поперечний розріз голови риби, очищали від органічних залишків та зберігали у сухому вигляді в індивідуальних контейнерах для запобігання пошкоджень. Отоліти досліджували цілими під бінокулярним мікроскопом МБС-9 з відбитим світлом при 10-кратному збільшенні, зануреними в дистильовану воду для кращої візуалізації [86]. Підрахунок віку базувався на чергуванні непрозорих (літніх) та прозорих (зимових) зон від ядра до рострального кінця. Для точності визначення віку застосовували подвійне читання отолітів.

Лабораторну обробку матеріалу щодо живлення риб проводили за загальноприйнятими методиками [161]. Визначення об'єктів живлення за можливості проводили до таксону нижчого рангу [46; 177].

Масу об'єктів живлення визначали як відновлену масу, розраховану за стандартними методиками трофічного аналізу [76; 125] з урахуванням розмірів збережених неперетравлених фрагментів та використанням таблиць відновлення маси для відповідних таксонів макрзообентосу [112].

Розрахунки здійснено на основі зважених сезонних раціонів [76; 165] бичків за 2020, 2021, 2023 та 2024 роки з подальшою нормалізацією показників маси та частоти трапляя кормових об'єктів в харчових грудках для кожного виду риб [91; 109].

2.3. Проведення лабораторних досліджень

Дослідження рухової та агресивної активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного проводилось в умовах ізольованої акваріальної з природним освітленням протягом 15 діб з 02.07.2023 по 17.07.2023. За допомогою цифрової камери проводився безперервний відеозапис рухів, що дозволило отримати дані про активність риб у часовому розрізі.

Рухову активність риб фіксували по інтервалах тривалістю в одну годину. Звичайні рухи визначались як зміна розташування об'єкта

спостережень на відстань, більшу за довжину тіла. За одиницю агресивної поведінки обрано середню кількість агресивних рухів за годину, які приводили до зміни положення чи втечі риби, в напрямку якої вони були здійснені. При цьому не бралось до уваги, відбувався між рибами фізичний контакт, чи ні. Інтенсивність агресивності оцінювалась у відсотковому співвідношенні агресивної активності до загальної рухової активності.

Для проведення експерименту з визначення рівня поведінкової активності бичків використовували наступне обладнання:

- акваріум з органічного скла довжиною 110 см, шириною 110 см і висотою 50 см;
- зовнішні фільтри для акваріумної води «Jebo – 803» (США);
- цифрову мережеву камеру Hikvision DS-2CD2432F-I (Китай);
- чилер-охолоджувач «Titan 2000» (Німеччина);
- обігрівач для акваріума «Hagen» (Канада);
- тести для вимірювання гідрохімічних параметрів «Tetra» (Німеччина).

Акваріум заповнювали природною морською водою. Активність риб фіксували за допомогою цифрової камери, встановленої над акваріумом на висоті 125 см, з таким розрахунком, щоб об'єктив відеокамери охоплював всю площу дна акваріума. Отриманий запис переносили в пам'ять комп'ютера та обробляли.

Для обробки відеозапису застосовувалася оригінальна методика «комп'ютерного зору», яка дозволяє в лабораторних умовах відстежувати рухливість біологічних об'єктів та кількісно представляти результати спостережень [157].

Сутність методу трекінгу об'єктів полягала у комбінації віднімання кадрів (frame difference) з подальшим пороговим опрацюванням та детекцією рухомих областей [157] з сегментаційним підходом до виявлення об'єктів, запропонованим у Н. Волковою та М. Швандтом [173], на основі вдосконаленого методу сегментації зображень. Ключові етапи включали:

- попередня обробка зображень для зменшення шуму, нормалізації яскравості та контрасту з метою виділення риб від фону;
- позначення області, що містить об'єкти, для зменшення обчислень;
- розбиття кадру на квадратну сітку для подальшого аналізу;
- обчислення різниці між поточним кадром та середнім значенням кількох попередніх для виділення рухомих об'єктів;
- отримання бінарного зображення, де світлі пікселі відповідають зміненим областям;
- сегментація зображення на регіони за схожістю форми та кольору з урахуванням додаткових шарів для підвищення точності, включаючи перевірки однорідності в випадках осаду чи перекриттів для усунення помилкових виявлень;
- для кожної позначеної області об'єкта визначалась зона, в якій відбуваються зміни;
- для областей, що змінилися, обчислюються центроїди, які вважаються новими позиціями об'єктів;
- постобробка для об'єднання роздроблених частин об'єктів;
- відстеження відстані між початковим та поточним положенням центроїда для визначення руху об'єкта.

Положення риб фіксувалися за центрами (центроїдами), а контакти визначалися за їх близькістю. Дані оброблялися програмно для аналізу відеосегментами до 10 хвилин.

Для порівняння отриманих результатів застосовували непараметричний статистичний критерій Манна-Уїтні, рівень статистичної значущості – $p < 0,05$ [88].

2.4. Статистична обробка даних

Для оцінки параметрів росту досліджуваних риб застосовувалася модель фон Берталанфі [174], що є стандартним інструментом в

іхтіологічних дослідженнях для опису динаміки росту як функції віку. Стандартна формула для довжини:

$$L(t) = L_{\infty} \times (1 - e^{-k(t - t_0)}), \text{ де}$$

$L(t)$ – довжина організму в момент часу t ;

L_{∞} – асимптотична довжина (теоретична максимальна довжина), якої організм може досягти за нескінченно довгий час;

k – коефіцієнт росту, визначає швидкість, з якою організм наближається до своєї асимптотичної довжини L_{∞} . Оцінюється за допомогою нелінійної регресії на основі даних про довжину організмів у різні вікові періоди;

t – вік організму в одиницях часу (роки);

t_0 – теоретичний вік, при якому довжина організму дорівнювала б нулю, якби модель була застосовна з моменту народження.

Параметри моделі L_{∞} , K та t_0 оцінювали методом нелінійної регресії (за принципом найменших квадратів) за допомогою інструменту Solver у програмі Microsoft Excel. Для цього вводили дані про вік і довжину риб у таблицю Excel, обчислювали прогнозовані значення $L(t)$ за стандартною формулою для довжини, розраховували суму квадратів відхилень між спостережуваними та прогнозованими значеннями, після чого Solver мінімізував суму квадратів відхилень шляхом покрокового підбору параметрів L_{∞} , K та t_0 (з обмеженнями: $L_{\infty} > \max(L)$, $K > 0$, $t_0 < 0$). Якість підгонки моделі оцінювали за коефіцієнтом детермінації (R^2) [141].

Для оцінки параметрів зміни маси з віком використовували модифіковану формулу фон Берталанфі для маси:

$$M(t) = M_{\infty} \times (1 - e^{-k(t - t_0)})^3, \text{ де}$$

$M(t)$ – маса організму в момент часу t ;

M_{∞} – асимптотична маса (теоретична максимальна маса), якої організм може досягти за нескінченно довгий час.

Асимптотична маса M_{∞} у моделі зростання фон Берталанфі для маси тіла риб оцінювалась аналогічно до параметра L_{∞} для довжини, на основі емпіричних даних про вік і масу особин. Для оцінки вводили дані "вік – маса" у таблицю Microsoft Excel, обчислювали прогнозовані значення $M(t)$ за модифікованою формулою фон Берталанфі для маси, розраховували суму квадратів відхилень між спостережуваними та прогнозованими значеннями, після чого інструмент Solver мінімізував цю суму шляхом покрокового підбору параметрів, K та t_0 (з обмеженнями: $M_{\infty} > \max[f_0](M)$, $K > 0$, $t_0 < 0$). Якість підгонки оцінювали за коефіцієнтом детермінації R^2 [141].

Для оцінки співвідношення маси та довжини застосовували алометричну формулу Гекслі [111]:

$$M = a \times L^b,$$

де M – маса тіла риби (г), L – загальна довжина (см), a – коефіцієнт регресії, b – експонента регресії, що характеризує тип росту.

Значення параметрів a та b обчислювали методом найменших квадратів шляхом лінійної регресії логарифмованих даних:

$$\ln(M) = \ln(a) + b \times \ln(L).$$

Для оцінки якості моделі використовували коефіцієнт детермінації R^2 . Статистичну значущість відхилення експоненти регресії від значення 3, що відповідає ізометричному росту, перевіряли за допомогою t -критерію Стьюдента ($p < 0,05$) [155]:

- ізометричний ріст, якщо $b = 3$ (маса зростала пропорційно кубу довжини);
- негативний алометричний ріст, якщо $b < 3$ (маса зростала повільніше за довжину);
- позитивний алометричний ріст, якщо $b > 3$ (маса зростала швидше за довжину).

Для порівняння значень показників a та b між групами самців і самок, з метою визначення статистичної значущості відмінностей у типі росту між статями, застосовувався тест Паулі [140]. Тест є модифікацією t -критерію Стюдента для перевірки нульової гіпотези про ізометричний ріст ($b = 3$), де статистика обчислюється за формулою:

$$t = (b - 3) / SE_b,$$

де SE_b – стандартна похибка коефіцієнта b , отримана з лінійної регресії логарифмованих даних.

Природну смертність оцінювали за емпіричним методом Паулі [141], який є стандартним інструментом в іхтіологічних дослідженнях для непрямої оцінки природної смертності на основі параметрів росту та екологічних факторів. Метод базується на мета-аналізі даних і враховує кореляцію між смертністю, метаболізмом, швидкістю росту та температурою середовища, що особливо актуально для короткоживучих донних видів.

Метод обрано через його валідність для субтропічних риб, включаючи бичків, та узгодженість з іншими емпіричними оцінками [107; 160], з урахуванням обмежень, таких як потенційне завищення природної смертності для холодноводних популяцій.

Аналіз проводився в програмному середовищі R (версія 4.3.1) [151] з використанням базових функцій пакетів stats та lmtest [181]. Дані попередньо перевірялися на нормальність розподілу за допомогою тесту Шапіро-Вілکا [156]. Усі розрахунки виконувалися окремо для самців та самок.

У ході дослідження живлення застосовували наступні індекси:

1. Індекс харчової подібності (ІХП): сума мінімальних значень відносної величини маси (%) загальних видів кормових об'єктів із раціонів порівнюваних риб [153].

2. Індекс таксономічної подібності (ІТП) [123]:

$$\text{ІТП} = C \div (A + B - C) \times 100\%, \text{ де}$$

A – кількість таксонів, організми яких є об'єктами живлення у раціоні однієї досліджуваної риби;

B – кількість таксонів, організми яких є об'єктами живлення у раціоні іншої досліджуваної риби;

C – кількість загальних таксонів, організми яких є об'єктами живлення з раціонів порівнюваних риб.

3. Індекс відносної значущості (ІВЗ) [145]:

$$\text{ІВЗ} = (M + N) \times F, \text{ де}$$

M – відносна маса об'єкта живлення (% від загальної маси кормових об'єктів у раціоні риби);

N – відносна кількість об'єкта живлення (% від загальної кількості об'єктів харчування у раціоні риби);

F – частота трапляння об'єкта живлення в досліджуваних харчових грудках риб (%).

4. Індекс подібності Хорна, який розраховувався окремо для відносної величини маси і частоти трапляння кормових організмів в раціонах порівнюваних риб [109]:

$$C_{\lambda} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n y_i^2}, \text{ де}$$

x_i – відносна величина маси або частота i -го кормового об'єкта у раціоні однієї досліджуваної риби;

y_i – відносна величина маси або частота того самого i -го об'єкта у раціоні іншої досліджуваної риби;

n – загальна кількість різних кормових об'єктів.

Значення C_{λ} варіюється від 0 до 1, де 0 – повна відсутність спільних кормових об'єктів (жоден не зустрічається в раціонах обох риб), 1 – повне ідентичність раціонів.

Для оцінки добових ритмів рухової активності бичків застосовували Cosinor-аналіз – метод моделювання косинусоїдальної функції з фіксованим періодом 24 години [89; 106]. Аналіз проводили за допомогою мови програмування R з використанням пакетів для Cosinor-аналізу [110; 162].

Значущість ритму оцінювали за допомогою F -статистики на рівні $p < 0,05$. Дані про рухову активність реєстрували протягом щонайменше 15 діб у контрольованих лабораторних умовах з природним режимом освітлення, після чого обчислювали параметри мезору, амплітуди та акрофази для кожної групи риб.

Для оцінки відмінностей у середній руховій та агресивній активності бичків за періодами доби (нічний, ранковий, денний, вечірній) застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) для порівняння середніх значень у трьох або більше незалежних групах [150]. Аналіз проводили за допомогою мови програмування R з використанням вбудованих функцій. Значущість відмінностей оцінювали за допомогою F -статистики на рівні $p < 0,05$.

Для виявлення парних відмінностей у середніх значеннях агресивності між бичком Пінчука, бичком рудим та бичком кам'яним за періодами доби (нічний, ранковий, денний, вечірній) застосовували тест Тьюкі HSD (Tukey Honestly Significant Difference) [150; 163]. Аналіз проводили за допомогою мови програмування R з використанням функції TukeyHSD [151]. Значущість парних відмінностей оцінювали за скоригованими p -значеннями на рівні $p < 0,05$. Перевірку на нормальність розподілу даних здійснювали за допомогою тесту Шапіро-Вілکا [156].

РОЗДІЛ III.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Розмірно-вікова та статева структура субпопуляції, оцінка темпу росту та природної смертності

3.1.1. Бичок Пінчука

За п'ять років досліджень проаналізовано 1749 екземплярів бичка Пінчука, із них 1012 самців і 737 самок. В уловах зустрічалися риби чотирьох вікових груп: від дволіток (1+) до п'ятиліток (4+) (табл. 3.1, додаток 1).

У 2019 році (досліджено 402 особини: 243 самців і 159 самок) вікова структура бичка Пінчука демонструвала чітке домінування статевозрілих риб: серед самців переважали особини віком 3+ (91,4%), тоді як вікові групи 2+, 1+ та 4+ мали значно менші частки – відповідно, 6,1%, 1,0% та 1,5%. Аналогічна тенденція спостерігалася серед самок, де домінуючою була вікова група 3+ (79,2%), за якою слідували вікові групи 1+ (10,7%) та 2+ (10,1%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 3+ становили переважну більшість (86,3%), тоді як відносна чисельність риб в вікових групах 2+, 1+ та 4+ була суттєво нижчою – 7,7%, 5,1% та 0,9% відповідно (табл. 3.1). Співвідношення статей у субпопуляції наближалось до 3:2 на користь самців, що характерно для біології цього виду [59]. У домінуючій за чисельністю віковій групі 3+ співвідношення самців до самок складало 1,8:1.

У 2019 році найбільшу довжину і масу відзначено у самця віком 4+ (19,4 см і 106,8 г), у самки віком 3+ (18,9 см і 56,9 г) (додаток 1). Загалом, риби молодших вікових груп мали менші величини довжини і маси порівняно з дорослими особинами, що ілюструє стандартні закономірності росту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вікова структура бичка Пінчука (%)
в Одеській затоці протягом п'яти років досліджень**

Вікова група	Роки досліджень														
	2019 р.			2020 р.			2021 р.			2023 р.			2024 р.		
	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі
1+	1,0	10,7	5,1	-	4,1	2,2	1,7	2,2	1,9	-	-	-	1,5	6,7	3,3
2+	6,1	10,1	7,7	16,0	32,2	24,6	23,9	29,1	26,7	20,7	53,9	33,7	27,1	19,4	24,5
3+	91,4	79,2	86,3	71,8	53,0	61,8	68,6	64,2	66,3	74,7	45,4	63,3	59,4	70,2	63,0
4+	1,5	-	0,9	12,2	10,7	11,4	5,8	4,5	5,1	4,6	0,7	3,0	12,0	3,7	9,2

Параметри констант регресійної моделі Гекслі співвідношення довжини та маси для самців бичка Пінчука дорівнювали: коефіцієнт $a = 0,021$, показник $b = 2,6864$; для самок: коефіцієнт $a = 0,058$, показник $b = 2,361$, таким чином формули розрахунку маси через довжину були такі:

$$\text{самці: } M = 0,021 \times L^{2,686},$$

$$\text{самки: } M = 0,058 \times L^{2,361}.$$

Низьке значення коефіцієнта a у самців (0,021) вказує на меншу початкову масу їх молоді, порівняно з самками ($a = 0,058$), а також про більш повільний початковий ріст. Значення показника b (2,686) у самців свідчить про те, що їх маса зростала більш активно в залежності від довжини тіла, ніж у самок – b (2,361).

Результати тесту Паулі вказують, що існувала статистично значуща різниця в коефіцієнтах пропорційності ($t = -10,1$, $p < 0,05$ для коефіцієнта a) та показниках росту між самцями та самками ($t = 4,65$, $p < 0,05$ для показника b), що свідчить про статевий диморфізм по цій ознаці.

Параметри моделі Берталанфі для бичка Пінчука у 2019 р. були наступними: самці – $L_{\infty} = 22,1$ см, $k = 0,42$ рік⁻¹, $t_0 = -0,45$; самки – $L_{\infty} = 20,5$ см, $k = 0,38$ рік⁻¹, $t_0 = -0,62$. Природна смертність для самців складала в середньому 0,73 рік⁻¹; для самок – 0,76 рік⁻¹.

У 2020 році проаналізовано 281 особину бичка Пінчука (131 самець і 150 самок). Вікова структура субпопуляції характеризувалася домінуванням зрілих особин: серед самців за відносною чисельністю переважали риби віком 3+ (71,8%), кількість особин в інших вікових групах була значно меншою – 2+ (16,0%) і 4+ (12,2%). Схожа тенденція спостерігалася у самок, де найчисельнішою була вікова група 3+ (53,0%), за якою слідували риби віком 2+ (32,2%), 4+ (10,7%) і 1+ (4,1%). У загальній сукупності вибірки риби вікової категорії 3+ утворювали переважну більшість (61,8%), тоді як інші вікові групи мали менші значення – 2+ (24,6%), 4+ (11,4%), 1+ (2,2%) (табл. 3.1). Співвідношення статей у вибірці наближалось до паритету (1:1) з невеликою перевагою самок. У домінуючій групі 3+ співвідношення самців до самок складало 1,2:1.

У 2020 році максимальні значення довжини та маси тіла зареєстровано у самця віком 4+ (20,5 см та 119,6 г), а також у самки того ж віку (19,5 см та 102,3 г) (додаток 1).

Параметри відношення довжина–маса згідно формули Гекслі для самців бичка Пінчука дорівнювали – коефіцієнт $a = 0,009$, показник $b = 3,135$; для самок – коефіцієнт $a = 0,013$, показник $b = 2,933$, таким чином формули розрахунку маси через довжину були наступними:

$$\text{самці: } M = 0,009 \times L^{3,135};$$

$$\text{самки: } M = 0,013 \times L^{2,933}.$$

Низьке значення коефіцієнта a у самців (0,009) свідчить, що вони мали меншу початкову масу, порівняно з самками ($a = 0,013$). У самців значення показника b (3,135) вище 3 демонструє, що їх маса зростала швидше за довжину. Це могло бути пов'язано з інтенсивним нарощуванням м'язової маси у дорослих самців. У самок показник b (2,933), хоча й близький до 3, все ж вказує на дещо повільніше зростання маси відносно довжини, що, можливо, було слідством витрати енергії на репродуктивні функції [108].

Результати тесту Паулі підтверджують, що у 2020 році існувала статистично значуща різниця в коефіцієнті пропорційності a між самцями та самками ($t = -2,62$; $p < 0,05$), а також існувала статистично значуща різниця в показниках росту між особинами різної статі ($t = 2,86$; $p < 0,05$ для показника b). Ці результати свідчать про статевий диморфізм, який проявлявся як у різниці стартової маси молодих особин, так і в динаміці росту дорослих риб.

У 2020 році спостерігалися більш виражені відмінності в динаміці росту між самцями та самками (вища різниця в показнику b), ніж у 2019 році, що може вказувати на зміни в умовах середовища риб [140].

У 2020 році параметри моделі Берталанфі для самців – $L_{\infty} = 23,8$ см, $k = 0,37$ рік⁻¹, $t_0 = -0,48$; для самок – $L_{\infty} = 21,2$ см, $k = 0,41$ рік⁻¹, $t_0 = -0,58$. Для самців природна смертність складала в середньому $0,69$ рік⁻¹; у самок – $0,85$ рік⁻¹.

У 2021 році проаналізовано 257 особин (122 самця та 135 самок). Вікова структура субпопуляції бичка Пінчука демонструвала чітке домінування зрілих риб: серед самців за чисельністю переважали особини віком 3+ (68,6%), тоді як вікові групи 2+, 4+ та 1+ мали менші частки – відповідно, 23,9%, 5,8% та 1,7%. Аналогічна тенденція спостерігалася серед самок, де домінуючою була вікова група 3+ (64,2%), за якою слідували риби віком 2+ (29,1%), 4+ (4,5%) та 1+ (2,2%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 3+ становили переважну більшість (66,3%), тоді як частки вікових груп 2+, 4+ та 1+ були суттєво нижчими – 26,7%, 5,1% та 1,9% відповідно (табл. 3.1). Співвідношення статей у субпопуляції наближалось до 1:1 з незначним переважанням самок. У домінуючій групі 3+ співвідношення самців до самок складало 1:1.

Максимальні значення довжини та маси тіла зареєстровано у риб віком 4+: у самців – 19,7 см та 115,8 г, у самок – 21,1 см та 137,2 г (додаток 1).

Параметри співвідношення довжина–маса за формулою Гекслі для самців бичка Пінчука дорівнювали: коефіцієнт $a = 0,046$, показник $b = 2,464$;

для самок: коефіцієнт $a = 0,038$, показник $b = 2,674$. Таким чином, формули для розрахунку маси за показниками довжини мали такий вигляд:

$$\text{самці } M = 0,046 \times L^{2,464};$$

$$\text{самки } M = 0,038 \times L^{2,674}.$$

Співвідношення довжини та маси тіла виявило вищий коефіцієнт пропорційності у самців ($a = 0,046$), ніж у самок ($a = 0,038$), що свідчить про більшу масу молодих самців на початкових етапах росту у 2021 році. Це могло бути зумовлено трансформаціями у структурі кормової бази або змінами характеристик середовища існування риб [93]. Низьке значення показника b (2,464) демонструє, що маса самців зростала повільніше за їх довжину, самки показали більш збалансований ріст ($b = 2,674$).

За тестом Паулі, самці не показали значущої відмінності щодо інтенсивності накопичення маси ($t = 1,90$; $p > 0,05$ для a), а самки демонстрували більш пропорційний ріст ($t = -3,12$, $p < 0,05$ для показника b). Порівняно з 2020 роком, спостерігалась зворотна картина у співвідношенні параметрів a та b , що могло бути пов'язано з коливаннями екологічних чинників [93; 94].

Параметри моделі Берталанфі були наступними: самці – $L_{\infty} = 21,9$ см, $k = 0,39$ рік⁻¹, $t_0 = -0,52$; самки – $L_{\infty} = 22,8$ см, $k = 0,36$ рік⁻¹, $t_0 = -0,65$. Природна смертність у 2021 році для самців складала в середньому 0,70 рік⁻¹; для самок – 0,72 рік⁻¹.

У 2023 році проаналізовано 396 особин (241 самець та 155 самок). Вікова структура характеризувалася помітним домінуванням дорослих риб: серед самців переважали особини віком 3+ (74,7%), тоді як вікові групи 2+ та 4+ мали меншу кількість риб – відповідно, 20,7% та 4,6%, а особини віком 1+ були повністю відсутні. Серед самок найбільшу чисельність мала вікова група 2+ (53,9%), за якою слідувала вікова група 3+ (45,4%), з мінімальною часткою особин віком 4+ (0,7%) та відсутністю риб віком 1+. У загальній

вибірці особини віком 3+ становили значну частину (63,3%), тоді як частки вікових груп 2+ та 4+ були нижчими – 33,7% та 3,0% відповідно, а риби віком 1+ зовсім не зустрічалися, незалежно від статі (табл. 3.1). Співвідношення статей наближалось до 3:2 на користь самців, що узгоджується із відомими біологічними рисами даного виду [59]. У домінуючій групі 3+ співвідношення самців до самок 2,6:1.

Максимальні значення довжини та маси тіла зафіксовано у риб віком 4+: у самців – 23,5 см та 142 г, у самок – 17,3 см та 70,7 г (додаток 1).

Параметри рівняння Гекслі у 2023 році для самців бичка Пінчука дорівнювали: коефіцієнт $a = 0,018$, показник $b = 2,913$; для самок: коефіцієнт $a = 0,064$, показник $b = 2,354$, таким чином формули розрахунку маси через довжину були такі:

$$\text{самці } M = 0,018 \times L^{2,913};$$

$$\text{самки } M = 0,064 \times L^{2,354}.$$

У 2023 році співвідношення довжини та маси тіла виявило значно нижчий коефіцієнт пропорційності у самців ($a = 0,018$) проти самок ($a = 0,064$). Такі показники свідчать, що молоді самці мали істотно меншу початкову масу за однакової довжини, що може відображати відмінні умови їх існування або особливості живлення, а також потенційно вказувати на погіршення умов для виживання молодих особин [175]. Значення показника b для самців (2,913) вказує на те, що їхня маса зростала майже пропорційно до довжини, тоді як у самок ($b = 2,354$) маса збільшувалася повільніше відносно їх довжини.

Результати тесту Паулі статистично підтверджують виразний статевий диморфізм ($t = 4,37$, $p < 0,05$ для показника b): самці демонстрували майже пропорційний ріст маси відносно довжини, але з значно меншою стартовою масою, тоді як самки, попри більшу початкову масу, зростали непропорційно повільніше ($t = -5,82$, $p < 0,05$ для коефіцієнта a).

Параметри моделі Берталанфі для бичка Пінчука у 2023 році були наступними: самці – $L_{\infty} = 25,3$ см, $k = 0,33$ рік⁻¹, $t_0 = -0,55$; самки – $L_{\infty} = 18,9$ см, $k = 0,45$ рік⁻¹, $t_0 = -0,50$. Природна смертність для самців складала в середньому $0,64$ рік⁻¹; для самок – $0,86$ рік⁻¹.

У 2024 році проаналізовано 413 особин бичка Пінчука (275 самців та 138 самок). Вікова структура субпопуляції зберігала чітке домінування зрілих риб: серед самців переважали особини віком 3+ (59,4%), тоді як вікові групи 2+, 4+ та 1+ мали менші частки – відповідно, 27,1%, 12,0% та 1,5%. Серед самок домінуючими були риби віком 3+ (70,2%), за ними слідували вікові групи 2+ (19,4%), 1+ (6,7%) та 4+ (3,7%). У загальній вибірці особини віком 3+ становили переважну більшість (63,0%), тоді як частки вікових груп 2+, 4+ та 1+ були суттєво нижчими – 24,5%, 9,2% та 3,3% відповідно (табл. 3.1). Серед самок спостерігалось більше молодих особин порівняно з самцями, хоча зрілі риби залишалися в більшості. Співвідношення статей у субпопуляції наближалось до 2:1 на користь самців, що узгоджується із загальними характеристиками виду [59]. У домінуючій групі 3+ співвідношення самців до самок 1,7:1.

Максимальні значення довжини та маси тіла бичка Пінчука у 2024 році зафіксовано у риб віком 4+: у самців – 20,5 см та 102 г, у самок – 20,4 см та 110 г (додаток 1).

Параметри рівняння Гекслі для самців бичка Пінчука становили: коефіцієнт $a = 0,02$, показник $b = 2,840$; для самок: коефіцієнт $a = 0,007$, показник $b = 3,291$, отже формули для обчислення маси за довжиною мали наступний вигляд:

$$\text{самці } M = 0,02 \times L^{2,840};$$

$$\text{самки } M = 0,007 \times L^{3,291}.$$

Співвідношення довжини та маси тіла виявило значні відмінності у рості між особинами різної статі: у самок спостерігався різкий стрибок показника b до 3,291, що вказує на прискорений набір самками маси відносно довжини, тоді як самці зберігали майже ізометричний ріст ($b = 2,840$) з меншою інтенсивністю. Результати тесту Паулі підтвердили високу статистичну значущість відмінностей для коефіцієнта a ($t = 4,15$, $p < 0,05$) та для показника b ($t = -3,89$, $p < 0,05$). Порівняно з 2023 роком, у самок коефіцієнт a знизився, а показник b зріс, тоді як у самців параметри залишилися відносно стабільними.

Параметри моделі Берталанфі у 2024 році мали наступні значення: самці – $L_{\infty} = 23,2$ см, $k = 0,36$ рік⁻¹, $t_0 = -0,49$; самки – $L_{\infty} = 22,0$ см, $k = 0,39$ рік⁻¹, $t_0 = -0,61$. Природна смертність для самців становила в середньому 0,69 рік⁻¹; для самок – 0,76 рік⁻¹.

За п'ять років досліджень спостерігались значні коливання параметрів росту, що свідчить про адаптацію субпопуляції до мінливих умов середовища. Вікова структура бичка Пінчука демонструвала стійке домінування за чисельністю зрілих особин (вікова група 3+), які складали 61,8–86,3% субпопуляції для обох статей, із максимальним піком у 2019 році (86,3%) та мінімальним значенням у 2020 році (61,8%). Ця тенденція зберігалася протягом усіх років, з помірними коливаннями: у 2021 році – 66,3%, у 2023 році – 63,3%, у 2024 році – 63,0%.

Самки мали більшу частку молодих особин (1+) порівняно з самцями, зокрема в 2019 р. (10,7%) та 2024 р. (6,7%), тоді як у 2020 р. (4,0%) і 2021 р. (2,2%) молоді особини зустрічалися рідше, а в 2023 році були повністю відсутні для обох статей, що може вказувати на несприятливі умови для виживання молоді риб у цей період. Це може бути пов'язано із негативним впливом екологічних чинників, викликаних руйнуванням Каховської ГЕС, яке відбулося 6 червня 2023 року [136].

Вікова група 2+ була більш чисельною у самок, з піковим значенням у 2023 році (53,9%), а також з помітною кількістю в 2020 р. (32,2%) і 2021 р. (29,1%). Самці переважно були представлені віковою групою 3+ (від 59,4% у 2024 році до 91,4% у 2019 році).

Вікова група 4+ залишалася незначною за чисельністю (0,9–11,4% для обох статей), з вищою кількістю у самців в 2020 р. (12,2%) та 2024 р. (12,0%), тоді як у самок вона не перевищувала 10,7% (2020 рік), що може бути пов'язано з диференційованою тривалістю життя та репродуктивними стратегіями статей [140].

Загалом, із збільшенням віку частка самців зростає. Ці тенденції можуть відображати вплив різниці у виживанні, репродуктивних стратегій або ж нерівномірний розподіл статей у місцях вилову (рис. 3.1).

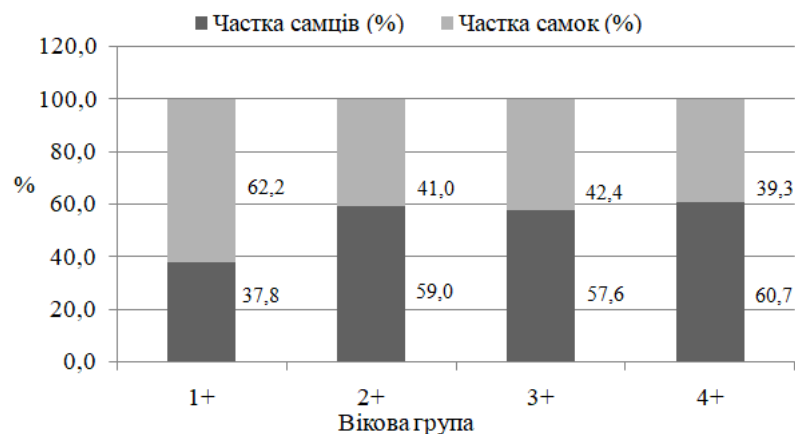


Рис. 3.1. Співвідношення статей бичка Пінчука (%) в Одеській затоці в різних вікових групах в цілому за п'ять років досліджень

Співвідношення статей у бичка Пінчука демонструвало помітну варіабельність протягом досліджуваного періоду, незалежно від вікових груп. У 2019 році кількість самців значно переважала, тоді як самки становили меншість. У 2020 та 2021 роках спостерігалася зворотна тенденція: частка самок зроста і стала домінуючою, з відповідним зменшенням частки самців. Однак у 2023 році частка самців знову збільшилася, а у 2024 році ця тенденція посилилася, з ще більшою перевагою самців. Загалом, динаміка статевого співвідношення у виловах не була стабільною (рис. 3.2).

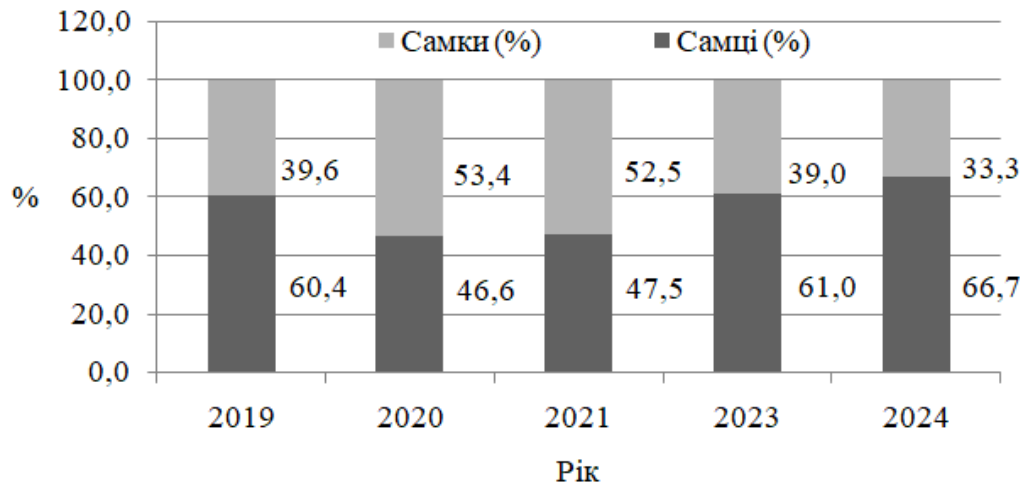


Рис. 3.2. Співвідношення статей (%) бичка Пінчука в Одеській затоці протягом п'яти років досліджень

Вцілому за п'ять років досліджень загальна довжина самців коливалася від 7,5 см (1+) до 23,5 см (4+), маса – від 4,8 г (1+) до 142,0 г (4+). Для самок довжина варіювала від 7,5 см (1+) до 21,1 см (4+), маса – від 4,6 г (1+) до 137,2 г (4+) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Граничні та середні величини довжини і маси бичка Пінчука за віковими групами в цілому за п'ять років досліджень

Стать	Довжина, маса	Показники	Вік риб			
			1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	17	216	614	165
		Макс. вел., см	14,4	17	20,2	23,5
		Мін. вел., см	7,5	9,1	14,1	16,5
		Сер. вел., см	11,0	14,6	16,9	19,0
		Довірчий інтервал (95%), см	10,2–11,8	14,4–14,8	16,8–17,0	18,7–19,3
	Маса	Макс. вел., г	22,39	53,17	90,58	142
		Мін. вел., г	4,8	8,8	15,2	44,4
		Сер. вел., г	13,9	34,1	56,6	92,1
Довірчий інтервал (95%), г		11,4–16,4	32,8–35,4	55,4–57,8	88,7–95,5	
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	28	150	452	107
		Макс. вел., см	11	17,6	18,7	21,1
		Мін. вел., см	7,5	7,8	8,2	15,2
		Сер. вел., см	9,1	14,2	16,3	17,8
		Довірчий інтервал (95%), см	8,7–9,5	13,9–14,5	16,2–16,4	17,5–18,1
	Маса	Макс. вел., г	18,36	77,14	108,48	137,2
		Мін. вел., г	4,6	11,3	16,55	36,4
		Сер. вел., г	10,1	34,9	59,6	83,4
		Довірчий інтервал (95%), г	8,7–11,5	32,3–37,5	58,0–61,2	79,7–87,1

В цілому за всі п'ять років досліджень темпи зростання самців бичка Пінчука за співвідношенням маси та довжини описується рівнянням $M = 0,024 \times L^{2,749}$, де коефіцієнт $a = 0,024$ і показник $b = 2,749$. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,81$ вказує на відносно високу відповідність моделі. Значення показника b вказує на негативно алометричний ріст ($b < 3$), близький до ізометричного, з менш вираженим збільшенням маси відносно довжини, особливо у середніх вікових групах (2+ та 3+) (рис. 3.3).

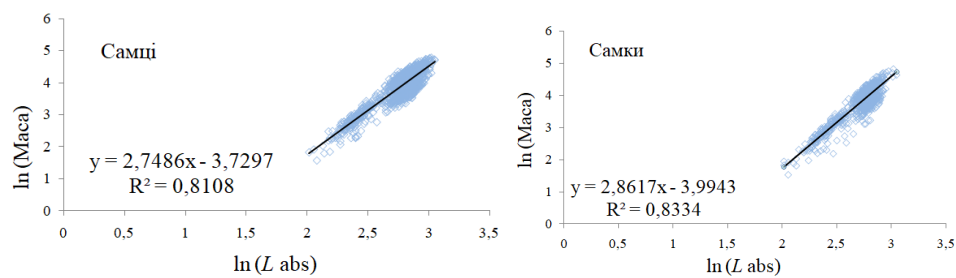


Рис. 3.3. Регресійна залежність між абсолютною довжиною і масою бичка Пінчука в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

Для самок залежність має вигляд $M = 0,018 \times L^{2,862}$, де коефіцієнт $a = 0,018$, показник $b = 2,862$. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,83$ вказує на помірно високу відповідність моделі. Значення показника b свідчить про негативно алометричний ріст ($b < 3$), близький до ізометричного, з незначним уповільненням набору маси відносно довжини, у старших вікових групах (3+, 4+) ізометричність зростала.

Для опису динаміки росту бичка Пінчука в цілому за всі п'ять років досліджень використано модель Берталанфі з наступними параметрами: (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Параметри моделі Берталанфі для бичка Пінчука в цілому за п'ять років досліджень

Стать	Показники	Значення
Самці	L_{∞} , см	24,0
	k , рік ⁻¹	0,35
	t_0 , рік	-0,50
	Середня похибка апроксимації %	2,8
Самки	L_{∞} , см	22,0
	k , рік ⁻¹	0,40
	t_0 , рік	-0,60
	Середня похибка апроксимації, %	3,5

Самці мали більшу асимптотичну довжину (24,0 см) порівняно з самками (22,0 см), що підтверджує статевий диморфізм, коли самці досягають більших розмірів. Ця різниця може бути пов'язана з вищими енергетичними витратами самок під час репродуктивного періоду, що обмежує їхній ріст у старших вікових групах (3+, 4+) [93; 94].

Вищий коефіцієнт зростання у самок ($k = 0,40$) порівняно з самцями ($k = 0,35$) вказує на швидше наближення самок до їхньої асимптотичної довжини в молодому віці. Це підтверджується більшими темпами зростання довжини у самок у вікових групах 1+ та 2+. Більш негативне t_0 у самок може вказувати на дещо повільніший ріст на ранніх етапах онтогенезу, що компенсується вищим k . Ці параметри вказують на швидше зростання довжини у самок у молодому віці, але більшу максимальну довжину у самців в старших вікових групах.

Порівняння теоретичних і емпіричних значень довжини самців бичка Пінчука показує, що модель Берталанфі добре відповідає для зрілих груп (3+ і 4+), але занижує довжину для молодих риб (1+ і 2+). Це може бути пов'язано з екологічними факторами (наприклад, доступністю їжі в Одеській затоці), що прискорюють зростання на ранніх стадіях (рис. 3.4).

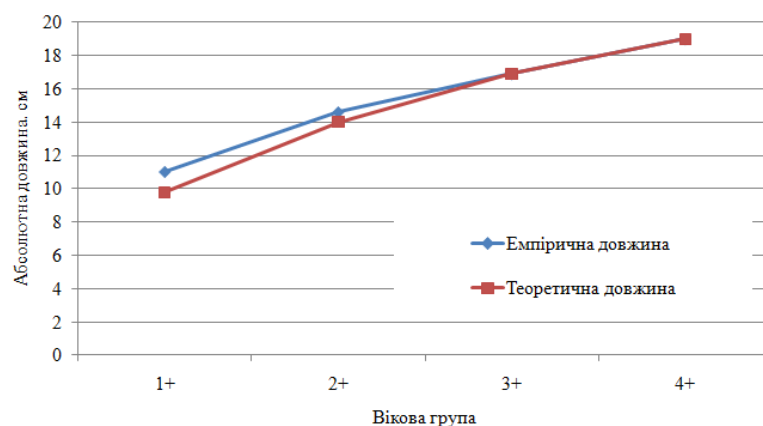


Рис. 3.4. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самців бичка Пінчука за віковими групами в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

Порівняння теоретичних і емпіричних значень довжини самок також свідчить про точну відповідність моделі Берталанфі для вікової групи 1+ та

3+, але занижує показники для вікової групи 2+ і злегка завищує для 4+. Розбіжності можуть бути зумовлені репродуктивними витратами самок під час нересту [93; 94] (рис. 3.5).

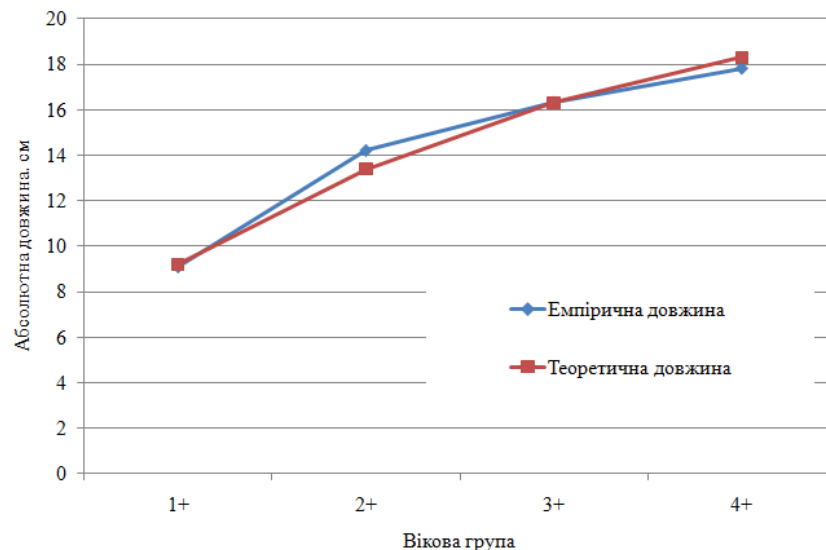


Рис. 3.5. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самок бичка Пінчука за віковими групами в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

На основі рівнянь Гекслі та Берталанфі визначено асимптотичну масу та швидкість зростання. Асимптотична маса самців бичка Пінчука становила приблизно 149 г, швидкість зростання довжини у молодих особин – 3,6 см/рік, знижуючись до 1,2 см/рік в віці 4+; швидкість зростання маси – 30 г/рік в віковій групі 3+, знижуючись до 10 г/рік у риб старшого віку. Для самок асимптотична маса – близько 125 г, швидкість зростання довжини – 5,1 см/рік у молодих особин, знижуючись до 0,8 см/рік в віці 4+; швидкість зростання маси – 23,8 г/рік в віковій групі 3+, знижуючись до 8 г/рік у старшому віці. Показники швидкості зростання маси та довжини у самців перевищували показники самок, що підтверджує їхній швидший ріст, особливо у віці 3–4 роки.

У монографії А. І. Смірнова [59] бичок Пінчука розглядався як широкогуба форма бичка кам'яного. Отримані нами дані частково підтверджуються матеріалами, які були опубліковані в цій науковій праці.

Діапазон абсолютної довжини риб (6,3–23,5 см) близький до наданого А. І. Смірновим (6,8–20,0 см промислової довжини), тривалість життя до 4–5 років також збігається з даними літератури. Перевага самців за чисельністю над протилежною статтю у групі 3+ (1,7:1–2,6:1 в наших дослідженнях та 1,6:1–1,8:1 за А. І. Смірновим) підтверджується, з винятками у 2020–2021 роках (близько 1:1), що відображає вирівнювання під час нагулу (1,3:1 за А. І. Смірновим). Динаміка росту (9,1–14,6 см у групах 1+–2+ у наших дослідженнях та 4–14 см за 1–3 роки зростання за А. І. Смірновим) також має близькі показники.

Розбіжності між отриманими нами результати з розмірно-масової характеристики бичка Пінчука із даними літератури можуть бути пов'язані з обробкою змішаного матеріалу у монографії А. І. Смірнова [59] з особин бичка Пінчука та бичка кам'яного, про що вказував В. І. Пінчук у своїх критичних зауваженнях до монографії [55].

3.1.2. Бичок рудий

За п'ять років всього досліджено 499 особин бичка рудого, з них 246 самців і 253 самки. Для кожної риби визначали абсолютну довжину, масу тіла та вік. У вибірці зустрічалися особини чотирьох вікових груп: 1+, 2+, 3+, 4+ (табл. 3.4, додаток 2).

У 2019 році (досліджено 102 особини: 52 самця і 50 самок) вікова структура бичка рудого демонструвала домінування статевозрілих риб: серед самців переважали особини віком 2+ (42,3%), за якими йшли групи 3+ (23,1%), 4+ (23,1%) та 1+ (11,5%). Серед самок домінуючою була вікова група 3+ (38,0%), за якою йшли риби віком 2+ (36,0%), 4+ (14,0%) та 1+ (12,0%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 2+ становили 40,2%, 3+ – 29,4%, 4+ – 18,6%, 1+ – 11,8% (табл. 3.4). Співвідношення статей у субпопуляції становило 1:1, у домінуючій за чисельністю віковій групі 2+ співвідношення самців до самок складало 1,1:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано для риб віком 4+ – у самців 20,3 см і 105,0 г, у самок – 21,5 см і 92,5 г (додаток 2).

У 2019 році параметри показників регресійної моделі Гекслі мали наступні значення: для самців – коефіцієнт $a = 0,014$, показник $b = 2,973$; для самок – коефіцієнт $a = 0,043$, показник $b = 2,501$. Таким чином формули розрахунку маси через довжину мали наступний вигляд:

$$\text{самці } M = 0,014 \times L^{2,973};$$

$$\text{самки } M = 0,043 \times L^{2,501}.$$

Низьке значення коефіцієнта a у самців (0,014) вказує на меншу початкову масу молодих особин, порівняно з самками ($a = 0,043$), а також на більш повільний початковий ріст. Значення показника b (2,973) у самців свідчить про те, що їх маса зростала більш активно в залежності від довжини тіла, ніж у самок ($b = 2,501$). Результати тесту Паулі підтвердили високу статистичну значущість відмінностей для коефіцієнта a ($t = 3,97$, $p < 0,05$) та для показника b ($t = -3,34$, $p < 0,05$).

Параметри моделі Берталанфі для бичка рудого в 2019 р. були такими: самці – $L_{\infty} = 18,8$ см, $k = 0,46$ рік⁻¹, $t_0 = 0,04$; самки – $L_{\infty} = 17,9$ см, $k = 0,43$ рік⁻¹, $t_0 = -0,12$. Природна смертність для самців у середньому становила 0,80 рік⁻¹; для самок – 0,82 рік⁻¹.

У 2020 році (досліджено 100 особин: 52 самця і 48 самок) вікова структура бичка рудого показувала подібну тенденцію: серед самців переважала група 2+ (44,2%), за нею 3+ (25,1%), 4+ (19,2%) та 1+ (11,5%). Серед самок домінували особини 3+ (33,4%), за якими слідували 2+ (31,2%), 4+ (22,9%), та 1+ (12,5%). У загальній вибірці, без урахування статі, група 2+ становила 38,0%, 3+ – 29,0%, 4+ – 21,0%, 1+ – 12,0% (табл. 3.4). Співвідношення статей – 1:1, у домінуючій віковій групі 2+ співвідношення самців до самок – 1,5:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси риб зафіксовані у віковій категорії 4+ – 20,3 см і 108,0 г для самців та 20,9 см і 89,5 г для самок (додаток 2).

Константи відношення довжини до маси згідно формули Гекслі дорівнювали: для самців – коефіцієнт $a = 0,019$, показник $b = 2,841$; для самок – коефіцієнт $a = 0,037$, показник $b = 2,582$. Формули розрахунку мали наступний вигляд:

$$\text{самці: } M = 0,019 \times L^{2,841};$$

$$\text{самки: } M = 0,037 \times L^{2,582}.$$

У 2020 році коефіцієнт a самців (0,019) був нижчим, ніж у самок (0,037), що статистично підтверджено ($t = 2,18$, $p < 0,05$). Це свідчить про меншу масу молодих самців і про повільніший стартовий ріст. Показник b у самців (2,841) дещо перевищує значення самок (2,582), однак ця різниця статистично незначуща ($t = -1,83$, $p > 0,05$), тому ми не можемо говорити про більш активне зростання маси самців порівняно з самками.

Параметри моделі Берталанфі в 2020 році наступні: для самців – $L_{\infty} = 19,8$ см, $k = 0,59$ рік⁻¹, $t_0 = 0,92$; для самок – $L_{\infty} = 23,0$ см, $k = 0,31$ рік⁻¹, $t_0 = 0,1$. Природна смертність у самців у середньому становила 0,78 рік⁻¹; у самок – 0,84 рік⁻¹.

У 2021 році (досліджено 88 особин: 38 самців і 50 самок) серед самців домінували екземпляри віком 2+ (42,1%), 4+ (28,9%), 3+ (23,7%) та 1+ (5,3%). Серед самок переважала вікова група 2+ (42,0%), за нею 3+ (38,0%), 4+ (12,0%) та 1+ (8,0%). У загальній вибірці, без урахування статі, вікові групи мали наступне співвідношення: 2+ – 42,0%, 3+ – 31,9%, 4+ – 19,3%, 1+ – 6,8% (табл. 3.4). Співвідношення статей – 1:1,3 на користь самок. У домінуючій групі 2+ співвідношення самців до самок – 0,8:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+ – 19,9 см і 102,0 г для самців та 19,7 см і 83,5 г для самок (додаток 2).

У 2021 році параметри співвідношення довжина–маса за формулою Гекслі для бичка рудого дорівнювали – для самців: коефіцієнт $a = 0,029$, показник $b = 2,707$; для самок: коефіцієнт $a = 0,032$, показник $b = 2,623$, таким чином формули регресійної моделі виглядали наступним чином:

$$\text{самці: } M = 0,029 \times L^{2,707};$$

$$\text{самки: } M = 0,032 \times L^{2,623}.$$

Коефіцієнт a самців нижчий за відповідний показник самок, але статистично значущої відмінності тестом Паулі виявлено не було ($t = 0,29$, $p = 0,77$). Значення показника b у самців (2,707) дещо перевищує показник самок (2,623), однак ця різниця також статистично не підтверджена ($t = -0,59$, $p > 0,05$).

Параметри моделі Берталанфі в 2021 році наступні: для самців – $L_{\infty} = 20,8$ см, $k = 0,41$ рік⁻¹, $t_0 = -0,52$; для самок – $L_{\infty} = 21,8$ см, $k = 0,38$ рік⁻¹, $t_0 = -0,64$, природна смертність для самців у середньому становила 0,76 рік⁻¹, для самок – 0,78 рік⁻¹.

У 2023 році досліджено 109 особин: 51 самець і 58 самок. У самців найбільшою була частка вікової групи 2+ (39,2%), далі 4+ (37,3%), 3+ (13,7%) та 1+ (9,8%). У самок також переважала група 2+ (32,8%), за якою слідували 3+ (31,0%), 4+ (20,7%) та 1+ (15,5%). У загальній вибірці, без поділу за статтю, переважала вікова група 2+ (35,8%), за нею слідували 4+ (28,4%), 3+ (22,9%) та 1+ (12,9%) (табл. 3.4). Співвідношення статей становило 1:1, а в домінуючій віковій групі 2+ частка самців і самок відповідала співвідношенню 1,3:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 20,0 см і 103,5 г, самки – 22,7 см і 98,5 г (додаток 2).

У 2023 році параметри рівняння Гекслі для самців бичка рудого мали наступні значення: для самців – коефіцієнт $a = 0,011$, показник $b = 3,031$; для самок – коефіцієнт $a = 0,035$, показник $b = 2,586$, отже формули для обчислення маси за довжиною виглядали так:

$$\text{самці: } M = 0,011 \times L^{3,031};$$

$$\text{самки: } M = 0,035 \times L^{2,586}.$$

Порівняно невелике значення a у самців (0,011) вказує на меншу стартову масу молодих риб відносно самок ($a = 0,035$), а також про повільніший початковий ріст. Значення b (3,031) у самців свідчить про динамічніше збільшення маси, ніж у самок ($b = 2,586$). У 2023 році результати тесту Паулі підтвердили статистичну значущість відмінностей для коефіцієнта a ($t = 4,01, p < 0,05$) та для показника b ($t = -3,14, p < 0,05$)

Параметри моделі Берталанфі у 2023 році: для самців – $L_{\infty} = 23,5$ см, $k = 0,35$ рік⁻¹, $t_0 = -0,55$; для самок – $L_{\infty} = 19,5$ см, $k = 0,47$ рік⁻¹, $t_0 = -0,52$. Природна смертність у самців в середньому була 0,67 рік⁻¹; у самок – 0,84 рік⁻¹.

У 2024 році (досліджено 100 особин: 53 самця і 47 самок) вікова структура бичка рудого виявила перевагу риб віком 2+. У самців вікова група 2+ становила 41,5%, вікова група 4+ – 26,4%, вікова група 3+ – 17,0%, вікова група 1+ – 15,1%. У самок домінували вікові групи 2+ та 3+ – по 38,3%, вікова група 4+ складала 12,8%, вікова група 1+ – 10,6%. У загальній вибірці, без урахування статі, вікове співвідношення було таким: 2+ – 40,0%, 3+ – 27,0%, 4+ – 20,0%, 1+ – 13,0% (табл. 3.4). Співвідношення статей – 1:1, у домінуючій групі 2+ співвідношення самців до самок – 1,2:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси в 2024 році зафіксовано у бичка рудого віком 4+ для самців – 20,2 см і 106,5 г, для самок – 23,3 см і 101,5 г (додаток 2).

Параметри рівняння Гекслі для самців бичка рудого дорівнювали: для самців – $a = 0,014$, показник $b = 2,950$, для самок – коефіцієнт $a = 0,065$, показник $b = 2,347$, таким чином формули розрахунку маси через довжину мали наступний вигляд:

$$\text{самці: } M = 0,014 \times L^{2,950},$$

$$\text{самки: } M = 0,065 \times L^{2,347}.$$

Коефіцієнт a самців (0,014) залишався низьким, що відображає меншу вихідну масу молоді порівняно з самками ($a = 0,065$), та повільніший ріст на початку розвитку. При цьому b (2,950) у самців демонструє активніший розвиток маси тіла щодо зростання довжини, ніж у самок ($b = 2,347$). Результати тесту Паулі підтвердили статистичну значущість відмінностей для коефіцієнта a ($t = 5,41, p < 0,05$) та для показника b ($t = -4,27, p < 0,05$).

Параметри моделі Берталанфі у 2024 р. були наступними: для самців – $L_{\infty} = 22,0$ см, $k = 0,38$ рік⁻¹, $t_0 = -0,51$; для самок – $L_{\infty} = 21,0$ см, $k = 0,41$ рік⁻¹, $t_0 = -0,62$. Природна смертність для самців в середньому становила 0,74 рік⁻¹, для самок – 0,76 рік⁻¹.

Протягом п'яти років (2019, 2020, 2021, 2023 і 2024) вікова структура субпопуляції бичка рудого характеризувалася стабільним домінуванням зрілих особин вікової групи 2+, які становили від 35,8% до 42,0% чисельності досліджених особин, з максимальним значенням у 2021 р. (42,0% для обох статей) та мінімальним у 2023 р. (35,8% для обох статей). У самок вища частка наймолодших особин (вікової групи 1+) відзначалася у 2023 р. (15,5%), 2020 р. (12,5%) та 2019 р. (12,0%), тоді як у 2021 р. (8,0%) та 2024 р. (10,6%) ця група була менш представлена. Вікова група 3+ мала порівняно низьку частку, особливо серед самців, тоді як її найбільше значення зафіксовано у самок у 2024 р. (38,3%). Група 4+ (найстарші особини) була суттєво представлена переважно серед самців, зокрема у 2023 р. (37,3%), тоді як у самок її частка залишалася нижчою (до 22,9% у 2020 р.).

Загалом структура субпопуляції характеризувалася домінуванням молодших вікових груп, але з річними коливаннями, серед яких у 2023 р. простежувався помітний зсув у бік старших риб (табл. 3.4).

Вікова структура бичка рудого протягом п'яти років демонструвала домінування самок у наймолодшій (1+) та зрілій (3+) вікових групах: у риб віком 1+ самки переважали з часткою 56,5%, тоді як самці становили 43,5%; у риб віком 3+ самки також мали перевагу – 64,0% проти 36,0% у самців.

Таблиця 3.4

**Вікова структура бичка рудого (%)
в Одеській затоці протягом п'яти років досліджень**

Вікова група	Роки досліджень														
	2019 р.			2020 р.			2021 р.			2023 р.			2024 р.		
	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі
1+	11,5	12,0	11,8	11,5	12,5	12,0	5,3	8,0	6,8	9,8	15,5	12,9	15,1	10,6	13,0
2+	42,3	38,0	40,2	44,2	31,2	38,0	42,1	42,0	42,0	39,2	32,8	35,8	41,5	38,3	40,0
3+	23,1	36,0	29,4	25,1	33,4	29,0	23,7	38,0	31,8	13,7	31,0	22,9	17,0	38,3	27,0
4+	23,1	14,0	18,6	19,2	22,9	21,0	28,9	12,0	19,3	37,3	20,7	28,4	26,4	12,8	20,0

Натомість у групах 2+ та 4+ переважали самці: у віковій групі 2+ – 51,8% самців проти – 48,2% самок, а у віковій групі 4+ – 66,7% самців проти 33,3% самок (рис. 3.6).

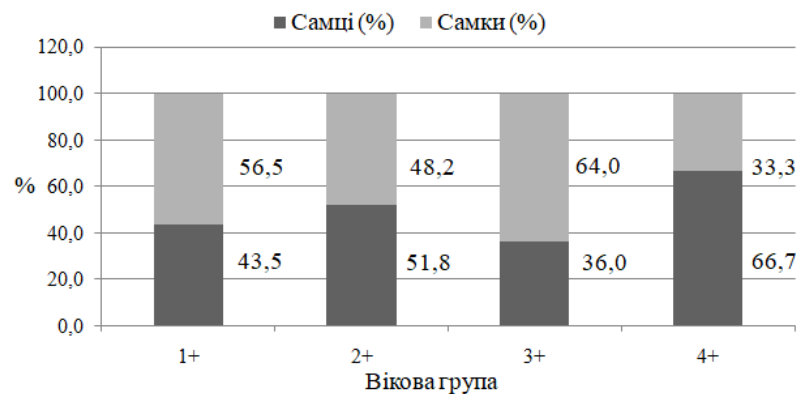


Рис. 3.6. Співвідношення статей бичка рудого (%) в Одеській затоці в різних вікових групах в цілому за п'ять років досліджень

Протягом п'яти років статевий розподіл бичка рудого в Одеській затоці характеризувався вираженою варіабельністю, з періодичними змінами домінування однієї зі статей, при цьому загальний баланс залишався близьким до паритету (рис. 3.7).

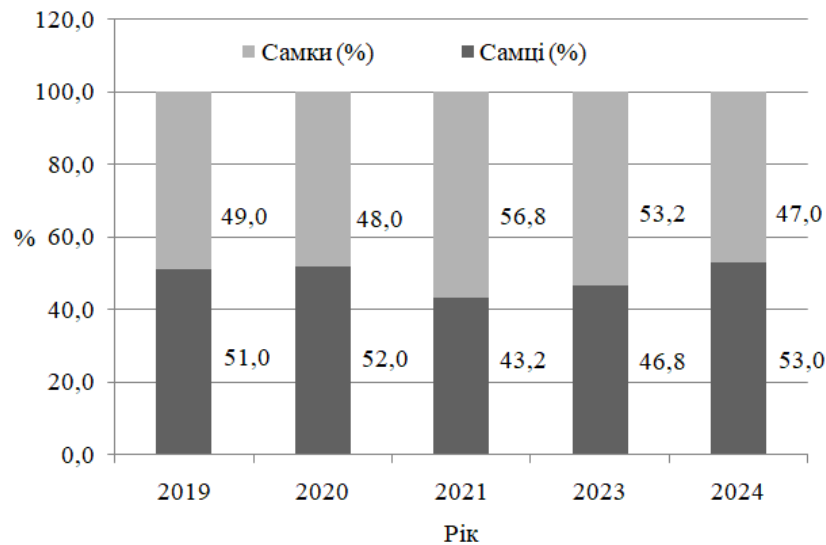


Рис. 3.7. Співвідношення статей бичка рудого (%) в Одеській затоці за п'ять років досліджень

Вцілому за всі п'ять років досліджень абсолютна довжина самців варіювала від 11,1 см (1+) до 20,3 см (4+), маса – від 17,2 г (1+) до 108,0 г (4+). Для самок довжина коливалася від 7,5 см (1+) до 23,3 см (4+), маса – від 6,2 г (1+) до 101,5 г (4+) (табл. 3.5).

Загалом, протягом усіх років спостережень параметри констант регресійної моделі Гекслі для бичка рудого демонстрували стійкий статевий диморфізм у рості: коефіцієнт a коливався в діапазоні 0,011–0,029 для самців та 0,032–0,065 для самок, що вказує на стабільно нижчу початкову масу та уповільнений початковий ріст у самців порівняно з самками; показник b у самців (2,707–3,031) переважно вищий, ніж у самок (2,347–2,623), що свідчить про активніший приріст маси самців, ймовірно, через менші енергетичні витрати на розмноження [108].

Граничні та середні величини довжини і маси бичка рудого за віковими групами в цілому за п'ять років досліджень

Стать	Довжина, маса	Показники	Вік риб			
			1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	27	103	50	66
		Макс. вел., см	11,9	15,4	17,3	20,3
		Мін. вел., см	11,1	11,2	14,2	16,9
		Сер. вел., см	11,6	13,3	16,0	18,9
		Довірчий інтервал (95%), см	11,5–11,7	13,1–13,5	15,8–16,2	18,7–19,1
	Маса	Макс. вел., г	20,6	45,5	75,5	108,0
		Мін. вел., г	17,2	20,1	44,0	54,0
		Сер. вел., г	18,8	30,1	54,7	86,5
		Довірчий інтервал (95%), г	18,3–19,3	28,3–31,9	51,5–57,9	83,1–89,9
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	35	96	89	33
		Макс. вел., см	11,6	14,3	17,6	23,3
		Мін. вел., см	7,5	10,6	13,0	15,7
		Сер. вел., см	9,8	12,3	15,9	18,9
		Довірчий інтервал (95%), см	9,4–10,2	12,1–12,5	15,7–16,1	18,3–19,5
	Маса	Макс. вел., г	20,0	33,0	68,5	101,5
		Мін. вел., г	6,2	15,2	20,5	52,2
		Сер. вел., г	12,2	23,9	44,6	75,7
		Довірчий інтервал (95%), г	10,8–13,6	22,8–25,0	41,7–47,5	70,7–80,7

Швидкість росту самців бичка рудого за співвідношенням Гекслі описується рівнянням $M = 0,009 \times L^{3,099}$, де коефіцієнт $a = 0,009$, показник $b = 3,099$, що суттєво перевищує 3, вказуючи на посилене накопичення маси з збільшенням розмірів, особливо в дорослих групах. Високий коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,94$ свідчить про високу точність моделі для залежності маси від довжини (рис. 3.8).

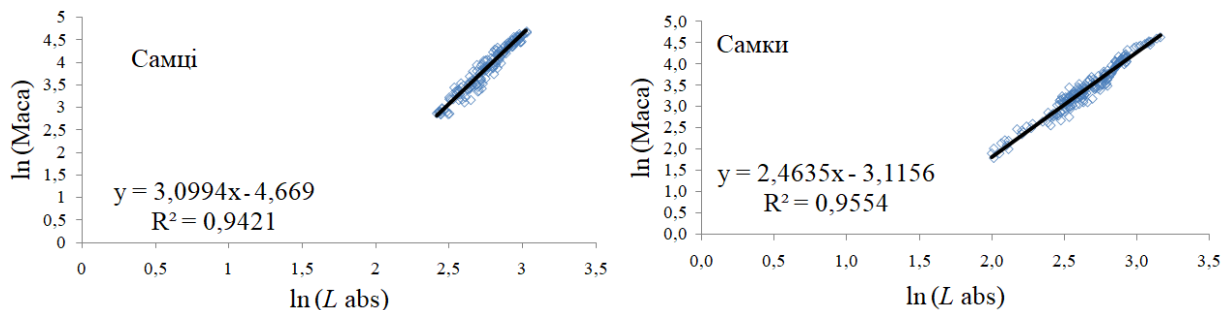


Рис. 3.8. Регресійна залежність між абсолютною довжиною і масою бичка рудого в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

Швидкість росту самок бичка рудого за співвідношенням Гекслі описується рівнянням $M = 0,044 \times L^{2,464}$, де коефіцієнт $a = 0,044$, показник $b =$

2,464, з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,96$. Показник $b < 3$ вказує на негативну алометрію, типову для виду з фокусом на репродуктивному накопиченні маси в зрілих рибах [140], а високий R^2 підтверджує достовірність рівняння. Модель Берталанфі, яка моделює динаміку росту бичка рудого, має такі параметри (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Параметри моделі Берталанфі для бичка рудого
в цілому за п'ять років досліджень**

Стать	Показники	Значення
Самці	L_{∞} , см	25,5
	k , рік ⁻¹	0,16
	t_0 , рік	-0,71
	Середня похибка апроксимації, %	3,14
Самки	L_{∞} , см	22,0
	k , рік ⁻¹	0,18
	t_0 , рік	-0,6
	Середня похибка апроксимації, %	1,65

Самці мали більшу асимптотичну довжину (25,5 см), ніж самки (22,0 см), що підтверджує статевий диморфізм. Ця різниця може бути пов'язана з меншими репродуктивними витратами у самців, які дозволяють їм продовжувати зростання у старших вікових групах (3+, 4+). Водночас самки мали вищий коефіцієнт зростання ($k = 0,18$) порівняно з самцями ($k = 0,16$), що свідчить про швидше досягнення ними максимальної довжини на ранніх етапах онтогенезу. Менш негативне значення t_0 у самок (-0,6) порівняно з самцями (-0,7) може вказувати на дещо пізніший старт інтенсивного росту.

Порівняння теоретичних і емпіричних показників довжини самців бичка рудого демонструє, що модель Берталанфі добре узгоджується для груп (1+, 2+ і 4+), але недооцінює довжину для особин групи 3+ (рис. 3.9). Це може бути зумовлено середовищними факторами, що сповільнюють ріст на пізніших етапах [108].

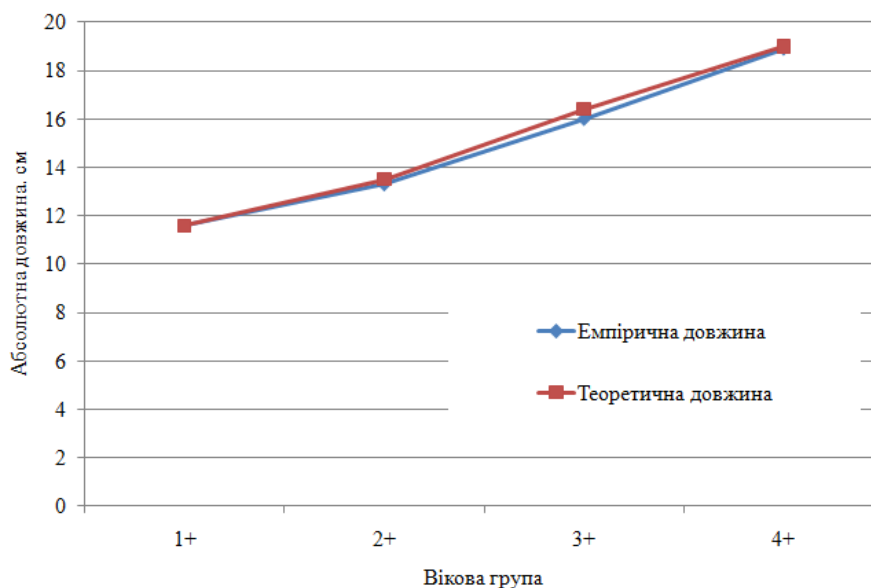


Рис. 3.9. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самців бичка рудого за віковими групами в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

Порівняння теоретичних і емпіричних показників довжини самок вказує, що модель Берталанфі точно відповідає для груп 1+ та 4+, але переоцінює значення для групи 2+ і трохи недооцінює для 3+ (рис. 3.10). Відмінності можуть бути зумовлені репродуктивними витратами самок у період нересту [93; 94].

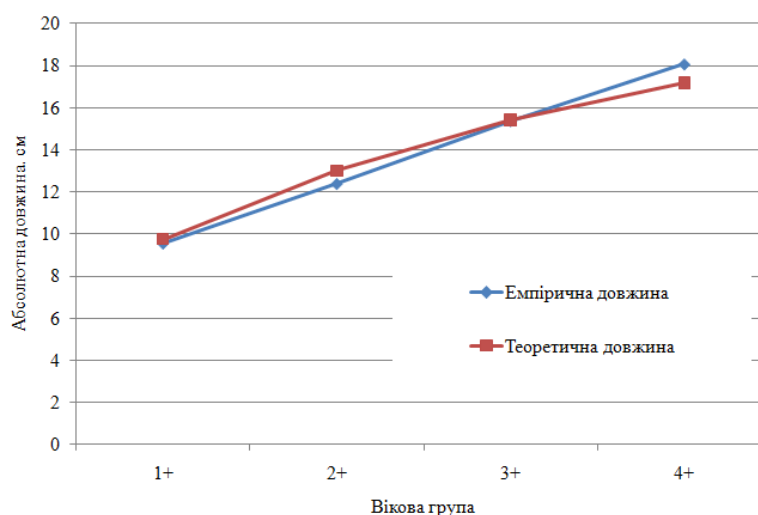


Рис. 3.10. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самок бичка рудого за віковими групами в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

На підставі параметрів моделі Берталанфі визначено асимптотичну масу та темпи зростання. Асимптотична маса самців становила близько 180 г, що відповідає максимальному накопиченню маси за досягнутої асимптотичної довжини 25,5 см. Швидкість приросту довжини у самців зменшується з 2,2 см/рік (у ювенільних особин) до 1,4 см/рік у віковій групі 4+, що узгоджується з коефіцієнтом зростання $k = 0,16 \text{ рік}^{-1}$. Максимальний темп зростання маси у самців становить 34,8 г/рік у віковій групі 3+, знижуючись до 31,7 г/рік у віковій групі 4+.

Для самок за асимптотичної довжини 22,0 см розрахункова асимптотична маса становить близько 130 г. Темп зростання довжини зменшується з 2,9 см/рік у молодих особин до 1,2 см/рік у групі 4+, що узгоджується з вищим коефіцієнтом зростання $k = 0,18 \text{ рік}^{-1}$. Максимальний темп зростання маси у самок становить 15,9 г/рік у групі 3+, знижуючись до 12,4 г/рік у старшій групі.

За даними А. І. Смірнова [59] бичок рудий характеризується значною географічною мінливістю морфометричних ознак, з діапазонами промислової довжини тіла від 4,8–11,2 см у Дністровському лимані до 6,2–15,1 см у Південному Бузі. Отримані нами дані частково узгоджуються з матеріалами, опублікованими в монографії, але наші діапазони стандартної довжини тіла ширші (від 8,2 см до 23,3 см у самок та 12,7–20,3 см у самців), статевий диморфізм (незначний у довжині за А. І. Смірновим) у наших дослідженнях чіткіший у розмірних параметрах.

Відмінності між нашими результатами щодо розмірно-масових характеристик бичка рудого та даними з літератури можуть пояснюватися тим, що в монографії А. І. Смірнова [59] був проаналізований змішаний матеріал з особин бичка рудого та бичка сірманя (*P. syrman*), на що звертав увагу В. І. Пінчук у своїх критичних зауваженнях до цієї роботи [55].

3.1.3. Бичок кам'яний

За п'ять років досліджень всього проаналізовано 446 екземплярів бичка кам'яного, з них 225 самців і 221 самка. Для кожної риби визначали абсолютну довжину, масу тіла та вік. У вибірці зустрічалися особини чотирьох вікових груп: 1+, 2+, 3+ та 4+ (табл. 3.7, додаток 3).

У 2019 році (досліджено 94 особини: 45 самців і 49 самок) вікова структура бичка кам'яного демонструвала чітке домінування статевозрілих риб. За чисельністю у самців вікова група 4+ складала 46,7%, вікова група 1+ – 22,1%, вікові групи 2+ і 3+ – по 15,6%. Аналогічна тенденція спостерігалася серед самок, де домінувала вікова група 2+ (38,8%), вікові групи 1+ і 4+ мали по 30,6%. Для обох статей разом вікова група 4+ складала 38,3%, вікова група 2+ – 27,7%, вікова група 1+ – 26,6%, вікова група 3+ – 7,4% (самок в цій групі не відзначено) (табл. 3.7). Співвідношення статей наближалось до 1:1, що характерно для біології цього виду [59]. У домінуючій за чисельністю віковій групі 4+ співвідношення самців до самок складало 1,4:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 17,9 см і 99,12 г та самки – 16,6 см і 60,0 г (додаток 3).

Параметри відношення довжина–маса за формулою Гекслі у 2019 р. для самців бичка кам'яного становили: коефіцієнт $a = 0,009$, показник $b = 3,232$; для самок – $a = 0,013$ та $b = 3,001$. Таким чином, формули розрахунку маси риби за її довжиною були такими:

$$\text{самці } M = 0,009 \times L^{3,232};$$

$$\text{самки } M = 0,013 \times L^{3,001}.$$

Значення коефіцієнта a у самців (0,009) було нижчим порівняно з самками (0,013), що вказує на меншу початкову масу самців при однаковій довжині, можливо, через відмінності в ранньому розвитку або живленні [166]. Показник b для самців (3,232) перевищував 3, демонструючи позитивну аллометрію, коли маса зростала швидше за довжину. У самок

показник b (3,001) також перевищував 3, вказуючи на позитивну алометрію, але менш виражену, що могло бути пов'язано з енергетичними витратами на репродуктивні процеси, такі як утворення ікри [80; 117]. Результати тесту Паулі підтвердили значущість відмінностей: самці мали нижчу початкову масу ($t = -2,92$, $p < 0,05$ для коефіцієнта a) та інтенсивніший приріст маси зі зростанням довжини, ніж самки ($t = 2,36$, $p < 0,05$ для показника b).

Параметри моделі Берталанфі для бичка кам'яного в 2019 р. були такими: самці – $L_{\infty} = 22,8$ см, $k = 0,46$ рік⁻¹, $t_0 = 0,04$; самки – $L_{\infty} = 21,4$ см, $k = 0,43$ рік⁻¹, $t_0 = -0,12$. Природна смертність для самців у середньому становила 0,80 рік⁻¹, для самок – 0,82 рік⁻¹.

У 2020 році (досліджено 64 особини: 36 самців і 28 самок) за віком переважала група самців віком 4+ (72,2%), кількість особин в інших вікових групах була значно менше – 2+ (19,4%), 3+ (8,3%), риб віком 1+ не відзначено в уловах. Для самок найчисельнішою була вікова група 3+ (35,7%), риб іншого віку було менше: 2+ (28,6%), 1+ (17,9%), 4+ (17,9%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 4+ становили переважну більшість (48,4%), тоді як відносна чисельність риб в вікових групах 2+, 3+ та 1+ була суттєво нижчою – 23,4%, 20,4% та 7,8% відповідно (табл. 3.7). Співвідношення статей у субпопуляції наближалось до 1,3:1 на користь самців, у домінуючій за чисельністю віковій групі 4+ співвідношення самців до самок складало 2,2:1.

У 2020 р. найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 20,5 см і 104,0 г; самки – 19,8 см і 105,4 г (додаток 3).

Для самців бичка кам'яного значення параметрів рівняння Гекслі становили $a = 0,011$ та $b = 3,022$, для самок – $a = 0,008$ і $b = 3,170$. Отже, рівняння маси залежно від довжини мали такий вигляд:

$$\text{самці: } M = 0,011 \times L^{3,022};$$

$$\text{самки: } M = 0,008 \times L^{3,170}.$$

Коефіцієнт a у самців (0,011) був дещо вищим, ніж у самок (0,008); однак тест Паулі не підтвердив цієї різниці статистично ($t = 0,21$, $p > 0,05$). Показник b перевищував 3 у обох статей (самці 3,022, самки 3,170), що вказує на позитивну аллометрію, але тут також відмінність не була значущою ($t = 2,89$, $p > 0,05$). Отже, 2020 рік характеризувався відсутністю вираженої різниці між самцями та самками як у початковій масі, так і у швидкості її накопичення.

Параметри моделі Берталанфі у 2020 році були такими: для самців – $L_{\infty} = 26,2$ см, $k = 0,59$ рік⁻¹, $t_0 = 0,92$; для самок – $L_{\infty} = 30,2$ см, $k = 0,31$ рік⁻¹, $t_0 = 0,1$. Природна смертність для самців у середньому становила 0,78 рік⁻¹, для самок – 0,84 рік⁻¹.

У 2021 році (досліджено 88 особин: 48 самців і 40 самок) чисельність самців у двох вікових групах була майже однаковою – 3+ (31,2%) і 2+ (29,2%). Риб наймолодшої та найстаршої вікових груп було дещо менше: 4+ – 20,8%, 1+ – 18,8%. У самок найбільшою була частка особин вікової групи 1+ (37,5%), а частки груп 2+ (25,0%), 3+ (20,0%) і 4+ (17,5%) були нижчими. У загальній вибірці, без поділу за статтю, вікові групи 1+, 2+ і 3+ були представлені майже однаково (27,3%, 27,3% і 26,1% відповідно), тоді як частка групи 4+ була дещо нижчою – 19,3% (табл. 3.7). Співвідношення статей наближалось до 1,2:1 на користь самців, у домінуючих групах – 1+ переважали самки (1,8:1), у групі 2+ – самці (1:0,7).

У 2021 р. найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 18,7 см і 89,3 г; самки – 21,6 см і 105,2 г (додаток 3).

Значення коефіцієнтів відношення довжина–маса для самців бичка кам'яного були наступними: $a = 0,014$, $b = 2,990$; для самок – $a = 0,033$, $b = 2,623$, що визначало формули маси як функції від довжини таким чином:

$$\text{самці: } M = 0,014 \times L^{2,990};$$

$$\text{самки: } M = 0,033 \times L^{2,623}.$$

Низьке значення коефіцієнта a у самців (0,014) порівняно з самками (0,033) свідчить про їх меншу масу на ранніх стадіях зростання, можливо, через екологічні фактори або статеві відмінності в метаболізмі [166]. Показник b для самців (2,990) був наближений до значення 3, що вказує на ізометричний ріст, тоді як у самок показник b (2,623) мав значення нижче за 3, що свідчить про повільніший набір маси за довжину – це може бути наслідком підвищеної витрати енергії під час розмноження [80; 117].

Тест Паулі показав значущу відмінність показників коефіцієнтів a для самців (0,014) та самок (0,033) ($t = 5,72$, $p < 0,05$). Показник b для самців (2,990) практично не відрізнявся від ізометричного значення 3 ($t = 0,04$, $p > 0,05$), тоді як для самок показник b (2,623) був достовірно меншим за 3 ($t = -3,51$, $p < 0,05$). Таким чином, 2021 рік характеризувався відносно меншою початковою масою самців та ізометричним ростом, тоді як самки демонстрували вищу початкову масу при негативному алометричному рості.

Параметри моделі Берталанфі для самців – $L_{\infty} = 23,7$ см, $k = 0,41$ рік⁻¹, $t_0 = -0,52$; для самок – $L_{\infty} = 27,9$ см, $k = 0,38$ рік⁻¹, $t_0 = -0,64$. Середня величина природної смертності у риб різної статі була майже однаковою: у самців – 0,76 рік⁻¹; у самок – 0,78 рік⁻¹.

У 2023 році (досліджено 118 особин: 58 самців і 60 самок) вікова структура бичка кам'яного демонструвала чітке домінування статевозрілих риб: серед самців переважали особини віком 2+ (58,6%), тоді як вікові групи, 1+, 3+ та 4+ мали менші частки – 22,4%, 13,8% та 5,2% відповідно. Аналогічна тенденція спостерігалася серед самок, де домінуючою була вікова група 2+ (58,3%), за якою слідували вікові групи – 1+ (23,3%), 3+ (15,0%) та 4+ (3,3%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 2+ також становили переважну більшість (58,5%), тоді як відносна чисельність риб в вікових групах 1+, 3+ та 4+ була суттєво нижчою – 22,9%, 14,4% та 4,2% відповідно (табл. 3.7). Співвідношення статей у субпопуляції наближалось до 1:1, у домінуючій за чисельністю віковій групі 2+ співвідношення самців до самок також складало 1:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 20,0 см і 106,6 г; та самки – 19,8 см і 105,6 г (додаток 3).

Для самців бичка кам'яного у 2023 р. параметри рівняння Гекслі дорівнювали: $a = 0,009$, $b = 3,103$, для самок – $a = 0,012$, $b = 3,029$, формули для розрахунку маси на основі довжини виглядали так:

$$\text{самці: } M = 0,009 \times L^{3,103};$$

$$\text{самки: } M = 0,012 \times L^{3,029}.$$

У 2023 році коефіцієнт a для самців (0,009) був нижчим, ніж для самок (0,012). Результати тесту Паулі показали значущу різницю між цими показниками для самців та самок ($t = -2,76$, $p < 0,05$), що вказує на відносно меншу початкову масу самців, можливо, через відмінності в доступі до ресурсів або статевому диморфізмі [166]. Показник b для самців (3,103) та самок b (3,029) перевищував 3, але тест Паулі не виявив статистичної значущої різниці між ними ($t = 1,98$, $p > 0,05$), отже, обидві статі демонстрували подібну швидкість накопичення маси.

Параметри моделі Берталанфі в 2023 році наступні: самці – $L_{\infty} = 26,9$ см, $k = 0,35$ рік⁻¹, $t_0 = -0,55$; самки – $L_{\infty} = 24,1$ см, $k = 0,47$ рік⁻¹, $t_0 = -0,52$. Природна смертність для самців в середньому була 0,67 рік⁻¹; для самок – 0,84 рік⁻¹.

У 2024 році (досліджено 82 особини: 38 самців і 44 самки) серед самців переважали особини віком 2+ (39,5%), декілька менше було риб в вікових групах 1+ (28,9%) і 4+ (26,3%), менш за всіх зустрічалися в уловах риби віком 3+ (5,3%). У самок домінували риби віком 2+ (63,6%), інших вікових груп було значно менше: 4+ (18,2%), 3+ (11,4%), 1+ (6,8%). У загальній вибірці, без урахування статі, особини віком 2+ також становили переважну більшість (52,4%), тоді як відносна чисельність риб в вікових групах 4+, 1+ та 3+ була нижчою – 22,0%, 17,1% та 8,5% відповідно (табл. 3.7). Співвідношення статей наближалось до 1:1,2 на користь самок, у домінуючій

за чисельністю віковій групі 2+ співвідношення самців до самок складало 0,5:1.

Найбільші значення абсолютної довжини та маси зафіксовано у риб віком 4+: самці – 17,0 см і 69,8 г ; самки – 20,1 см і 85,8 г (додаток 3).

Параметри залежності маси від довжини за формулою Гекслі в 2024 р. були наступними: для самців – коефіцієнт $a = 0,010$, показник $b = 3,102$; для самок – $a = 0,016$, $b = 2,849$, таким чином рівняння розрахунку мали вигляд:

$$\text{самці: } M = 0,010 \times L^{3,102};$$

$$\text{самки: } M = 0,016 \times L^{2,849}.$$

У 2024 році значення коефіцієнта a (0,010) у самців було нижчим порівняно з самками (0,016), що свідчить про меншу стартову масу самців, ймовірно, зумовлену екологічними умовами або відмінностями в ранньому онтогенезі [166]. Показник b для самців (3,102) перевищував 3, демонструючи позитивну алометрію, коли маса зростала швидше за довжину, можливо, через адаптації до агресивної поведінки. У самок показник b (2,849) був нижче за 3, вказуючи на негативну алометрію, що могло бути пов'язано з підвищеними енергетичними витратами в репродуктивний період, обмежуючи накопичення маси [80; 104; 117].

Результати тесту Паулі підтвердили значущі відмінності: самці мали нижчу початкову масу ($t = -2,31$, $p < 0,05$ для коефіцієнта a) та швидше збільшували масу з довжиною, ніж самки ($t = 2,85$, $p < 0,05$ для показника b)

Параметри моделі Берталанфі були такими: для самців – $L_{\infty} = 22,2$ см, $k = 0,38$ рік⁻¹, $t_0 = -0,51$; для самок – $L_{\infty} = 25,3$ см, $k = 0,41$ рік⁻¹, $t_0 = -0,62$. Природна смертність для самців і самок майже не відрізнялася і в середньому становила 0,74 рік⁻¹ і 0,76 рік⁻¹ відповідно.

Протягом п'яти років вікова структура бичка кам'яного характеризувалася стабільним переважанням зрілих і середньовікових особин (групи 2+ і 4+), які складали 38,3–58,5% субпопуляції, з максимумом

у 2023 році (58,5% для вікової групи 2+ обох статей) і мінімумом у 2019 році (38,3% для 4+). Самки мали більшу частку молодих особин (1+) у 2021 р. (37,5%) і 2019 р. (30,6%), тоді як у 2020, 2023 і 2024 роках молоді риби зустрічалися рідше. Вікова група 3+ була менш виражена, особливо у самок, з піком у 2020 році (35,7%). Група 4+ була суттєвою у самців, особливо в 2020 році (72,2%), тоді як у самок її частка нижча (до 30,6% у 2019 р). Загалом в субпопуляції переважали дорослі риби з варіаціями за роками (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Вікова структура бичка кам'яного (%)
в Одеській затоці протягом п'яти років досліджень**

Вікова група риб	Роки досліджень														
	2019 р.			2020 р.			2021 р.			2023 р.			2024 р.		
	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі	Самці	Самки	Обидві статі
1+	22,1	30,6	26,6	-	17,9	7,8	18,8	37,5	27,3	22,4	23,3	22,9	28,9	6,8	17,1
2+	15,6	38,8	27,7	19,4	28,6	23,4	29,2	25,0	27,3	58,6	58,3	58,5	39,5	63,6	52,4
3+	15,6	-	7,4	8,3	35,7	20,4	31,2	20,0	26,1	13,8	15,0	14,4	5,3	11,4	8,5
4+	46,7	30,6	38,3	72,2	17,9	48,4	20,8	17,5	19,3	5,2	3,3	4,2	26,3	18,2	22,0

У цілому за п'ять років досліджень статеві структура вибірки бичка кам'яного демонструвала переважання самок у молодших і середніх вікових групах: 1+ та 2+ – 62,3% і 52,3% відповідно. У віковій групі 3+ співвідношення статей було майже рівним (самці – 50,9%, самки – 49,1%), а у найстаршій віковій категорії (4+) переважали самці – 66,7% (рис. 3.11).

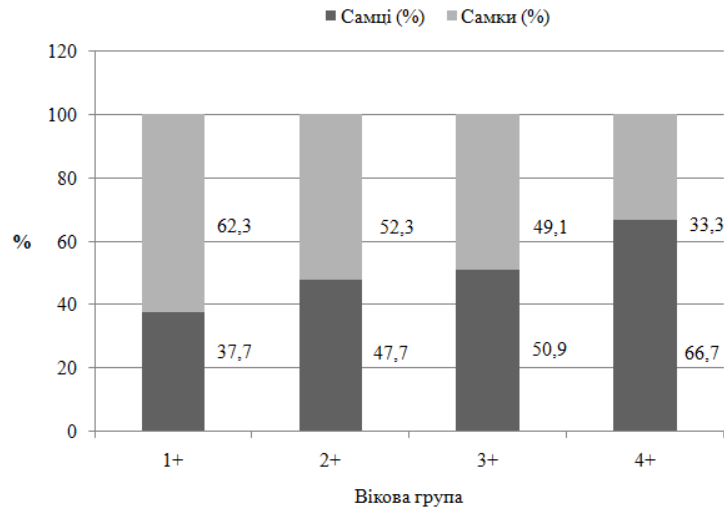


Рис. 3.11. Співвідношення статей бичка кам'яного (%) в Одеській затоці в різних вікових групах в цілому за п'ять років досліджень

Протягом усього періоду спостережень статевий склад субпопуляції бичка кам'яного демонстрував варіативність із помітними коливаннями переваги однієї зі статей у різні роки. У 2019 році переважали самки (52,1%), тоді як у 2020 році домінували самці (56,3%), подібна тенденція зберігалася у 2021 році (54,5% самців). У 2023 році статева структура була майже рівноважною – 49,2% самців і 50,8% самок, а в 2024 році самки знову мали перевагу (53,7%) (рис. 3.12).

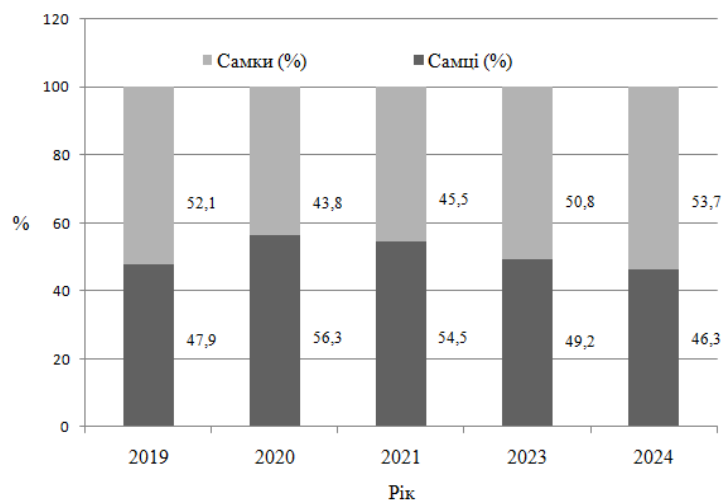


Рис. 3.12. Співвідношення статей бичка кам'яного (%) в Одеській затоці протягом п'яти років досліджень

Абсолютна довжина самців коливалася від 8,7 см (1+) до 20,5 см (4+), маса – від 4,0 г (1+) до 106,6 г (4+). Для самок довжина варіювала від 6,9 см (1+) до 21,6 см (4+), маса – від 4,2 г (1+) до 105,6 г (4+) (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Граничні та середні величини довжини і маси бичка кам'яного за віковими групами в цілому за п'ять років досліджень

Стать	Довжина, маса	Показники	Вік риб			
			1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	40	82	29	74
		Макс. вел., см	11,5	12,5	16,3	20,5
		Мін. вел., см	8,7	10,3	11,6	15,0
		Сер. вел., см	9,75	12,38	15,44	16,94
		Довірчий інтервал (95%), см	9,56–9,93	12,04–12,72	15,07–15,80	16,70–17,18
	Маса	Макс. вел., г	6,8	15,0	66,0	106,6
		Мін. вел., г	4,0	6,2	13,0	59,5
		Сер. вел., г	6,98	22,77	39,45	70,93
		Довірчий інтервал (95%), г	6,16–7,79	19,46–26,07	35,37–43,06	67,80–74,06
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	66	90	28	37
		Макс. вел., см	10,1	13,4	16,1	21,6
		Мін. вел., см	6,9	9,9	13,0	14,6
		Сер. вел., см	9,35	11,20	13,82	16,49
		Довірчий інтервал (95%), см	9,10–9,60	11,01–11,39	13,49–14,14	16,10–16,89
	Маса	Макс. вел., г	11,51	26,3	55,0	105,6
		Мін. вел., г	4,2	7,2	20,0	33,4
		Сер. вел., г	6,67	13,31	30,85	61,05
		Довірчий інтервал (95%), г	6,09–7,26	12,25–14,36	28,28–33,42	56,87–65,22

Темп зростання самців бичка кам'яного за співвідношенням Гекслі описується рівнянням: самці – $M = 0,018 \times L^{2,875}$, де коефіцієнт $a = 0,018$, показник $b = 2,875$. Значення показника b (2,875), вказує на негативну аллометрію, коли маса тіла зростає повільніше, ніж очікується при ізометричному росту. Високий коефіцієнт детермінації $R^2=0,96$ вказує на надійність цього рівняння для опису залежності між масою та довжиною (рис. 3.13).

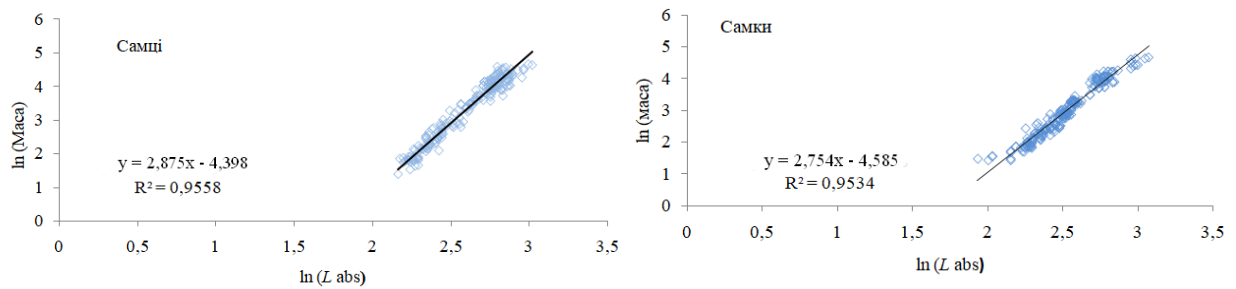


Рис. 3.13. Регресійна залежність між абсолютною довжиною і масою бичка кам'яного в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

Темп зростання самок бичка кам'яного за співвідношенням Гекслі описується рівнянням: $M = 0,025 \times L^{2,754}$, де коефіцієнт $a = 0,025$, показник $b = 2,754$, з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,95$. Значення b (2,754), менше за 3, що вказує на більш повільне збільшення маси, ніж швидкість росту що, можливо, пов'язано з енергетичними затратами під час нересту [92], а високий коефіцієнт детермінації підтверджує надійність моделі.

Модель Берталанфі, яка описує динаміку росту бичка кам'яного має наступні параметри (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Параметри моделі Берталанфі для бичка кам'яного в цілому за п'ять років досліджень

Стать	Показники	Значення
Самці	L_{∞} , см	25,4
	k , рік ⁻¹	0,21
	t_0 , рік	-1,26
	Середня похибка апроксимації, %	1,5
Самки	L_{∞} , см	22,1
	k , рік ⁻¹	0,19
	t_0 , рік	-1,6
	Середня похибка апроксимації, %	3,9

Самці мали вищу асимптотичну довжину (25,4 см) порівняно з самками (22,1 см), що свідчить про статевий диморфізм, при якому самці виростають до більших розмірів. Така відмінність може бути зумовлена меншими репродуктивними навантаженнями у самців, що дозволяє їм продовжувати ріст у зрілих вікових групах (3+, 4+).

Вищий коефіцієнт зростання у самців ($k = 0,21$) порівняно з самками ($k = 0,19$) вказує на швидше досягнення самцями максимальної довжини в ранньому віці. Більш негативне t_0 у самок може відображати стабільніший ріст на початкових стадіях розвитку.

Порівняння теоретичних і емпіричних значень довжини самців бичка кам'яного показує, що модель Берталанфі точно відповідає для груп 1+, 2+ і 4+, але занижує довжину для риб вікової категорії 3+. Це може бути зумовлено екологічними чинниками, що уповільнюють зростання на пізніх стадіях розвитку [77] (рис. 3.14).

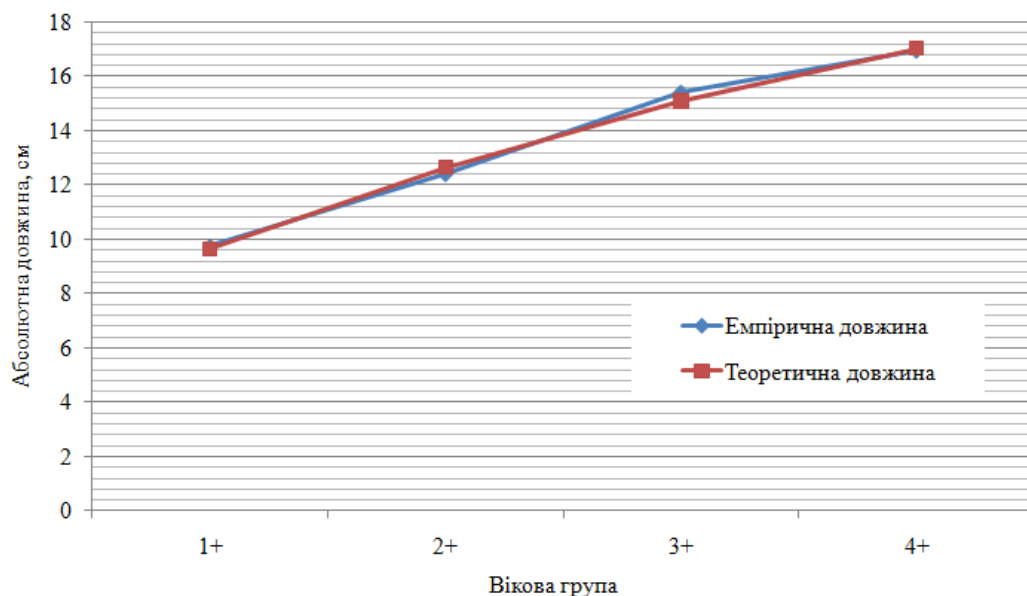


Рис. 3.14. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самців бичка кам'яного за віковими групами в цілому за п'ять років досліджень

Порівняння теоретичних і емпіричних значень довжини самок показує, що модель Берталанфі точно відповідає для вікової групи 1+ та 4+, але завищує показники для вікової групи 2+ і злегка занижує для 3+. Розбіжності можуть бути пов'язані з репродуктивним навантаженням самок під час нересту [80] (рис. 3.15).

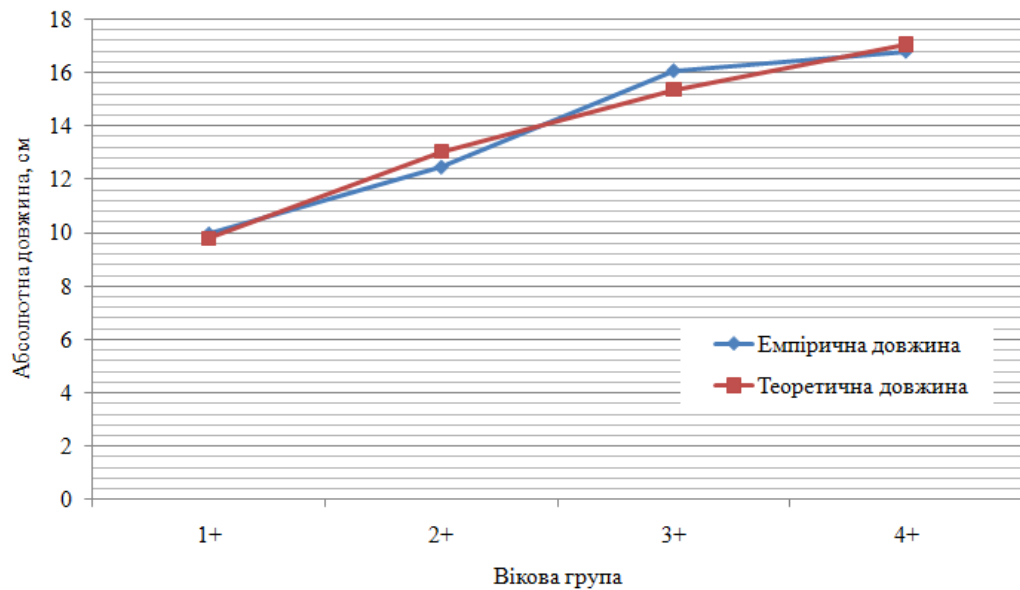


Рис. 3.15. Середня емпірична та теоретична величина абсолютної довжини самок бичка кам'яного за віковими групами в Одеській затоці в цілому за п'ять років досліджень

На основі рівнянь Гекслі та Берталанфі нами визначено асимптотичну масу та швидкість зростання. Асимптотична маса самців становила приблизно 167 г, швидкість зростання довжини у молодих особин – 2,9 см/рік, знижуючись до 1,5 см/рік в віковій групі 4+; швидкість зростання маси – 25,3 г/рік в віковій групі 3+, знижуючись до 22,9 г/рік у старшій віковій групі. Для самок асимптотична маса – близько 126 г, швидкість зростання довжини – 3,1 см/рік у молодих особин, знижуючись до 0,7 см/рік у віковій групі 4+, швидкість зростання маси – 35,8 г/рік в віковій групі 3+, знижуючись до 6,1 г/рік у старшій віковій групі.

У монографії А. І. Смирнова [59] бичок кам'яний розглядався як вузькогуба форма бичка ратана. Результати наших досліджень частково узгоджуються з матеріалами, представленими в цій науковій роботі. За результатами наших досліджень діапазон абсолютної довжини риб (8,2–22,8 см) співвідноситься з даними А. І. Смирнова (1986) — стандартна довжина 6,8–20,0 см. Тривалість життя до 4–5 років також відповідає літературним даним. Динаміка росту самців у наших дослідженнях (абсолютна довжина 9,7–16,9 см у вікових групах 1+–4+) порівнюється зі значеннями стандартної

довжини 4–14 см (вік 1–3 роки) за А. І. Смирновим, що свідчить про близькі темпи росту.

Розбіжності між нашими результатами з розмірно-масової характеристики бичка кам'яного із даними А. І. Смирнова [59] можуть бути пов'язані з публікацією даних змішаного матеріалу з особин бичка кам'яного та бичка Пінчука, про що вказував В. І. Пінчук у своїх критичних зауваженнях до монографії [55].

3.2. Живлення і трофічні зв'язки бичка Пінчука, бичка рудого і бичка кам'яного

Основу живлення досліджених видів бичків формували переважно бентосні організми, серед яких провідне місце посідали ракоподібні (Crustacea), представлені амфіподами (Amphipoda), ізоподами (Isopoda), десятиногими (Decapoda) та вусоногими ракоподібними (Cirripedia). Молюски (Mollusca) були представлені двостулковими (Bivalvia), зокрема рядами Mytilida та Cardiida, а також черевоногими (Gastropoda) рядів Littorinimorpha та Neogastropoda. Серед представників кільчастих червів (Annelida) зустрічались представники поліхет (Polychaeta) з одним представником *Fabricia stellaris* (Müller, 1774) та пояскових (Clitellata), таксономічну приналежність яких встановити вдалось тільки до підкласу (Oligochaeta). У раціонах всіх трьох досліджених видів траплялася молодь бичків (Gobiidae), видову приналежність також не визначено. Іноді у бичка рудого в кишківниках реєструвалися личинки комах (Chironomidae), проте їхній внесок був незначним (табл. 3.10). Загальна кількість спільних об'єктів живлення для всіх трьох видів становить 23 таксони. Це може свідчити про значне перекривання трофічних ніш і спільну орієнтацію видів на бентосні кормові ресурси, передусім представників Crustacea та Mollusca. Унікальні таксони виявлено лише для двох видів: у бичка Пінчука – *Abra segmentum*, у бичка рудого – *Ch. gallina* та *C. vitripennis*). Для бичка кам'яного унікальних

таксонів не зафіксовано, що може свідчити про меншу трофічну спеціалізацію та ширше перекривання трофічної ніші з іншими видами.

Таблиця 3.10

Присутність кормових об'єктів у спектрах живлення бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного в Одеській затоці в цілому за чотири роки досліджень (2020, 2021, 2023 та 2024 роки)

Кормовий об'єкт	Вид бичка		
	бичок Пінчука	бичок рудий	бичок кам'яний
ANNELIDA			
Клас Polychaeta			
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	+	+	+
Клас Clitellata			
<i>Oligochaeta</i> spp.	+	+	+
MOLLUSCA			
Клас Gastropoda			
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)	+	+	+
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch, 1909)	+	+	+
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	+	+	+
<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	+	–	+
Клас Bivalvia			
<i>Abra segmentum</i> (Recluz, 1843)	+	–	–
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	+	+	+
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	+	+	+
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguère, 1789)	+	+	+
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	+	+	+
<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	–
CRUSTACEA			
Ряд Sessilia			
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	+	+	+
Ряд Decapoda			
<i>Carcinus aestuarii</i> (Nardo, 1847)	+	+	+
<i>Palaemon elegans</i> (Rathke, 1837)	+	+	+
Ряд Isopoda			
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)	+	+	+
<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	+	+	+
Ряд Amphipoda			
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	+	+	+
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	+	+	+
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	+	+	+
<i>Orchestia montagui</i> (Audouin, 1826)	+	+	+
<i>Microprotopus longimanus</i> (Chevreux, 1887)	+	+	+
<i>Ampithoe ramondi</i> (Audouin, 1826)	+	+	+
<i>Plumulojassa ocia</i> (Bate, 1862)	+	+	+
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards, 1830)	+	+	+
INSECTA			
Ряд Diptera (Chironomidae)			
<i>Cricotopus vitripennis</i> (Meigen, 1818)	–	+	–
PISCES – Actinopterygii			
Молодь Gobiidae (Cuvier, 1816)	+	+	+

3.2.1. Бичок Пінчука

Усього протягом 2020, 2021, 2023 та 2024 років було досліджено харчові грудки 1102 особин бичка Пінчука, з них 659 самців і 443 самки.

У 2020 р. загалом обстежено харчові грудки 242 особин бичка Пінчука – 165 самців і 77 самок. У харчових грудках виявлено 25 таксонів макрозообентосу, раціон складався з ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *M. palmata*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *A. ramondi*, *P. ocia*, *C. bonelli*), молюсків (*P. lineolata*, *S. valvatooides*, *H. acuta*, *T. reticulata*, *B. reticulatum*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *C. glaucum*, *A. segmentum*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молоді бичків (*Gobiidae*) (додаток 4).

У весняний період 2020 р. досліджено харчові грудки 34 особин бичка Пінчука (23 самця та 11 самок), серед об'єктів живлення визначено 15 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння переважали *P. ocia* (76,5%), *P. elegans* (70,6%) та *I. balthica* (55,9%). Основними компонентами за масою в харчових грудках були ракоподібні *C. aestuarii* (30,3%) та *P. elegans* (23,8%), а індекс відносної значущості (ІВЗ) виділив як домінантні об'єкти живлення *P. elegans* (2476,3%) та *I. balthica* (1776,8%). Таким чином, весняний спектр живлення характеризувався переважанням в раціоні донних ракоподібних, а також споживанням молоді бичків.

У літній період 2020 р. проаналізовано харчові грудки 82 особини бичка Пінчука (70 самців і 12 самок), в раціоні риб визначено 24 таксони макрозообентосу та фрагменти бичків (*Gobiidae*). Найвищі показники частоти трапляння мали *C. aestuarii* (47,6%), *I. balthica* (19,5%) та *Oligochaeta* spp. (18,3%). За масовою часткою в раціоні домінували *C. aestuarii* (78,3%) та *I. balthica* (4,8%), за показниками ІВЗ найбільш важлива роль у живленні риб належала *C. aestuarii* (4345,9%) та *Oligochaeta* spp. (549,3%). У порівнянні з весною, влітку серед харчових

об'єктів зросла частка ракоподібних, на що могло вплинути сезонне посилення активності донної фауни [100; 172].

Восени 2020 р. обстежено харчові грудки 126 особин бичка Пінчука (72 самця та 54 самки), в раціоні риб ідентифіковано 15 таксонів макрзообентосу. Найчастіше траплялись *F. stellaris* (88,9%), *L. mediterraneum* (79,4%) та *A. improvisus* (61,1%). За масовою часткою переважали *C. aestuarii* (54,7%) та *A. improvisus* (30,0%), ІВЗ також свідчив про важливу роль цих організмів у живленні бичка Пінчука – 3131,8% для *C. aestuarii* та 2402,1% для *A. improvisus*. Крім того, значний індекс відносної значущості мали також *F. stellaris* (1746,7%) та *L. mediterraneum* (1147,8%), що вказує на їх важливість у раціоні риби.

Основними елементами трофічної бази виду у 2020 році були *C. aestuarii*, *P. elegans* та *I. balthica*, які мали найбільші показники ІВЗ (додаток 4).

Найвищу таксономічну подібність (ІТП) раціонів у 2020 році відзначено між весняним і літнім періодами (64,0%), тоді як за індексом харчової подібності (ІХП) найбільша схожість спостерігалася між літнім і осіннім сезонами (65,5%). Водночас найнижчі значення обох індексів зафіксовано між весною та осінню (ІТП – 29,2%, ІХП – 41,4%) (табл. 3.11).

Упродовж 2021 р. у раціоні бичка Пінчука зафіксовано 24 таксони макрзообентосу. Загалом вивчено склад харчових грудок 223 особин, з них 107 самців та 116 самок. Раціон складався з ракоподібних (*P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *A. ramondi*, *P. oia*, *C. bonelli*, *A. improvisus*), молюсків (*P. lineolata*, *H. acuta*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *A. segmentum*, *S. valvatooides*, *T. reticulata*, *B. reticulatum*, *C. glaucum*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молоді бичків (*Gobiidae*) (додаток 5).

В весняний період 2021 р. обстежено харчові грудки 30 особин бичка Пінчука (21 самець та 9 самок), у складі яких визначено 17 таксонів

макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). За частотою трапляння домінували *I. balthica* (56,7%), *Oligochaeta* spp. (43,3%) та *P. elegans* (40,0%). За масовою часткою в харчовій грудці домінували *C. aestuarii* (39,4%) та *P. elegans* (14,4%), а ІВЗ виявив важливість у раціоні *C. aestuarii* (1271,1%) та *I. balthica* (1131,8%).

В літній період 2021 р. проаналізовано харчові грудки 113 особин бичка Пінчука (49 самців і 64 самки). В раціоні риб визначено 23 таксони макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). За частотою трапляння переважали *C. aestuarii* (49,6%), *Oligochaeta* spp. (36,3%) та *H. acuta* (34,5%). За масовою часткою домінував *C. aestuarii* (78,2%), за ІВЗ як найважливіші виділялись *C. aestuarii* (4586,9%) та *Oligochaeta* spp. (900,8%).

Восени 2021 р. проаналізовано харчові грудки 80 особин бичка Пінчука (37 самців і 43 самки), в раціоні риб ідентифіковано 15 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). Найвищі показники частоти трапляння мали *M. longimanus* (85,0%), *Oligochaeta* spp. (50,0%) та *A. improvisus* (50,0%). За масовою часткою переважали *C. aestuarii* (81,9%), ІВЗ вказував на важливість у раціоні *C. aestuarii* (4421,1%) та *M. longimanus* (1201,6%).

У всіх сезонах 2021 р. основу раціону складали ракоподібні, олігохети та молюски, також сталу масову частку мала молодь бичків. Найважливішими об'єктами живлення за ІВЗ були *C. aestuarii*, *I. balthica* та *Oligochaeta* spp., що підтверджує бентосний тип харчування виду (додаток 5).

Найбільшу подібність раціонів зафіксовано між весняним і літнім періодами (ІТП – 75,0%; ІХП – 56,6%), що зумовлено насамперед наявністю спільних видів ракоподібних. Між літом і осінню таксономічна подібність знизилася до 60,0%, проте індекс харчової подібності зріс до 91,2%, що свідчить про сталість часток домінантних кормових компонентів у цей період. Найменшою виявилася схожість між весною та осінню (ІТП – 54,6%;

ІХП – 52,7%), що відображає більш виражені сезонні відмінності у спектрі живлення риб (табл. 3.11).

Протягом 2023 р. у живленні бичка Пінчука виявлено 25 таксонів макрозообентосу. Загалом досліджено склад харчових грудок 339 особин, серед яких 195 самців і 144 самки. Раціон складався з ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *M. palmata*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *A. ramondi*, *P. ocia*, *C. bonelli*), молюсків (*P. lineolata*, *S. valvatooides*, *H. acuta*, *T. reticulata*, *B. reticulatum*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *C. glaucum*, *A. segmentum*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молоді бичків (*Gobiidae*) (додаток 6).

У весняний період 2023 р. обстежено харчові грудки 52 особин бичка Пінчука (28 самців та 24 самки), в складі яких виявлено 21 таксон макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння переважали *Oligochaeta* spp. (90,4%), *P. ocia* (78,9%) та *I. balthica* (73,1%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (30,1%), *P. elegans* (13,8%) та *T. reticulata* (13,4%), за ІВЗ найбільше значення належало *P. olivii* (1336,2%) та *I. balthica* (1140,7%), помітну роль відігравали також *Oligochaeta* spp. (1128,1%). Таким чином, весняне живлення відзначалося домінуванням донних ракоподібних з помітною часткою олігохет.

У літній період 2023 р. досліджено склад харчових грудок 226 особин бичка Пінчука (125 самців та 101 самка). В раціоні риб ідентифіковано 24 таксони макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). Найвищі значення частоти трапляння мали *Oligochaeta* spp. (74,4%), *C. aestuarii* (45,1%) та *M. longimanus* (26,1%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (81,5%), значно менші внески мали *M. lineatus* (2,9%) та *L. hookeri* (2,8%), а за ІВЗ домінували *C. aestuarii* (4415,3%) та *Oligochaeta* spp. (1884,2%).

Восени 2023 р. було проаналізовано харчові грудки 61 особини бичка Пінчука (42 самці та 19 самок), в яких зафіксовано 22 таксони

макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). За частотою трапляння домінували *P. olivii* (77,1%), *A. improvisus* (73,8%) та *Oligochaeta* spp. (70,5%). За масовою часткою переважали *C. aestuarii* (58,7%), *I. balthica* (6,7%) та *A. improvisus* (6,7%), за ІВЗ найбільшу роль відігравали *C. aestuarii* (2820,1%) та *A. improvisus* (1291,9%).

Основу раціону 2023 р. в усіх сезонах формували ракоподібні, олігохети та молюски, з регулярним споживанням молоді бичків, які мали суттєву масову частку. Найвищі ІВЗ протягом року мали *C. aestuarii*, *Oligochaeta* spp. та *P. olivii*, що підкреслює бентосно-орієнтовану трофічну стратегію виду в цей період. Весною в раціоні переважали ракоподібні, зокрема *P. elegans*, *I. balthica*, *C. aestuarii* та *P. oscia.*, помітну роль відігравали олігохети. Влітку зберігалось домінування ракоподібних, особливо *C. aestuarii*, та збільшувалась роль олігохет та молюсків. Восени важливими елементами у живленні бичка Пінчука були ракоподібні (*C. aestuarii*, *A. improvisus* та *M. longimanus*), молюски (*H. acuta*, *L. mediterraneum*) та поліхети (*F. stellaris*). Рибні фрагменти також були стабільним компонентом вмісту раціону риб у всіх сезонах, підтверджуючи адаптацію цього вида до доступної трофічної бази в регіоні (додаток 6).

Найбільшу подібність за видовим складом зафіксовано між весняним та літнім сезонами (ІТП 88,0%), однак структура раціону в цей період суттєво змінювалася, про що свідчить найнижчий ІХП (48,1%). Між літом і осінню показники були більш узгодженими: ІТП становив 84,6%, а ІХП – 74,9%, що відображає стабільність домінантних кормових компонентів. Подібність між осіннім та весняним раціонами була найнижчою (ІТП 80,0%; ІХП 61,1%), що вказує на помітні сезонні зміни у структурі живлення на межі цих періодів (табл. 3.11).

У 2024 року було обстежено харчові грудки 298 особин бичка Пінчука, з них 192 самці та 106 самок, в раціоні зафіксовано 24 таксони макрозообентосу. Раціон включав ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *M. palmata*, *D. spinosa*, *O. montagui*,

M. longimanus, *A. ramondi*, *P. ocia*, *C. bonelli*), молюсків (*P. lineolata*, *S. valvatooides*, *B. reticulatum*, *M. lineatus*, *L. mediterraneum*, *H. acuta*, *M. galloprovincialis*, *C. glaucum*, *A. segmentum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молодь бичків (*Gobiidae*) (додаток 7).

У весняний період 2024 р. вивчено склад харчових грудок 47 особин бичка Пінчука (36 самців і 11 самок). В раціоні риб зафіксовано 16 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння домінували *P. olivii* (63,8%), *Oligochaeta* spp. (61,7%) та *P. ocia* (61,7%). За масовою часткою переважали *P. elegans* (20,7%) та *I. balthica* (19,2%), вони також мали найбільший показник ІВЗ: для *I. balthica* – 2145,7%, для *P. elegans* – 1372,2%.

У літній період 2024 р. обстежено харчові грудки 172 особин бичка Пінчука (118 самців та 54 самок), у складі яких визначено 16 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння переважали *Oligochaeta* spp. (66,9%), *P. ocia* (23,8%) та *F. stellaris* (23,8%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (85,0%) та *P. elegans* (3,4%), за ІВЗ найбільше значення мали *C. aestuarii* (3416,9%) та *Oligochaeta* spp. (1805,3%).

Восени 2024 р. проаналізовано харчові грудки 79 особин бичка Пінчука (38 самців і 41 самка), в яких ідентифіковано 16 таксонів макрозообентосу. Найчастіше траплялись *A. improvisus* (81,0%), *Oligochaeta* spp. (77,2%) та *H. acuta* (68,4%). За масовою часткою провідними були *C. aestuarii* (68,6%) та *P. elegans* (9,9%), а за ІВЗ найбільш значимими були *C. aestuarii* (3158,5%) та *Oligochaeta* spp. (1801,7%).

Загалом, основу живлення складали ракоподібні, олігохети та молюски, основними об'єктами живлення за ІВЗ у 2024 році були *C. aestuarii*, *I. balthica* та *Oligochaeta* spp. (додаток 7).

Найбільшу подібність складу кормових об'єктів зафіксовано між весняним і літнім періодами (ІТП 70,0%; ІХП 49,1%), що зумовлено наявністю спільних домінантних таксонів ракоподібних. Між літнім і осіннім

періодами таксономічна подібність знизилася до 50,0%, тоді як індекс харчової подібності зріс до 79,5%, що відображає збереження структури раціону. Найменшу подібність відзначено між осіннім і весняним періодами (ІТП 37,5%; ІХП 56,4%), що вказує на виражену сезонну зміну раціону (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка Пінчука між сезонами в Одеській затоці у 2020, 2021, 2023 та 2024 роках

Рік	Порівнювані сезони	ІТП (%)	ІХП (%)
2020	Весна-Літо	64,00	49,17
	Літо-Осінь	53,85	65,56
	Осінь-Весна	29,17	41,39
2021	Весна-Літо	75,00	56,61
	Літо-Осінь	60,00	91,22
	Осінь-Весна	54,55	52,70
2023	Весна-Літо	88,00	48,08
	Літо-Осінь	84,62	74,90
	Осінь-Весна	80,00	61,13
2024	Весна-Літо	70,00	49,09
	Літо-Осінь	50,00	79,49
	Осінь-Весна	37,50	56,36

Зміна раціону бичка Пінчука протягом року демонструвала найвищий ІТП у сезонах весна-літо та літо-осінь, найнижча таксономічна подібність спостерігалась між осіннім та весняним періодами, на що можуть впливати сезонні зрушення в доступності ракоподібних та молюсків [17].

У весняному періоді таксономічна подібність була найвищою між 2020 та 2024 роками (ІТП – 73,7%), що свідчить про значне перекривання складу кормових таксонів, передусім ракоподібних. Рівень харчової подібності також залишався високим (ІХП – 83,1%), відображаючи подібні співвідношення масових часток основних компонентів раціону. Найнижчі значення ІТП та ІХП зафіксовано між 2023 і 2024 роками (відповідно 64,3% та 56,0%), що вказує на помітні зрушення в трофічній структурі живлення бичка Пінчука протягом цього періоду. Зокрема, зменшилась частота трапляння молюсків – *M. lineatus* (на 4,5%) та *A. segmentum* (на 2,1%) і

збільшилась частота трапляння ракоподібних – *P. olivii* (на 37,9%), *P. oscia* (на 27,0%) та *O. montagui* (на 22,7%) (табл. 3.12).

У літньому сезоні найвищу таксономічну та харчову подібність зареєстровано між 2020 та 2023 роками (ІТП – 100,0%, ІХП – 93,8%), що свідчить про максимальну схожість кормових компонентів та їхніх масових співвідношень. Мінімальні показники ІТП зафіксовано між 2020 і 2024 рр. (64,0%) та 2021 і 2024 рр. (66,7%), при досить високому ІХП (відповідно 90,8% та 90,9%). Порівняно з 2023 р., влітку 2024 р. в раціоні бичка Пінчука зменшилась частота трапляння молюсків – *M. galloprovincialis* (на 11,7%) і *H. acuta* (на 10,9%) та збільшилась частота трапляння ракоподібних – *M. longimanus* (на 17,4%) і *P. olivii* (6,7%). Однак ІХП між цими роками залишався високим (92,2%), що може вказувати на зміну видового складу при збереженні загального трофічного балансу (табл. 3.12).

В осінньому періоді у порівнянні між 2020 р. і 2023 р., 2021 р. і 2023 р., а також 2023 р. і 2024 р. також зафіксовано помітне зниження ІТП. Зокрема, в раціоні 2024 р. порівняно з 2023 р. зменшилась частота трапляння молюсків (*L. mediterraneum* – на 14,8%) та збільшилась частота трапляння ракоподібних (*P. elegans* – на 19,5%, *P. olivii* – на 14,2%, *P. oscia* – на 12,3%) (табл. 3.12).

Причиною такої динаміки могла стати аварія на Каховській ГЕС (червень 2023 р.), яка спричинила деградацію донної фауни в північно-західній частині Чорного моря, включно з Одеською затокою. Згідно «Звіту про оцінку стану біоценозів морських екосистем України за 2024 рік», у період 2022–2024 років спостерігалися зміни у видовому складі донних угруповань та їх структурі, було відзначено різке зниження видового розмаїття [28]. На відміну від ІТП, харчова подібність (ІХП) виявилася менш чутливою до цих змін, коливаючись переважно через варіації масових пропорцій кормів, а не їхнього таксономічного складу, що підтверджує збереження загального трофічного балансу навіть за умови екологічних зрушень.

Таблиця 3.12

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка Пінчука між роками для весняного, літнього та осіннього періодів в Одеській затоці

Порівнювані роки	Весняний період		Літній період		Осінній період	
	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)
2020–2021	61,9	78,1	96,0	96,9	76,5	68,6
2020–2023	65,2	73,1	100,0	93,8	60,9	75,6
2020–2024	73,7	83,1	64,0	90,9	87,5	70,8
2021–2023	66,7	75,4	96,0	94,2	69,6	76,6
2021–2024	66,7	76,4	66,7	90,8	88,2	83,9
2023–2024	56,0	64,3	64,0	92,2	69,6	80,6

У міжрічних відмінностях найбільш високу повторюваність харчових об'єктів демонстрував літній сезон, чому могли сприяти стабільні гідрологічні умови та домінування певних таксономічних груп бентосних організмів [26]. Однак, між 2023 і 2024 рр. ми спостерігали зниження ІТП у весняний (до 56%) та літній (до 64%) періоди. Це могло бути викликано руйнуванням Каховської ГЕС у червні 2023 р., що спричинило опріснення (до 3–5‰), масову загибель бентосних організмів та евтрофікацію, змінюючи склад кормів на менш різноманітний [28; 64; 164].

Порівняння трофічного складу раціону самців і самок бичка Пінчука не показало значущих відмінностей, хоча певні розбіжності простежувались: у раціоні самок відзначено дещо вищу частку молюсків, тоді як самці надавали перевагу ракоподібним. Весною в раціоні самців за частотою трапляння та по відносній масі переважали ракоподібні (*I. balthica*, *P. elegans*, *C. aestuarii*), а в раціоні самок частіше зустрічались олігохети (*Oligochaeta* spp.), за масовою часткою більше місця займали молюски (*H. acuta*). Влітку самці також частіше споживали ракоподібних (*C. aestuarii*, *I. balthica*), самки надавали перевагу олігохетам (*Oligochaeta* spp.) та молюскам (*H. acuta*). Восени вже в раціоні самців частіше зустрічались олігохети (*Oligochaeta* spp.), в раціоні самок зберігалась перевага молюсків (*H. acuta*, *L. mediterraneum*). Молодь риб частіше траплялася в раціоні самок.

Порівнюючи наші результати із дослідженнями інших авторів попередніх років, можна відзначити як сталі риси, так і суттєві зміни в живленні бичка Пінчука. Згідно з даними І. Ф. Страутман [62] та спостереженнями В. В. Заморова й співавторів [23] такі види, як *I. balthica*, *L. hookeri* та молодь *Gobiidae*, залишаються стабільними компонентами раціону в усіх дослідженнях. Водночас низка кормових об'єктів – *P. adspersus*, *P. hirtellus*, *X. poressa*, *G. subtypicus* та *A. succinea* у наших вибірках не виявлені. Натомість у сучасних вибірках істотно зросла роль таких видів, як *C. aestuarii* та *A. improvisus*, а також з'явилися нові для раціону види – *P. olivii* та *O. montagui*, які у попередніх дослідженнях не фіксувалися [23; 62]. Крім того, в наших дослідженнях поліхета *A. succinea*, яка раніше була ключовим компонентом раціону за масовою часткою та частотою трапляння, повністю відсутня, тоді як за цими показниками домінує поліхета *F. stellaris*, яка є характерним представником прибережного угруповання обростання в Одеській затоці з зустрічальністю 69,2% та максимальною щільністю 350 ос./м² [169].

Наші результати також підтверджують наявність статевих відмінностей у живленні: самці частіше споживали ракоподібних (зокрема *C. aestuarii*), тоді як у самок у раціоні переважали молюски (зокрема *M. galloprovincialis*), що узгоджується з даними В. В. Заморова та співавторів [23].

Загалом, раціон бичка Пінчука змістився від поліхет і молюсків до домінування ракоподібних та олігохет, що може відображати зміни у структурі донної фауни Одеської затоки.

3.2.2. Бичок рудий

Упродовж 2020, 2021, 2023 та 2024 років проаналізовано харчові грудки 320 особин бичка рудого, серед яких 190 самців і 130 самок. У складі раціону виявлено загалом 24 таксони макрозообентосу, включаючи ракоподібних, молюсків, олігохет, поліхет і личинки комах. Основу живлення в усіх сезонах формували донні ракоподібні, олігохети та молюски,

споживання молоді бичків (Gobiidae) мало епізодичний характер. Також в раціоні зустрічалися личинки комах (*C. vitripennis*).

Протягом 2020 р. у живленні бичка рудого виявлено 22 таксони макрозообентосу. Загалом досліджено харчові грудки 86 особин, серед яких 48 самців і 38 самок. Раціон включав ракоподібних (*P. elegans*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *P. ocia*, *C. bonelli*, *C. aestuarii*, *A. improvisus*, *A. ramondi*), молюсків (*P. lineolata*, *S. valvatoides*, *H. acuta*, *M. lineatus*, *C. glaucum*, *Ch. gallina*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*), молодь бичків (Gobiidae) та личинок комах (*C. vitripennis*) (додаток 8).

У весняний період 2020 р. досліджено харчові грудки 27 особин бичка рудого – 14 самців та 13 самок. В раціоні риб ідентифіковано 14 таксонів макрозообентосу. Найчастіше траплялися *M. longimanus* (74,1%), *P. ocia* (70,4%) та *P. olivii* (63,0%), тоді як за масовою часткою домінували *I. balthica* (25,3%) та *P. elegans* (22,8%). Найвищі індекси відносної значущості (ІВЗ) мали *P. olivii* (1251,1%) та *I. balthica* (1194,2%).

У літній період проаналізовано 39 харчових грудок (23 самці і 16 самок), у складі яких виявлено 14 таксонів макрозообентосу, личинки комах та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). Найвищі показники частоти трапляння мали *Oligochaeta* spp. (30,8%), *C. aestuarii* (28,2%), та *C. bonelli* (23,1%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (55,6%) та *Ch. gallina* (18,9%), а найвищі значення ІВЗ відзначено для *C. aestuarii* (1805,8%) та *Oligochaeta* spp. (1252,6%). Це вказує на споживання крупних ракоподібних і донних червів у літній період.

Восени 2020 р. обстежено 20 особин (11 самців і 9 самок), в їх раціоні ідентифіковано 18 таксонів макрозообентосу. Найчастіше траплялися *L. mediterraneum* (55,0%), *I. balthica* (50,0%) і *Oligochaeta* spp. (50,0%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (37,0%), *M. lineatus* (13,9%) та *I. balthica* (13,4%), при цьому найбільші значення ІВЗ мали *I. balthica* (1245,1%) та *C. aestuarii* (790,3%).

Основу живлення в усіх сезонах формували дрібні ракоподібні, краби, олігохети та молюски, з обмеженою присутністю в раціоні личинок комах та молоді бичків (Gobiidae). Сезонні варіації раціону включали перехід від амфіпод та ізопод навесні до крупних ракоподібних та олігохет влітку, ізопод та молюсків восени. Найвищі індекси відносної значущості мали *C. aestuarii*, *I. balthica*, *P. olivii* та *Oligochaeta* spp. (додаток 8).

У 2020 році індекс таксономічної подібності раціонів (ІТП) між весняним та літнім сезонами становив 36,4%, а індекс харчової подібності (ІХП) – 8,2%, що вказує на низьку подібність раціонів через сезонні зміни в наборі та пропорціях кормових об'єктів. Між літнім та осіннім сезонами ІТП сягав 47,8%, ІХП – 47,2%, демонструючи помірну подібність, переважно за рахунок ракоподібних. Найвища подібність спостерігалася між осіннім та весняним сезонами з ІТП 77,8% та ІХП 49,0%, що свідчить про циклічну стабільність донних компонентів в раціоні цього виду (табл. 3.13).

Упродовж 2021 р. проаналізовано склад 69 харчових грудок бичка рудого (45 самців і 24 самки) та визначено 23 таксони макрозообентосу. До раціону входили ракоподібні (*P. elegans*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *P. ocia*, *C. bonelli*, *C. aestuarii*, *A. improvisus*, *A. ramondi*, *M. palmata*), молюски (*P. lineolata*, *S. valvatoides*, *H. acuta*, *M. lineatus*, *C. glaucum*, *Ch. gallina*, *L. mediterraneum*), олігохети (*Oligochaeta* spp.), поліхети (*F. stellaris*), личинки комах (*C. vitripennis*) та молодь бичків (Gobiidae) (додаток 9).

У весняний період 2021 р. досліджено 11 харчових грудок бичка рудого (7 самців та 4 самки), в яких ідентифіковано 14 таксонів макрозообентосу. За частотою трапляння переважали *F. stellaris* (72,7%), *S. valvatoides* (54,6%) та *P. olivii* (54,6%). За масовою часткою в раціоні переважали *I. balthica* (29,8%) та *P. elegans* (19,3%), а ІВЗ мав найбільше значення для *P. olivii* (1201,5%) та *I. balthica* (1192,6%).

У літній період 2021 р. проаналізовано 44 харчові грудки бичка рудого (31 самець та 13 самок), у складі яких виявлено 14 таксонів макрозообентосу,

личинки комах і фрагменти молоді бичків (Gobiidae). Найчастіше траплялися *M. longimanus* (56,8%), *H. acuta* (47,7%), *P. ocia* (40,9%), *C. bonelli* (40,9%) та *Oligochaeta* spp. (40,9%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (37,2%) та *A. improvisus* (16,3%), а ІВЗ виділив як найважливіші об'єкти *C. aestuarii* (1367,4%) та *Oligochaeta* spp. (799,1%).

Восени 2021 р. проаналізовано 14 харчових грудок бичка рудого (7 самців та 7 самок), в яких ідентифіковано 19 таксонів макрозообентосу. Найвищі показники частоти трапляння мали *P. olivii* (78,6%), *D. spinosa* (57,1%) та *P. ocia* (57,1%). За масовою часткою переважали *Ch. gallina* (35,8%) та *C. aestuarii* (22,6%), а ІВЗ вказував на значну роль у живленні *I. balthica* (1251,2%) та *P. olivii* (966,7%).

За показниками ІВЗ, основу живлення в усіх сезонах становили ракоподібні, олігохети та молюски, з обмеженою присутністю серед об'єктів личинок комах та молоді бичків (Gobiidae). Навесні переважали ізоподи та амфіподи (*I. balthica* та *P. olivii*), в літній період в раціоні збільшувалась роль молюсків (*Ch. gallina*) та крабів (*C. aestuarii*), які зберігали своє значення і в осінній період. Найвищі показники ІВЗ належали *C. aestuarii*, *I. balthica* та *P. olivii* (додаток 9).

У 2021 році подібність в раціоні між весняним та літнім періодом була досить низькою (ІТП 36,4%, ІХП 12,5%), що зумовлено появою у літньому раціоні молюсків та баянусів. Порівняння між осіннім і весняним сезонами показало вищі значення ІТП (73,7%) за нижчого ІХП (33,4%), що свідчить про схожість таксономічного складу, але різні пропорції основних компонентів (табл. 3.13).

Упродовж 2023 р. проаналізовано 82 харчові грудки бичка рудого від 46 самців і 36 самок, у складі яких виявлено 19 таксонів макрозообентосу. Загалом раціон складався з ракоподібних (*P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *P. ocia*, *C. bonelli*, *A. improvisus*, *A. ramondi*), молюсків (*S. valvatooides*, *H. acuta*, *M. lineatus*,

C. glaucum, *P. lineolata*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молоді бичків (*Gobiidae*) (додаток 10).

У весняний період 2023 р. досліджено 19 харчових грудок бичка рудого (8 самців і 11 самок), в яких встановлена наявність 14 таксонів макрозообентосу. За частотою трапляння переважали *P. olivii* (47,4%), *D. spinosa* (47,4%) та *Oligochaeta* spp. (42,1%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (33,4%) та *L. hookeri* (19,1%), а найвищі ІВЗ мали *I. balthica* (994,2%) та *D. spinosa* (774,9%). Таким чином, весняне живлення відзначалося домінуванням донних ракоподібних з помітною часткою в раціоні ізопод.

У літній період 2023 р. проаналізовано 42 харчові грудки (24 самця та 18 самок), у складі яких ідентифіковано 13 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (*Gobiidae*). Найчастіше траплялися *H. acuta* (33,3%), *S. valvatooides* (26,2%), *P. ocia* (21,4%) та *C. aestuarii* (21,4%). За масовою часткою переважали *C. aestuarii* (43,8%) та *A. improvisus* (31,0%), а найвищі ІВЗ були для *C. aestuarii* (1120,8%) та *A. improvisus* (729,3%).

Восени 2023 р. досліджена 21 харчова грудка бичка рудого (14 самців та 7 самок), у вмісті яких зафіксовано 16 таксонів макрозообентосу. За частотою трапляння домінували *P. olivii* (57,1%), *Oligochaeta* spp. (52,4%) та *P. ocia* (42,9%). За масовою часткою переважали *I. balthica* (29,2%) та *L. hookeri* (18,2%), за ІВЗ найбільшу роль відігравали *P. olivii* (1016,4%) та *L. hookeri* (819,2%).

Сезонна динаміка раціону риби у 2023 р. демонструвала адаптацію до доступності трофічних ресурсів в Одеській затоці. Навесні домінували амфіподи (*P. olivii*) та ізоподи (*I. balthica*, *L. hookeri*), що становили значну частку маси харчової грудки ($M > 20\%$) і траплялись з високою частотою (ЧТ $> 50\%$). Влітку зростала роль декапод (*C. aestuarii*, *P. elegans*) та молюсків (*C. gallina*, *C. glaucum*), раціон доповнювався олігохетами (*Oligochaeta* spp.) і баянусами (*A. improvisus*). Восени в раціоні знову переважали ізоподи і

амфіподи (*I. balthica*, *P. olivii*, *L. hookeri*), з меншою часткою молюсків та поліхет (додаток 10).

У 2023 році подібність між весняним та літнім раціоном була помірною (ІТП 47,4%, ІХП 38,9%), із значною часткою ракоподібних. Між літом та осінню ІТП сягав 50,0%, але ІХП був низьким (8,3%), через перехід до живлення амфіподами та ізоподами. Між осінню та весною ІТП становив 76,5%, ІХП – 63,1%, що свідчить про циклічну подібність раціону у прохолодні періоди року (табл. 3.13).

Упродовж 2024 р. у живленні бичка рудого було виявлено 20 таксонів макрозообентосу; загалом проаналізовано 83 харчові грудки від 51 самця та 32 самок. Раціон включав ракоподібних (*P. elegans*, *C. aestuarii*, *L. hookeri*, *I. balthica*, *P. olivii*, *M. palmata*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *A. ramondi*, *P. ocia*, *C. bonelli*, *A. improvisus*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), молюсків (*P. lineolata*, *S. valvatooides*, *H. acuta*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*), поліхет (*F. stellaris*) та молодь бичків (*Gobiidae*) (додаток 11).

У весняний період 2024 р. досліджено 12 харчових грудок бичка рудого (4 самця та 8 самок). В раціоні риб зафіксовано 13 таксонів макрозообентосу. За частотою трапляння переважали *F. stellaris* (75,0%), *C. bonelli* (66,7%) та *P. olivii* (58,3%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (35,6%) та *I. balthica* (21,6%), а за ІВЗ переважали *I. balthica* (1186,4%) та *L. hookeri* (999,2%), значні показники були також для *P. olivii* (927,2%).

У літній період 2024 р. обстежено харчові грудки 47 особин бичка рудого (36 самців та 11 самок), в яких зафіксовано 9 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння переважали *M. longimanus* (53,2%), *Oligochaeta* spp. (44,7%) та *P. elegans* (36,2%). За масовою часткою домінували *C. aestuarii* (43,2%) та *P. elegans* (16,4%), за ІВЗ найбільше значення мали *M. longimanus* (1052,9%) та *P. elegans* (986,4%).

Восени 2024 р. досліджено 24 особини (11 самців і 13 самок), у шлунковому вмісті яких ідентифіковано 19 таксонів макрзообентосу. Найчастіше траплялись *P. olivii* (58,3%), *I. balthica* (54,2%) та *P. oscia* (45,8%). За масовою часткою провідними були *C. aestuarii* (45,7%) та *P. elegans* (10,0%), а за ІВЗ найбільш значимими були *I. balthica* (1324,0%) та *P. olivii* (997,0%).

Основу раціону впродовж 2024 року становили ракоподібні, олігохети та молюски, тоді як фрагменти риб траплялися поодинокі. Навесні переважали ізоподи та амфіподи (*I. balthica*, *L. hookeri*), у літній період збільшувалася частка декапод (*C. aestuarii*, *P. elegans*) та амфіпод (*M. longimanus*), восени знову переважали ізоподи та амфіподи (*I. balthica*, *P. olivii*). Найвищі показники ІВЗ протягом року відзначено для *I. balthica*, *M. longimanus* та *P. olivii* (додаток 11).

У 2024 році ІТП раціону між весняним та літнім періодами складав 43,8%, ІХП – 43,8%, що зумовлено переважанням спільних видів ракоподібних. У літньо-осінній період ІТП знизився до 38,1%, тоді як ІХП зріс до 60,9%. Найвищі значення подібності зафіксовано між осіннім та весняним періодами (ІТП – 68,4%, ІХП – 71,1%), що свідчить про відносну стабільність трофічної структури в перехідні сезони (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка рудого між сезонами в Одеській затоці у 2020, 2021, 2023 та 2024 роках

Рік	Порівнювані сезони	ІТП (%)	ІХП (%)
2020	Весна-Літо	36,36	8,21
	Літо-Осінь	47,83	47,17
	Осінь-Весна	77,78	49,03
2021	Весна-Літо	36,36	12,53
	Літо-Осінь	45,83	51,16
	Осінь-Весна	73,68	33,44
2023	Весна-Літо	47,37	38,90
	Літо-Осінь	50,00	8,28
	Осінь-Весна	76,47	63,09
2024	Весна-Літо	43,75	43,77
	Літо-Осінь	38,10	60,87
	Осінь-Весна	68,42	71,05

Таксономічна подібність у весняному сезоні була найвищою між 2020 та 2021 роками (ІТП – 100,0%), що свідчить про повне перекривання набору кормових таксонів, переважно ракоподібних; харчова подібність також залишалася високою (ІХП – 87,5%) завдяки схожим пропорціям масових часток. Найнижчі значення таксономічної та харчової подібності зафіксовано між 2020–2024 (ІТП – 58,8%; ІХП – 59,6%) та 2021–2024 роками (ІТП – 58,8%; ІХП – 58,1%), що свідчить про помітні зрушення в раціоні бичка рудого в цей період.

У літньому сезоні максимальні значення таксономічної подібності також виявлено між 2020 та 2021 роками (ІТП – 100,0%), що вказує на повну ідентичність кормових таксонів. ІХП у цей період становив 80,2%, що свідчить про схожість масових часток основних кормових груп. Найнижчу подібність відзначено між 2020 і 2024 роками (ІТП – 52,9%; ІХП – 61,7%) та 2021 і 2024 роками (ІТП – 52,9%; ІХП – 71,6%), що пов'язано із зменшенням у раціоні певних видів моллюсків (*P. lineolata*, *S. valvatooides*, *H. acuta*).

В осінньому сезоні таксономічна подібність залишалась стабільно високою між всіма порівнюваними роками (ІТП – 75,0–88,9%), однак харчова подібність демонструвала ширші коливання. Найвищі значення ІХП спостерігались між 2020 та 2024 роками (83,3%), тоді як найнижчі – між 2021 та 2023 роками (34,1%), що зумовлено домінуванням у раціоні 2021 року виду *Ch. gallina* (табл. 3.14).

Найбільш помітні зміни раціону в 2024 р. могли бути пов'язані із зміною структури угруповань макрозообентосу, які спостерігали впродовж 2022–2024 років. Так, в угрупованні *M. galloprovincialis* в 2022 р. було 23 таксони, в 2023 – 15, а в 2024 – лише 7, середня чисельність в 2022 році становила 23418 екз./м², у 2023 – 3536 екз./м², а в 2024 – 337 екз./м², що вказує на різке зниження популяції та значне скорочення видового складу макрозообентосу [28].

Таблиця 3.14

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка рудого між роками для весняного, літнього та осіннього періодів в Одеській затоці

Порівнювані роки	Весняний період		Літній період		Осінній період	
	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)
2020–2021	100,00	87,49	100,00	80,22	85,00	56,53
2020–2023	86,67	62,39	87,50	65,69	88,89	53,96
2020–2024	58,82	59,55	52,94	61,71	85,00	83,33
2021–2023	86,67	62,76	87,50	72,69	75,00	34,06
2021–2024	58,82	58,16	52,94	71,58	80,95	56,36
2023–2024	68,75	86,68	60,00	76,18	84,21	50,58

Аналіз трофічної структури раціону самців і самок бичка рудого засвідчив наявність певних незначущих відмінностей, що проявлялися переважно у частоті споживання окремих груп організмів: самки протягом року частіше за самців споживали молюсків, а навесні та восени – поліхет. У весняний період в раціоні самців дещо переважали ракоподібні (*I. balthica*, *P. elegans*, *L. hookeri*), а у самок – молюски (*P. lineolata*); влітку у раціоні самців частіше зустрічались олігохети (*Oligochaeta* spp.), тоді як самки споживали більше молюсків (*H. acuta*) та поліхет (*F. stellaris*). Молодь риб зустрічалася в живленні обох статей, але частіше у самок.

За даними І. Ф. Страутман [62], у 1971 р. раціон бичка рудого в Одеській затоці переважно формувався ракоподібними (*I. balthica*, *L. hookeri*, *G. subtypicus*, *P. adspersus*), що загалом узгоджується з нашими спостереженнями, тоді як внесок молюсків і поліхет був незначним, а склад живлення самців і самок майже не відрізнявся. У нашому дослідженні види *G. subtypicus* і *P. adspersus*, які становили важливу частку раціону за І. Ф. Страутман, не були зареєстровані, тоді як *I. balthica* та *L. hookeri* збереглися як стабільні компоненти живлення.

3.2.3. Бичок кам'яний

Упродовж 2020, 2021, 2023 та 2024 років проаналізовано харчові грудки 309 особин бичка кам'яного, серед яких 170 самців і 139 самок. У складі раціону виявлено 24 таксони макрозообентосу, які представлені

ракоподібними, молюсками, олігохетами і поліхетами та молоддю бичків (Gobiidae). Основну частку живлення в усі сезони становили донні ракоподібні (амфіподи, ізоподи), олігохети (*Oligochaeta* spp.) та молюски, також відзначалось регулярне споживання молоді риб.

У 2020 р. було досліджено вміст харчових грудок 95 особин бичка кам'яного, з яких 51 становили самці та 44 – самки, і визначено 19 таксонів макрзообентосу. До складу живлення входили ракоподібні (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *I. balthica*, *A. ramondi*, *C. bonelli*, *L. hookeri*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *P. ocia*), молюски (*S. valvatoides*, *M. lineatus*, *C. glaucum*, *M. galloprovincialis*, *P. lineolata*, *L. mediterraneum*), представники олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхети (*F. stellaris*) та молодь бичків (Gobiidae) (додаток 12).

Навесні 2020 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 9 особин – 4 самці та 5 самок) виявлено 11 таксонів макрзообентосу та фрагменти бичків (Gobiidae). За частотою трапляння кормових об'єктів у раціоні переважали ракоподібні *A. ramondi* (66,7%), олігохети (*Oligochaeta* spp.) (55,6%), *S. valvatoides* (55,6%) та *I. balthica* (44,4%). За відотною масою в живленні домінували молодь бичків (Gobiidae) (34,8%) та *C. aestuarii* (29,6%), а за ІВЗ основними об'єктами живлення бичка кам'яного навесні були *C. aestuarii* (1168,3%) та *A. ramondi* (1120,3%).

Влітку 2020 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 67 особин – 36 самців та 31 самка) ідентифіковано 10 таксонів макрзообентосу та фрагменти бичків (Gobiidae). За частотою трапляння у раціоні переважали олігохети (*Oligochaeta* spp.) (80,6%), *S. valvatoides* (43,3%), *M. galloprovincialis* (28,4%), *C. glaucum* (28,4%). За відотною масою в *C. aestuarii* (36,0%), а за ІВЗ основними об'єктами живлення влітку були олігохети (*Oligochaeta* spp.) (2622,9%) та *S. valvatoides* (699,1%).

Восени 2020 р. раціон бичка кам'яного (досліджено 19 особин – 11 самців та 8 самок) включав 16 таксонів макрзообентосу та молодь бичків (Gobiidae). За частотою трапляння у раціоні переважали *M. longimanus*

(36,8%), *O. montagui* (31,6%) та олігохети (26,3%). За відотною масою переважали *C. aestuarii* (52,0%) та молодь бичків (12,9%), за ІВЗ основними об'єктами живлення бичка кам'яного восени були *C. aestuarii* (1571,4%) та поліхети *F. stellaris* (700,6%).

Протягом 2020 року найвищі показники ІВЗ належали *Oligochaeta* spp. (2622,9%), *C. aestuarii* (1571,4%) та *A. ramondi* (1120,3%), що робить їх важливими елементами в раціоні бичка кам'яного (додаток 12).

Найбільший ІТП раціону спостерігався між весняним і літнім періодами (76,9%), з відповідним ІХП – 82,3%, що вказує на значну стабільність кормової бази. Між літнім і осіннім періодами ІТП становив 47,4% при ІХП – 55,4%, тоді як весняний і осінній періоди демонстрували найнижчу подібність (ІТП – 45,0%, ІХП – 49,1%) (табл. 3.15).

У 2021 році проаналізовано вміст харчових грудок 54 особин бичка кам'яного – 33 самців і 21 самки. В раціоні риб ідентифіковано 20 таксонів макрозообентосу. Кормовий спектр охоплював ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *I. balthica*, *A. ramondi*, *C. bonelli*, *L. hookeri*, *P. olivii*, *M. palmata*, *D. spinosa*, *O. montagui*), молюсків (*S. valvatoides*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *C. glaucum*, *H. acuta*, *B. reticulatum*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молодь бичків (*Gobiidae*) (додаток 13).

Весною 2021 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 8 особин – 2 самці та 6 самок) виявлено 12 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння кормових об'єктів у раціоні переважали ракоподібні (*I. balthica* – 62,5% та *C. bonelli* – 50,0%) і поліхети (*F. stellaris* – 50,0%). За відотною масою в живленні бичка кам'яного найбільші показники мали молодь бичків (*Gobiidae*) (29,7%) та *A. improvisus* (23,9%), індекс відносної значущості показав, що найважливішими об'єктами живлення навесні були *I. balthica* (1364,4%) та *A. improvisus* (1153,1%).

Влітку 2021 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 27 особин – 20 самців та 7 самок) виявлено 10 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (Gobiidae). За частотою трапляння кормових об'єктів у раціоні переважали *Oligochaeta* spp. (55,6%), *S. valvatooides* (37,0%) та *M. galloprovincialis* (25,9%). За відносною масою велике значення мали *C. aestuarii* (54,1%) та бички (Gobiidae) (18,5%), за ІВЗ основними об'єктами були *Oligochaeta* spp. (1811,6%) та *C. aestuarii* (1425,6%).

Восени 2021 р. в живленні бичка кам'яного (досліджено 19 особин – 11 самців та 8 самок) виявлено 17 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). За частотою трапляння в раціоні переважали ракоподібні *P. olivii* (57,9%), *D. spinosa* (47,4%) та молюски *M. galloprovincialis* (42,1%). За відносною масою переважали *C. aestuarii* (45,6%) та молодь бичків (Gobiidae) (29,5%), за ІВЗ основними об'єктами живлення були *C. aestuarii* (1705,2%) та *P. olivii* (749,8%).

Протягом 2021 р. за ІВЗ найважливішими в раціоні були *Oligochaeta* spp. (1811,6%), *C. aestuarii* (1705,2%) та *I. balthica* (1364,4%), що свідчить про їх провідну роль у формуванні трофічної бази виду (додаток 13).

Раціони весняного та літнього періодів демонстрували найвищу таксономічну та харчову подібність (ІТП – 84,6%, ІХП – 57,5%). У літньо-осінній період ІТП знижувався до мінімального значення (45,0%), що відображає сезонні зрушення у біорізноманітті кормових об'єктів [17], водночас висока харчова подібність (ІХП – 77,2%) указує на збереження подібних пропорцій основних компонентів раціону (табл. 3.15).

У 2023 році проаналізовано харчові грудки 80 особин бичка кам'яного, із яких 38 самців та 42 самки. У складі раціону риб ідентифіковано 21 таксон макрозообентосу та молодь бичків (Gobiidae). Він включав ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *I. balthica*, *A. ramondi*, *C. bonelli*, *D. spinosa*, *O. montagui*, *M. longimanus*, *P. ocia*, *L. hookeri*, *P. olivii*, *M. palmata*), молюсків (*S. valvatooides*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*,

C. glaucum, *T. reticulata*, *L. mediterraneum*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молодь бичків (*Gobiidae*) (додаток 14).

Весною 2023 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 23 особини – 12 самців та 11 самок) виявлено 12 таксонів макрозообентосу та молодь бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння кормових об'єктів у раціоні переважали олігохети (*Oligochaeta* spp.) (52,2%) та ракоподібні (*A. improvisus* – 39,1% та *P. elegans* – 30,4%). За відотною масою найвищі показники мали молодь бичків (*Gobiidae*) (35,8%) та *A. improvisus* (25,9%), індекс відносної значущості найвищим був для *A. improvisus* (1488,8%) та олігохет (*Oligochaeta* spp.) (607,5%).

Влітку 2023 р. в складі харчових грудок бичка кам'яного (досліджено 39 особин – 15 самців та 24 самок) визначено 13 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння у раціоні переважали олігохети (*Oligochaeta* spp.) (41,0%) та ракоподібні (*C. aestuarii* – 23,1%). За відотною масою в живленні найбільше значення мали *C. aestuarii* (45,5%) та молодь бичків (*Gobiidae*) (25,7%), за ІВЗ основними об'єктами живлення були *C. aestuarii* (1270,2%) та олігохети (711,5%).

Восени 2023 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 18 особин – 11 самців та 7 самок) встановлено наявність 17 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (*Gobiidae*). За частотою трапляння у раціоні домінували поліхети *F. stellaris* (55,6%) та ракоподібні *I. balthica* (50,0%), *P. olivii* (44,4%). За відотною масою велике значення мали *C. aestuarii* (36,6%) та молодь бичків (31,2%), а за індексом відносної значущості основними об'єктами живлення бичка кам'яного восени були *C. aestuarii* (1191,5%) та *I. balthica* (849,8%).

Найвищі ІВЗ протягом 2023 року зафіксовано для *A. improvisus* (1488,8%), *C. aestuarii* (1270,2%) та *I. balthica* (849,8%), що свідчить про їх значущість як домінуючих компонентів живлення (додаток 14).

У 2023 році найближчу трофічну структуру раціонів відзначено між весняним та літнім періодами (ІТП – 58,8%; ІХП – 71,1%), натомість літньо-

осінній період характеризувалася найнижчим значенням ІТП (45,5%) при високому ІХП (75,9%), що свідчить про збереження схожих пропорцій основних кормових груп (табл. 3.15).

У 2024 році проаналізовано вміст шлунків 80 екземплярів бичка кам'яного, серед яких 48 становили самці та 32 – самки. У складі харчових грудок визначено 16 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (Gobiidae). Раціон складався з ракоподібних (*A. improvisus*, *P. elegans*, *C. aestuarii*, *I. balthica*, *A. ramondi*, *C. bonelli*, *P. olivii*, *M. longimanus*, *P. ocia*, *M. palmata*, *D. spinosa*), молюсків (*M. galloprovincialis*, *H. acuta*, *T. reticulata*), олігохет (*Oligochaeta* spp.), поліхет (*F. stellaris*) та молоді бичків (Gobiidae) (додаток 15).

Весною 2024 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 27 особин – 13 самців та 14 самок) зафіксовано 8 таксонів макрозообентосу та фрагменти бичків (Gobiidae). За частотою трапляння кормових об'єктів у раціоні переважали ракоподібні *A. ramondi* (44,4%), *I. balthica* (40,7%) та олігохети (37,0%). За відотною масою домінували молодь бичків (Gobiidae) (33,2%) та *A. improvisus* (29,5%). Індекс відносної значущості показав, що основними об'єктами живлення бичка кам'яного весною були *A. improvisus* (858,5%) та *I. balthica* (724,8%).

Влітку 2024 р. в складі харчових грудок бичка кам'яного (досліджено 32 особин – 23 самців та 9 самок) визначено 12 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). Показник частоти трапляння у раціоні найвищим був для олігохет (*Oligochaeta* spp.) (46,9%) та ракоподібних (*C. aestuarii* – 28,1% та *I. balthica* – 28,1%). За відотною масою найбільший показник мали *C. aestuarii* (37,8%) та молодь бичків (35,7%), за ІВЗ основними об'єктами живлення літку були *C. aestuarii* (1304,2%) та олігохети (787,3%).

Восени 2024 р. в харчових грудках бичка кам'яного (досліджено 21 особину – 12 самців та 9 самок) виявлено 14 таксонів макрозообентосу та фрагменти молоді бичків (Gobiidae). За частотою трапляння у раціоні

переважали ракоподібні (*C. bonelli* – 61,9% та *I. balthica* – 47,6%) і олігохети (*Oligochaeta* spp.) (52,4%). За відносною масою домінували *C. aestuarii* (41,9%) та молодь бичків (*Gobiidae*) (39,7%), ІВЗ також вказував на важливість у живленні цих харчових об'єктів (*C. aestuarii* – 1666,9%, молодь бичків – 1051,0%).

Взагалі в 2024 р. максимальні значення ІВЗ мали *C. aestuarii* (1666,9%), молодь бичків (*Gobiidae*) (1051,0%) та *C. bonelli* (965,3%), які стали основними складовими раціону бичка кам'яного (додаток 15).

Найвищу трофічну подібність зафіксовано між весняним та літнім періодами: ІТП становив 69,2%, а ІХП – 85,4%, що свідчить про значну схожість раціонів. Найнижчий рівень подібності спостерігався між весною та осінню (ІТП – 41,2%, ІХП – 70,2%). Між літнім та осіннім періодами ІТП становив 64,7%, а ІХП – 83,6%, що також вказує на виражену трофічну близькість (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка кам'яного між сезонами в Одеській затоці у 2020, 2021, 2023 та 2024 роках

Рік	Порівнювані сезони	ІТП (%)	ІХП (%)
2020	Весна-Літо	76,9	82,3
	Літо-Осінь	47,4	55,4
	Осінь-Весна	45,0	49,1
2021	Весна-Літо	84,6	57,5
	Літо-Осінь	45,0	77,2
	Осінь-Весна	47,6	56,1
2023	Весна-Літо	58,8	71,1
	Літо-Осінь	45,5	75,9
	Осінь-Весна	55,0	67,0
2024	Весна-Літо	69,2	85,4
	Літо-Осінь	64,7	83,6
	Осінь-Весна	41,2	70,2

Аналізуючи дані за весь чотирьох річний період спостережень, можна зробити висновок, що в весняний період у раціоні бичка кам'яного за ІВЗ домінували ракоподібні, зокрема *C. aestuarii*, *A. improvisus*, *I. balthica* та

A. ramondi, із суттєвою часткою олігохет (*Oligochaeta* spp.) і молюсків (*C. glaucum*, *M. lineatus*). У літній період зберігалось переважання ракоподібних, насамперед *C. aestuarii* та *I. balthica*, при зростанні ролі олігохет і молюсків (*M. galloprovincialis*, *C. glaucum*). Восени основними компонентами живлення були ракоподібні (*C. aestuarii*, *I. balthica*, *P. olivii*, *O. montagui*) та поліхети (*F. stellaris*), а також помітна частка молюсків (*T. reticulata*, *M. galloprovincialis*). Молодь бичків (*Gobiidae*) залишалась стабільним елементом раціону протягом усього року, що свідчить про гнучкість трофічної стратегії виду у відповідь на сезонні зміни структури бентосу в акваторії Одеської затоки.

Весняний сезон характеризувався найвищою таксономічною подібністю раціону бичка кам'яного між 2021 та 2023 роками (ІТП – 100,0%), при високому значенні ІХП – 85,8%. Це свідчить про стабільне перекривання кормових таксонів, передусім ракоподібних і молюсків. Натомість найнижчі значення ІТП та ІХП зафіксовані між 2021 та 2024 роками (69,2% та 78,2% відповідно).

Влітку протягом всього періоду досліджень максимальна таксономічна подібність простежувалася між 2020 і 2021 роками (ІТП – 100,0%; ІХП – 76,1%), що відображає близький склад кормової бази з домінуванням олігохет та амфіпод. Найнижчі показники таксономічної подібності зафіксовано між 2020 і 2023 роками (56,2%), а також 2021 і 2023 роками (56,2%), що, можливо, пов'язано з варіаціями у частці молюсків і поліхет в раціоні.

Восени протягом чотирьох років досліджень ІТП утримувався на помірно високому рівні упродовж усіх років дослідження, з максимальними значеннями між 2021 та 2023 роками (71,4%), що підкреслює відносну стабільність трофічної структури з домінуванням ракоподібних. Найменша подібність відзначена між 2020 та 2024 роками (ІТП – 45,5%; ІХП – 64,7%) і, можливо, пов'язана з різницею в домінуванні крабів і молоді бичків (*Gobiidae*) в раціоні (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Індекси таксономічної (ІТП) та харчової (ІХП) подібності раціонів бичка кам'яного між роками для весняного, літнього та осіннього періодів в Одеській затоці

Порівнювані роки	Весняний період		Літній період		Осінній період	
	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)	ІТП (%)	ІХП (%)
2020–2021	92,3	80,2	100,0	76,1	59,1	73,1
2020–2023	92,3	89,6	56,2	76,4	59,1	65,1
2020–2024	75,0	88,8	60,0	86,6	45,5	64,7
2021–2023	100,0	85,8	56,2	84,1	71,4	85,2
2021–2024	69,2	78,2	60,0	75,1	57,1	84,2
2023–2024	69,2	89,8	68,8	87,5	57,1	83,7

Раціон самців і самок бичка кам'яного впродовж усього періоду спостережень мав подібну трофічну структуру, хоча між сезонами простежувалися незначущі відмінності. Самки характеризувалися більшою часткою ракоподібних у раціоні, тоді як самці частіше споживали олігохет і поліхет (особливо навесні та восени), а також молюсків, споживання яких посилювалося в літній період. Молодь риб траплялась переважно в раціоні самок, тоді як у самців – лише в літній період.

У весняний період у самців в шлунках частіше траплялись олігохети (*Oligochaeta* spp.), а у самок – молюски (*S. valvatoides*, *C. glaucum*). Влітку вже в раціоні самців частіше траплялись молюски (*S. valvatoides*, *M. galloprovincialis*, *C. glaucum*), а у самки споживали більше олігохет (*Oligochaeta* spp.). Восени самці споживали більше поліхет (*F. stellaris*), а самки – молюсків (*M. lineatus*, *T. reticulata*). Рештки молоді риб (*Gobiidae*) траплялися у шлунках особин обох статей, причому в усі сезони їх частота була дещо вищою у самок.

Порівняно з ранніми дослідженнями, можна відзначити як спільні риси, так і суттєві зміни в трофічній структурі раціону бичка кам'яного. За І. Ф. Страутман [62], основу живлення виду становили ракоподібні (*I. balthica*, *L. hookeri*, *G. subtypicus*, *P. adspersus*) та поліхети (*A. succinea*), тоді як частка молюсків була другорядною; схожі результати отримували також В. В. Заморов і О. В. Коренюк [22]. За нашими даними своє значення в живленні бичка кам'яного зберегли *I. balthica* та *L. hookeri*, тоді як такі види

G. subtypicus, *P. adpersus* і *A. succinea* в раціоні не зустрічались. Натомість серед об'єктів живлення з'явилися *C. aestuarii*, *A. improvisus*, *P. olivii*, *O. montagui*, а також зросла роль молюсків (*C. glaucum*, *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*) та олігохет (*Oligochaeta* spp.). Таким чином, незважаючи на збереження загальної орієнтації на бентосних ракоподібних, видовий склад раціону зазнав помітних змін.

Зміни в раціоні бичків могли бути викликані трансформацією донної фауни під впливом евтрофікації, гіпоксії, кліматичних змін та інвазій у північно-західній частині Чорного моря. У період 1960–1990-х років бентосна фауна характеризувалася домінуванням поліхет, зокрема *A. succinea*, та молюсків через інтенсивне органічне збагачення [178]. Після 2000-х років, завдяки процесам деєвтрофікації, спостерігався зсув до збільшення частки ракоподібних, таких як *I. balthica* та олігохет, що сприяло відновленню трофічних ресурсів для бентофагів, зокрема бичків [48].

3.2.4. Трофічні зв'язки між бичком Пінчука, бичком рудим та бичком кам'яним

У весняний період встановлено найвищу подібність структури раціонів між досліджуваними видами, що було зумовлено домінуванням спільних таксонів ракоподібних, зокрема *C. aestuarii*, *P. elegans*, *I. balthica*, *L. hookeri* та *P. olivii*. Максимальні значення хачової подібності, індексу Хорна за частотою трапляння (ЧТ) та масою (М) зафіксовано для бичка Пінчука та бичка рудого (ІХП = 60,1%; індекс Хорна за ЧТ = 0,745, індекс Хорна за М = 0,766). Для бичка кам'яного характерною була підвищена частка *A. improvisus*, олігохет (*Oligochaeta* spp.), та молоді бичків (*Gobiidae*) (за частотою трапляння та відносною масою), що спричинило нижчі рівні подібності його раціону з іншими видами (бичок Пінчука та бичок кам'яний – ІХП = 38,1%, індекс Хорна за ЧТ = 0,597, індекс Хорна за М = 0,458; бичок рудий та бичок кам'яний: ІХП = 26,9%, індекс Хорна за ЧТ = 0,541, індекс Хорна за М = 0,284).

У літній період спостерігалися істотні відмінності у структурі раціонів трьох видів бичків. В живленні бичка Пінчука та бичка рудого зростала частка ракоподібних (*C. aestuarii*, *P. elegans*), що сприяло зближенню загальної структури їхніх раціонів: індекс Хорна був високим як за частотою трапляння (0,763), так і за масою (0,794). Водночас, значення ІХП залишалось помірним (54,0%) через різні величини відносної маси спільних таксонів ракоподібних, зокрема вищою часткою *C. aestuarii*, *I. balthica* та *P. elegans* у раціоні бичка Пінчука, тоді як у бичка рудого переважали дрібніші амфіподи та олігохети. Натомість живлення бичка кам'яного у літній період відрізнялось домінуванням олігохет (*Oligochaeta* spp.) та зменшеною масовою часткою ракоподібних, що зумовлювало істотні відмінності у структурі його раціону. Це позначилося на показниках харчової подібності: якщо між бичком кам'яним та бичком Пінчука ІХП становив 51,0%, що відповідає частковому перекриванню масових часток спільних таксонів, то між бичком кам'яним та бичком рудим значення ІХП було значно вищим (71,9%), що свідчить про більш виражене зближення масових фракцій раціону. Індeksi Хорна також відображали різний ступінь структурного перекривання між видами: для бичка кам'яного та бичка Пінчука значення становили 0,813 за частотою трапляння та 0,705 за масою, тоді як для бичка кам'яного та бичка рудого відповідно, 0,673 і 0,885.

Восени відзначено зближення раціонів бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного. Це було зумовлено збільшенням частки спільних ракоподібних (*C. aestuarii*, *I. balthica*, *P. elegans*) у їх живленні, а також підвищенням внеску дрібних амфіпод (*D. spinosa*, *O. montagui*) та поліхет (*F. stellaris*) у раціоні бичка кам'яного. Найвищий рівень харчової подібності за показником ІХП (59,1%) та індексом Хорна за масою (0,799) спостерігався між бичком Пінчука та бичком кам'яним, що пояснюється значною часткою відновленої маси спільних ракоподібних (*C. aestuarii*, *I. balthica*, *P. elegans*) та подібним розподілом їх часток за масою в раціонах. Індекс Хорна за частотою трапляння досягав максимального значення між бичком кам'яним

та бичком рудим (0,806), що зумовлено високою схожістю частотного розподілу ракоподібних (*D. spinosa*, *O. montagui*, *I. balthica*) та поліхет (*F. stellaris*), які траплялися в раціонах обох видів з подібною регулярністю (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Сезонна подібність раціонів бичків за індексами таксономічної та харчової подібності (ІТП, ІХП) і індексом Хорна за частотою трапляння(ЧТ) та масою (М) у 2020, 2021, 2023 та 2024 роках

Порівнювані види бичків	Сезон	Індекси таксономічної та харчової подібності раціонів			
		ІТП (%)	ІХП (%)	Індекс Хорна (ЧТ)	Індекс Хорна (М)
Бичок Пінчука / бичок рудий	Весняний	68,0	60,1	0,745	0,766
	Літній	44,8	54,0	0,763	0,794
	Осінній	69,2	42,2	0,731	0,631
Бичок Пінчука / бичок кам'яний	Весняний	40,7	38,1	0,597	0,458
	Літній	55,6	51,0	0,813	0,705
	Осінній	74,1	59,1	0,649	0,799
Бичок рудий / бичок кам'яний	Весняний	36,4	26,9	0,541	0,284
	Літній	54,5	71,9	0,673	0,885
	Осінній	80,0	49,0	0,806	0,638

Отримані результати засвідчують, що найбільш виражена потенційна трофічна конкуренція спостерігалась між бичком Пінчука та бичком рудим у весняний та частково літній періоди, коли їх раціони характеризувалися значним перекриванням за основними таксонами ракоподібних. Водночас бичок рудий відрізнявся найбільшою трофічною автономністю влітку та зближенням трофічних характеристик восени, що відображає сезонні зміни доступності кормової бази та різний ступінь гнучкості трофічних стратегій бичків у прибережній зоні Одеської затоки.

3.3. Добові ритми рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного

Оскільки активність риб пов'язана з добовим циклом світла-темряви, який є ключовим синхронізатором для циркадних ритмів [120; 154], виділено

періоди, кожен з яких характеризується своїм рівнем освітленості: нічний, ранковий, денний та вечірній [84] (табл. 3.18). За даними Українського гідрометеорологічного центру в період дослідження (з 02.07.2023 по 17.07.2023) схід сонця в Одесі відбувався в середньому о 5:14 ранку (діапазон 5:08–5:20), а захід – о 20:49 (діапазон 20:45–20:53), довжина дня становила близько 15,24–15,44 годин [78].

Таблиця 3.18

Поділ доби на періоди за характеристиками природного освітлення в Одесі (липень 2023)

Період спостережень	Часовий проміжок	Характеристика освітлення
Нічний період	00:00–05:00	Відповідає повній темряві
Ранковий період	05:00–08:00	Світанок і ранкове освітлення
Денний період	08:00–16:00	Повний день з максимальним освітленням
Вечірній період	16:00–00:00	Післяполуденне освітлення, сутінки та початок ночі

Отримані дані свідчать про виражену добову ритмічність у поведінці бичка Пінчука в штучних умовах існування (табл. 3.19, рис. 3.16, додаток 16). Загальна динаміка рухової активності демонструвала чітку залежність від часу доби, що узгоджується з концепцією циркадних ритмів [182]. У період з 00:00 до 07:00 реєструвалося поступове зростання активності, яке досягало піку в інтервалі 06:00–07:00 із середньою кількістю рухів $73,4 \pm 15,2$ за годину, що становило найвище значення за весь період спостережень. Після піку активність різко знижувалася, набуваючи мінімального рівня у проміжку 15:00–16:00 із середнім показником $22,1 \pm 4,8$ рухів за годину. Починаючи з 16:00, активність поступово зростала, коливаючись у межах 27,6–50,3 рухів за годину до завершення добового циклу, з вираженим підвищенням у проміжку 23:00–00:00 ($50,3 \pm 4,8$ рухів за годину). Нічний період рухової активності бичка Пінчука (00:00–05:00) характеризувався відносною стабільністю, коливаючись у межах 50,3–60,0 рухів за годину. Максимальні

показники фіксувались у проміжку між 01:00–02:00 і становили у середньому $60,0 \pm 6,7$ рухів за годину.

Таблиця 3.19

Середні значення рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного протягом доби (рух/год)

Час спостережень	Вид					
	Бичок Пінчука		Бичок рудий		Бичок кам'яний	
	Середні значення	Довірчий інтервал (95%)	Середні значення	Довірчий інтервал (95%)	Середні значення	Довірчий інтервал (95%)
00:00-01:00	54,69±5,61	51,58 – 57,80	31,73±4,27	29,36 – 34,10	38,83±5,99	35,51 – 42,15
01:00-02:00	60,02±6,69	56,31 – 63,73	26,63±3,68	24,59 – 28,67	46,45±8,43	41,78 – 51,12
02:00-03:00	51,83±9,20	46,73 – 56,93	31,15±3,97	28,94 – 33,36	43,15±8,26	38,57 – 47,73
03:00-04:00	50,27±8,00	45,84 – 54,70	33,22±3,72	31,16 – 35,28	40,71±6,45	37,14 – 44,28
04:00-05:00	53,97±4,94	51,23 – 56,71	31,29±4,11	29,01 – 33,57	39,88±4,72	37,26 – 42,50
05:00-06:00	71,70±8,76	66,84 – 76,56	31,64±4,53	29,13 – 34,15	41,27±4,21	38,94 – 43,60
06:00-07:00	73,43±15,24	64,99 – 81,87	49,76±5,81	46,54 – 52,98	45,34±5,31	42,39 – 48,29
07:00-08:00	71,67±11,33	65,39 – 77,95	51,02±4,94	48,28 – 53,76	41,93±4,80	39,27 – 44,59
08:00-09:00	60,98±9,26	55,85 – 66,11	59,71±4,46	57,24 – 62,18	44,28±3,09	42,57 – 45,99
09:00-10:00	61,44±7,79	57,12 – 65,76	52,89±4,61	50,33 – 55,45	58,00±4,20	55,67 – 60,33
10:00-11:00	45,93±7,98	41,51 – 50,35	49,39±4,78	46,74 – 52,04	57,77±5,74	54,59 – 60,95
11:00-12:00	30,73±4,12	28,45 – 33,01	51,02±4,55	48,49 – 53,55	65,07±4,11	62,79 – 67,35
12:00-13:00	35,77±4,87	33,07 – 38,47	48,08±5,45	45,06 – 51,10	59,11±3,36	57,25 – 60,97
13:00-14:00	30,89±3,52	28,94 – 32,84	49,71±5,22	46,82 – 52,60	56,37±6,02	53,04 – 59,70
14:00-15:00	26,77±5,98	23,46 – 30,08	48,28±4,46	45,81 – 50,75	44,18±7,41	40,08 – 48,28
15:00-16:00	22,09±4,77	19,45 – 24,73	60,65±4,91	57,93 – 63,37	42,29±3,83	40,17 – 44,41
16:00-17:00	27,56±3,08	25,85 – 29,27	61,68±4,94	58,94 – 64,42	28,33±2,85	26,75 – 29,91
17:00-18:00	38,78±9,99	33,24 – 44,32	59,43±4,81	56,76 – 62,10	24,62±1,42	23,83 – 25,41
18:00-19:00	31,47±3,56	29,50 – 33,44	51,49±4,51	48,99 – 53,99	20,88±2,72	19,37 – 22,39
19:00-20:00	37,67±7,38	33,58 – 41,76	51,60±4,73	48,98 – 54,22	19,11±1,91	18,05 – 20,17
20:00-21:00	39,96±6,90	36,14 – 43,78	39,04±3,77	36,95 – 41,13	27,03±4,08	24,77 – 29,29
21:00-22:00	37,48±5,22	34,59 – 40,37	22,44±3,14	20,70 – 24,18	27,10±3,03	25,42 – 28,78
22:00-23:00	38,12±4,14	35,83 – 40,41	18,78±3,14	17,04 – 20,52	26,89±6,90	23,07 – 30,71
23:00-00:00	50,31±4,80	47,65 – 52,97	23,04±3,83	20,92 – 25,16	44,33±6,03	40,99 – 47,67

Ранкові години (05:00–08:00) відзначались виразним зростанням активності, особливо інтенсивним у часовому відрізку від 05:00 до 07:00 години. Упродовж дня (08:00–16:00) спостерігалось поступове зниження інтенсивності рухів, яке досягло мінімальних значень в проміжку 15:00–16:00 ($22,1 \pm 4,8$ рухів за годину). Вечірній період (16:00–00:00) характеризувався

повторним підвищенням рівня активності, що стало особливо помітним після 23:00 (рис. 3.16). Високе стандартне відхилення в ранкові години (до 15,2 для загальної активності) може відображати індивідуальні відмінності риб або динамічність соціальних взаємодій у цей період [126]. Результати ANOVA підтверджують значущі відмінності між періодами, з вищою активністю в ранковому та нічному періодах порівняно з денним та вечірнім (додаток 16).

Дослідження циркадних ритмів рухової активності бичка рудого також виявило помітну добову циклічність у поведінці виду. У період з 00:00 до 08:00 рухова активність поступово зростала, досягаючи піку в інтервалі 08:00–09:00 із середнім значенням $59,7 \pm 4,5$ рухів за годину. Надалі активність дещо знижувалася, однак залишалася на високому рівні до інтервалу 16:00–17:00 ($61,7 \pm 4,9$ рухів за годину). Найнижчий рівень рухової активності був зафіксований у проміжку 22:00–23:00 із середнім значенням $18,8 \pm 3,1$ рухів за годину. Починаючи з 23:00, активність знову зростала, досягаючи $23,0 \pm 3,8$ рухів за годину у період 23:00–00:00, що вказувало на формування нового циклу (рис. 3.16, табл. 3.19, додаток 16).

У нічний період (00:00–05:00) добового циклу рухова активність бичка рудого перебувала на помірному рівні, варіюючи в межах 26,6–33,2 рухів за годину. Максимальні значення у цей час були зафіксовані між 03:00 та 04:00 годинами і становили в середньому $33,2 \pm 3,7$ рухів за годину. Ранкові години (05:00–08:00) характеризувалися виразним наростанням інтенсивності рухів, найбільш інтенсивним у проміжку 06:00–08:00. У денний період (08:00–16:00) реєструвалися стабільно високі показники активності, з піковими значеннями у проміжках 08:00–09:00 ($59,7 \pm 4,5$ рухів за годину) та 16:00–17:00 ($61,7 \pm 4,9$ рухів за годину). Вечірній період (16:00–00:00) супроводжувався поступовим зниженням рухової активності, що досягала мінімальних величин між 22:00 та 23:00 годинами ($18,8 \pm 3,1$ рухів за годину), після чого простежувалася тенденція до її відновлення (рис. 3.16). Результати ANOVA підтверджують значущі відмінності між періодами, з

вищою активністю в денному та ранковому порівняно з нічним та вечірнім (додаток 16).

Дослідження циркадних ритмів рухової активності бичка кам'яного демонструють виразну добову варіабельність у поведінці (рис. 3.16, табл. 3.19, додаток 16). У період з 00:00 до 07:00 рухова активність поступово зростала, досягаючи середнього значення $45,3 \pm 5,3$ рухів за годину в інтервалі 06:00–07:00. Після цього вона різко знижувалася, досягаючи найнижчого рівня у проміжку 19:00–20:00 із середнім показником $19,1 \pm 1,9$ руху за годину. Починаючи з 20:00, активність поступово підвищувалася, коливаючись у межах 27,0–44,3 рухів за годину до завершення добового циклу, з виразним підйомом у період 23:00–00:00 ($44,3 \pm 6,0$ рухів за годину).

У нічний період (00:00–05:00) добового ритму рівень рухової активності бичка кам'яного перебував на помірному рівні, варіюючи в межах 38,8–46,5 рухів за годину. Максимальні значення у цей час були зафіксовані у проміжку 01:00–02:00 та становили в середньому $46,5 \pm 8,4$ рухів за годину. Ранковий відтинок доби (05:00–08:00) характеризувався виразним підвищенням активності, найбільш інтенсивним у часовому інтервалі 05:00–07:00. У денні години (08:00–16:00) спостерігалось досягнення найвищих показників рухової активності, з піковими значеннями у проміжку 11:00–12:00 ($65,1 \pm 4,1$ рухів за годину). Надалі реєструвалося поступове зниження активності, що досягало мінімальних величин у період 19:00–20:00. (16:00–00:00) супроводжувався повторним збільшенням рухової активності, з вираженим підйомом після 22:00 (рис. 3.16). Результати ANOVA підтверджують значущі відмінності між періодами, з вищою активністю в денному порівняно з усіма іншими, а також у нічному та ранковому порівняно з вечірнім (додаток 16).

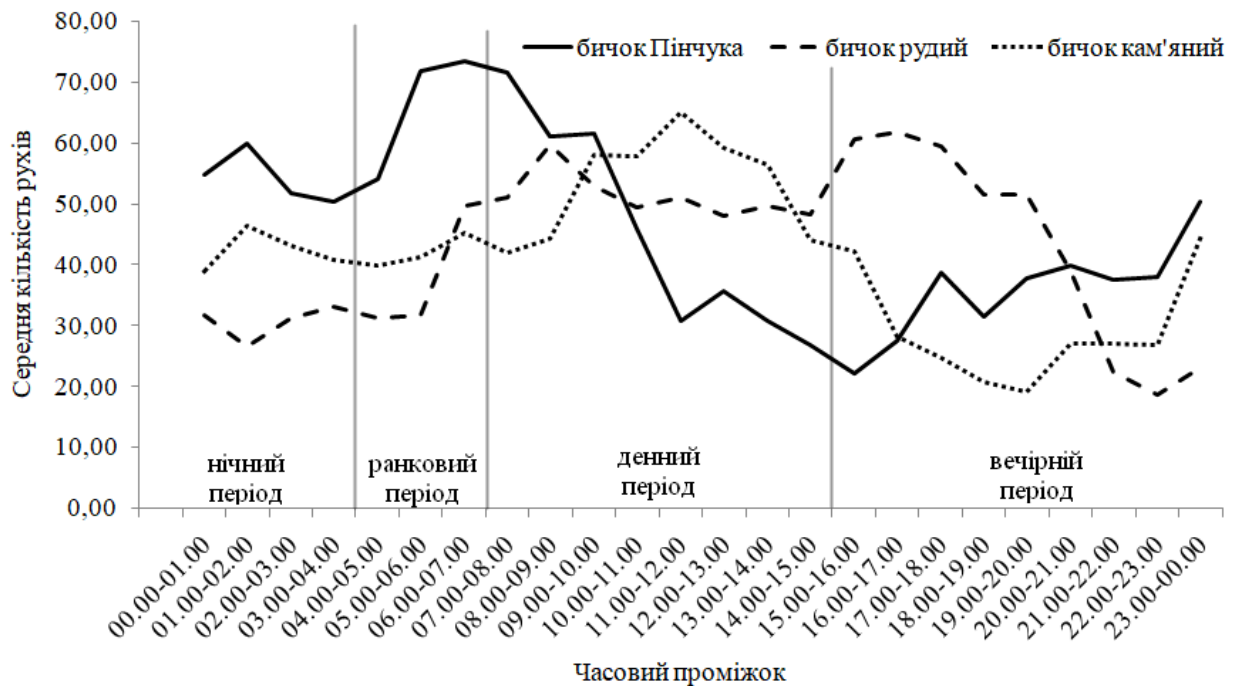


Рис. 3.16. Розподіл добової рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного за періодами освітлення

Бичок Пінчука, бичок кам'яний і бичок рудий є близькими видами [134], що співіснують у спільному біотопі Одеської затоки, де поділяють однакові умови природного освітлення. Дослідження їхньої добової рухової активності, яке проведене з 02.07.2023 р. по 17.07.2023 р., дозволяє підсумувати особливості циркадних ритмів цих видів і оцінити їхню схожість та відмінності, що відображають стратегії міжвидової конкуренції за ресурси в межах одного екологічного середовища [122; 142].

Для оцінки добових ритмів рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного ми використали Cosinor-аналіз (метод моделювання косинусоїдальної функції), з періодом 24 години. За цим методом визначено середній рівень активності (мезор), амплітуда коливань, та час доби з максимальними значеннями активності (акрофаза) [89; 146].

Бичок Пінчука мав значуще вищий мезор (на 12,5% вищий за бичка кам'яного) та найбільшу амплітуду добових коливань (на 35% вищу за добову амплітуду бичка кам'яного), що вказує на його більшу чутливість до циркадних ритмів і потенційно більшу адаптивність до змін середовища

[152]. Бичок кам'яний мав найнижчий мезор і амплітуду, що свідчить про його більш стабільну, але менш ритмічну активність, можливо, через меншу залежність від добових циклів освітлення [182]. Бичок рудий займав проміжне положення, з помірними коливаннями, наближеними до кам'яного. Зсув в акрофазі показав значущу відмінність між усіма видами – бичок Пінчука демонстрував нічний тип активності, а бичок рудий та бичок кам'яний – денний, що може відображати уникнення конкуренції [99; 182] (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Ключові параметри Cosinor-аналізу рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного

Параметр	Бичок Пінчука	Бичок рудий	Бичок кам'яний
Мезор (середня активність, рухи/год)	45,98	43,07	40,95
Амплітуда (інтенсивність коливань, рухи/год)	18,42	15,22	13,66
Акрофаза (час піку активності, години)	4:58	12:35	9:09
R ² (якість моделі)	0,77	0,68	0,60

Усі три види демонстрували чітку добову періодичність, синхронізовану з природним світловим циклом. Бичок Пінчука досягає піку рухової активності о 06:00–07:00, з мінімумом о 15:00–16:00. Нічна активність досягає максимуму о 01:00–02:00, ранковий період характеризується різким підвищенням активності, денний – спадом, а вечірній – відновленням рухливості о 23:00–00:00 (табл. 3.19).

Бичок рудий відрізняється двома піками рухової активності – о 08:00–09:00 та 16:00–17:00, з мінімумом о 22:00–23:00. Нічна активність нижча, ніж у двох інших видів і досягає максимуму о 03:00–04:00 години, у ранковий і денний періоди бичок виявляє стабільну активність, а вечірній період характеризується спадом із відновленням зростання активності о 23:00–00:00 (табл. 3.19).

Бичок кам'яний має пік активності о 11:00–12:00 годині, мінімум – о 19:00–20:00. Нічна активність досягає максимуму о 01:00–02:00, ранковий період показує помірне зростання активності о 06:00–07:00, денний – високі показники рухової активності, а вечірній – спад із зростанням о 23:00–00:00 годині (табл. 3.19).

Таким чином, спільними рисами є чітка ритмічність, помірна нічна активність із піками в першій половині ночі, зростання активності вранці та її відновлення наприкінці доби. Проте види різняться за часом і інтенсивністю максимальних та мінімальних показників.

Для оцінки відмінностей у руховій активності видів бичків за періодами доби ми застосували дисперсійний аналіз (ANOVA) [152] (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) середньої рухової активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного за періодами доби

Період	Середнє значення рухової активності (рухів/год)			<i>F</i> -критерій	<i>p</i> -значення	Висновок
	Бичок Пінчука	Бичок рудий	Бичок кам'яний			
Нічний	54,16	30,81	41,80	70,12	$p < 0,05$	Значущі відмінності
Ранковий	72,27	44,14	42,84	20,17	$p < 0,05$	Значущі відмінності
Денний	39,32	52,47	53,38	4,52	$p < 0,05$	Значущі відмінності
Вечірній	37,67	40,94	27,29	2,98	$p > 0,05$	Незначущі відмінності

Для уточнення міжвидових відмінностей у руховій активності після значущого ANOVA (табл. 3.21) застосовано пост-хок тест Тьюкі HSD. Він виявив парні значущі відмінності в нічний, ранковий та денний періоди, тоді

як у вечірній – відмінності були відсутні (табл. 3.22), що підтверджує часову сегментацію активності.

Таблиця 3.22

Результати тесту Тьюкі HSD для порівняння рухової активності видів бичків за періодами доби

Період доби	Пара порівняння	Різниця між середніми значеннями (рухів/год)	<i>p</i> -рівень	Висновок
Нічний	Пінчука / рудий	23,35	< 0,05	Значуще вища активність бичка Пінчука
	Пінчука / кам'яний	12,36	< 0,05	Значуще вища активність бичка Пінчука
	Рудий / кам'яний	-11,0	< 0,05	Значуще вища активність бичка кам'яного
Ранковий	Пінчука / рудий	28,13	< 0,05	Значуще вища активність бичка Пінчука
	Пінчука / кам'яний	29,43	< 0,05	Значуще вища активність бичка Пінчука
	Рудий / кам'яний	1,3	> 0,05	Різниця в активності не значуща
Денний	Пінчука / рудий	-13,15	< 0,05	Значуще вища активність бичка рудого
	Пінчука / кам'яний	-14,06	< 0,05	Значуще вища активність бичка кам'яного
	Рудий / кам'яний	-0,91	> 0,05	Різниця в активності не значуща
Вечірній	Пінчука / рудий	-3,27	> 0,05	Різниця в активності не значуща
	Пінчука / кам'яний	10,38	> 0,05	Різниця в активності не значуща
	Рудий / кам'яний	13,65	> 0,05	Різниця в активності не значуща

У нічний період активність усіх трьох видів бичків мала значущі відмінності. Найбільш рухливий був бичок Пінчука (в середньому 54,2

рухів/год), перевищуючи за активністю бичка кам'яного (в середньому 42,8 рухів/год) та бичка рудого (в середньому 30,8 рухів/год).

В ранковий період найбільшу рухову активність також мав бичок Пінчука (в середньому 72,3 рухів/год), вона значуще відрізнялась від активності бичка рудого (в середньому 44,2 рухів/год) та бичка кам'яного (в середньому 42,8 рухів/год). Водночас загальна активність бичка рудого та бичка кам'яного не мала значущих відмінностей. У денний період бичок Пінчука мав нижчу активність (в середньому 39,3 рухів/год), яка значуще відрізнялася від вищої активності бичка рудого (в середньому 52,5 рухів/год) та бичка кам'яного (в середньому 53,4 рухів/год). Водночас, денна активність рудого та кам'яного бичків була подібною і не мала значущої різниці. У вечірній період значущих відмінностей в активності бичків не спостерігалось (табл. 3.22).

Ці відмінності можуть пояснюватись міжвидовою конкуренцією, яка зумовлює часову сегментацію активності для ефективного розподілу ресурсів у спільному біотопі [121]. Ранкова активність бичка Пінчука, денна – у бичка кам'яного і бичка рудого, але розподілена на різні години, дозволяють уникати прямого збігу пікових періодів, зменшуючи конкуренцію за їжу чи простір [101]. Таким чином, циркадні ритми цих видів відображають адаптивні стратегії, що забезпечують їхнє співіснування в одному екологічному середовищі.

3.4. Прояв внутрішньовидової агресивної активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного

Серед рухів, які ми фіксували при дослідженні загальної активності бичків в лабораторних умовах, була частка, яку можна інтерпретувати як внутрішньовидова агресивна поведінка (в подальшому – агресивна поведінка). Критерієм для визначення такого типу поведінки слугувало наближення однієї особини (потенційного агресора) до іншої (потенційної жертви), що викликало реакцію останньої у вигляді переміщення на певну

відстань, тим самим підтверджуючи статус жертви та домінування агресора, причому наявність чи відсутність фізичного контакту не бралася до уваги [87; 159]. Інтенсивність агресивності оцінювалась у відсотковому співвідношенні агресивної активності до загальної рухової активності [79].

Результати дослідження демонструють добові ритми агресивної поведінки бичків, що синхронізуються з природним фотоперіодом як зовнішнім стимулом циркадних ритмів (рис. 3.17).

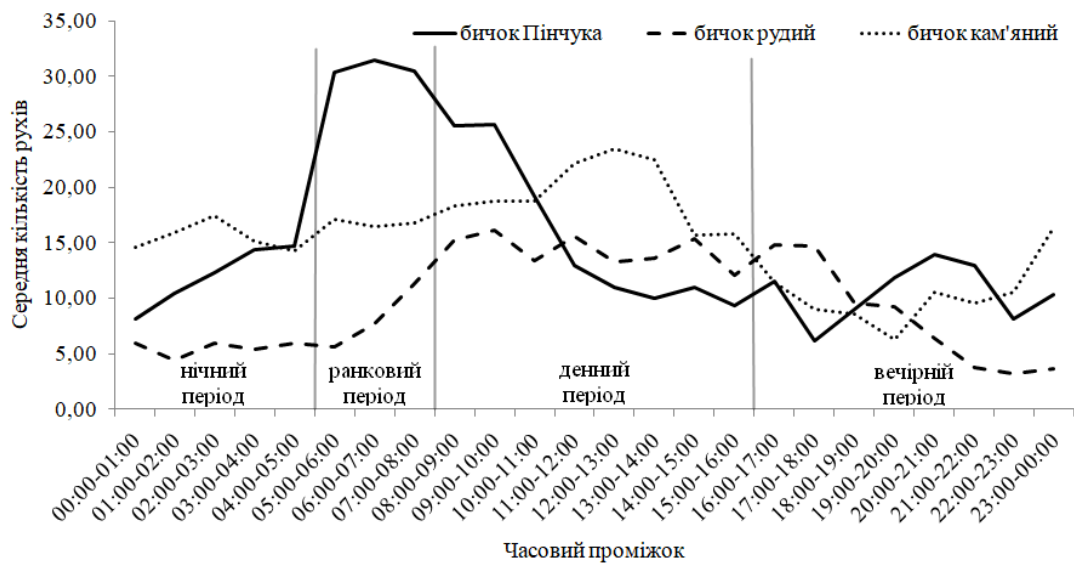


Рис. 3.17. Розподіл внутрішньовидової агресивної активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного за періодами освітлення протягом доби

Максимальні значення агресивної активності бичка Пінчука спостерігалися в ранковий та вечірній періоди, тоді як нічні та денні періоди характеризувалися її зниженням. Найвища агресивна активність зафіксована в інтервалі 06:00–07:00 (31,5 рухів/год, інтенсивність агресивності 42,9%), вечірній пік агресивності припав на 20:00–21:00 (14,0 рух/год, інтенсивність агресивності 35,0%). Найнижча агресивна активність спостерігалася в нічний (інтервал 00:00–01:00, 8,2 рухів/год, інтенсивність агресивності 14,9%) та денний періоди (інтервал 12:00–13:00, 11,0 рухів/год, інтенсивність агресивності 30,6%) (табл. 3.22).

Періоди зниженої агресивної активності (00:00–05:00 та 12:00–16:00) відповідають циркадним фазам спокою, характерним для деяких морських

видів [96; 126], а зниження інтенсивності агресивності у нічні години (до 14,9%) відображає адаптацію до періоду, коли соціальні взаємодії мінімізуються [75].

Агресивна активність бичка рудого також варіювала залежно від часу доби, досягаючи піків у денні години та знижуючись у нічні та ранкові періоди. Найвища агресивна активність спостерігалася протягом денного періоду, найбільшою вона була в інтервалі 14:00–15:00 (15,3 рухів/год, інтенсивність 31,8%), тоді як найнижча активність спостерігалася в нічний період в інтервалі 22:00–23:00 (3,3 рухів/год, інтенсивність 17,3%) (табл. 3.22). На відміну від бичка Пінчука, у якого піки агресивності припадають на ранкові години (до 42,9% інтенсивності), бичок рудий демонстрував максимальну агресивність у денний період, що може бути пов'язано з його екологічними особливостями [126]. Низька інтенсивність агресивності (до 31,8%) порівняно з бичком Пінчука (до 42,9%) свідчить про менш агресивну поведінку бичка рудого, що може бути адаптацією до існування в одній екологічній ніші з іншими агресивними видами [105; 167].

Середня кількість агресивних рухів бичка кам'яного варіювала залежно від часу доби, досягаючи піків у денні години та знижуючись у вечірні та нічні періоди. Найвища агресивна активність спостерігалася в денний період в інтервалі 12:00–13:00 (23,5 рухів/год, інтенсивність 39,8%) та 13:00–14:00 (22,5 рухів/год, інтенсивність 39,9%). Найнижча агресивна активність зафіксована в вечірній період в інтервалі 19:00–20:00 (6,3 рухів/год, інтенсивність 32,9%) (табл. 3.23). Для оцінки значущості відмінностей в агресивній активності між періодами доби (нічний, ранковий, денний, вечірній) для кожного виду окремо було проведено дисперсійний аналіз (ANOVA) та тест Тьюкі HSD для парних порівнянь [153]. Для бичка Пінчука спостерігалась вища агресивна активність у ранковий період порівняно з іншими, що може вказувати на адаптацію до посилення соціальних взаємодій після нічного спокою.

Таблиця 3.23

Середні показники агресивної активності (рух/год) та інтенсивності агресивності (%) бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного протягом доби

Час спостережень	Бичок Пінчука		Бичок рудий		Бичок кам'яний	
	Агресивна активність	Інтенсивність агресивності	Агресивна активність	Інтенсивність агресивності	Агресивна активність	Інтенсивність агресивності
00:00-01:00	8,2 ± 1,0	14,9	5,9 ± 0,7	18,7	14,6 ± 1,0	37,6
01:00-02:00	10,5 ± 1,5	17,5	4,4 ± 0,4	16,6	15,9 ± 1,9	34,2
02:00-03:00	12,3 ± 1,8	23,8	6,0 ± 0,7	19,2	17,4 ± 1,6	40,4
03:00-04:00	14,3 ± 1,8	28,5	5,4 ± 0,6	16,4	15,1 ± 0,9	37,2
04:00-05:00	14,7 ± 1,8	27,2	5,9 ± 0,3	19,0	14,3 ± 1,1	35,9
05:00-06:00	30,4 ± 4,2	42,4	5,6 ± 0,4	17,7	17,1 ± 1,3	41,5
06:00-07:00	31,5 ± 4,2	42,9	7,7 ± 0,3	15,5	16,5 ± 1,7	36,3
07:00-08:00	30,4 ± 3,9	42,5	11,3 ± 0,6	22,1	16,8 ± 1,0	40,0
08:00-09:00	25,5 ± 3,5	41,9	15,2 ± 0,8	25,5	18,3 ± 1,5	41,3
09:00-10:00	25,7 ± 3,6	41,9	16,2 ± 1,1	30,7	21,0 ± 2,3	36,3
10:00-11:00	19,2 ± 3,3	41,8	14,5 ± 0,8	29,3	21,0 ± 2,3	36,4
11:00-12:00	12,9 ± 2,2	42,0	13,8 ± 0,7	27,0	19,4 ± 2,4	29,8
12:00-13:00	11,0 ± 2,2	30,6	13,2 ± 0,5	27,5	23,5 ± 3,0	39,8
13:00-14:00	10,0 ± 2,2	32,5	13,6 ± 0,6	27,3	22,5 ± 2,8	39,9
14:00-15:00	11,0 ± 2,2	41,2	15,3 ± 0,6	31,8	15,7 ± 2,1	35,5
15:00-16:00	9,4 ± 1,8	42,4	12,1 ± 0,6	19,9	15,8 ± 1,9	37,4
16:00-17:00	11,5 ± 2,3	41,8	14,8 ± 0,6	24,0	11,4 ± 1,7	40,4
17:00-18:00	6,2 ± 1,3	15,9	14,8 ± 0,9	24,8	9,1 ± 1,4	36,8
18:00-19:00	9,0 ± 2,2	28,5	9,5 ± 0,6	18,5	8,6 ± 1,4	41,1
19:00-20:00	11,9 ± 2,2	31,6	9,2 ± 0,6	17,8	6,3 ± 1,1	32,9
20:00-21:00	14,0 ± 1,6	35,0	6,4 ± 0,4	16,4	10,6 ± 1,6	39,2
21:00-22:00	12,9 ± 2,5	34,5	3,8 ± 0,3	17,0	9,6 ± 1,4	35,3
22:00-23:00	8,1 ± 1,8	21,2	3,3 ± 0,3	17,3	10,5 ± 1,5	39,0
23:00-00:00	10,3 ± 1,5	20,5	3,6 ± 0,3	15,7	16,3 ± 1,7	36,9

У бичка рудого агресивність підвищувалась в денний період, тоді як для бичка кам'яного характерна стабільність між ранковим та денним періодами з вищим рівнем агресивної поведінки у денний час порівняно з вечірнім та нічним періодами (додаток 16).

Для оцінки відмінностей у агресивній активності видів бичків за періодами доби ми також застосували дисперсійний аналіз (ANOVA) [153].

У всіх періодах доби виявлено статистично значущі відмінності в рівні внутрішньовидової агресивної активності між видами (p -рівень < 0,05 для кожного періоду) (табл. 3.24, додаток 17).

Таблиця 3.24

Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) середньої агресивної активності бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного за періодами доби

Період	Середнє значення агресивної активності (рухів/год)			F-критерій	p-рівень	Висновок
	Бичок Пінчука	Бичок рудий	Бичок кам'яний			
Нічний	12,00	5,55	15,47	546,75	< 0,05	Значущі відмінності
Ранковий	30,77	8,20	16,79	327,35	< 0,05	Значущі відмінності
Денний	15,59	14,22	19,65	68,44	< 0,05	Значущі відмінності
Вечірній	10,48	8,17	10,30	16,90	< 0,05	Значущі відмінності

Для виявлення відмінностей середніх значень агресивності між групами ми застосували тест Тьюкі HSD (Honestly Significant Difference) [74]. У нічний період усі пари видів демонстрували значущі відмінності в агресивності – бичок кам'яний був найагресивнішим, тоді як бичок рудий – найменш агресивним. У ранковий період, коли усі пари видів також мали значущі відмінності, вищу агресивність порівняно з іншими видами виявляв бичок Пінчука. У денний період значущі відмінності від двох інших видів мала агресивність бичка кам'яного – він виявився найбільш агресивним, тоді як бичок Пінчука та бичок рудий демонстрували подібний рівень агресивності. У вечірній період значущу відмінність в агресивній поведінці демонстрував менш агресивний бичок рудий, тоді як бичок кам'яний та бичок Пінчука демонстрували подібний вищий рівень агресії (табл. 3.25, додаток 17). Порівняно з бичком Пінчука, який демонстрував максимальну агресивність у ранковий період, бичок рудий та бичок кам'яний виявляли максимальну агресивну активність у денний період. Інтенсивність агресивності бичка кам'яного (39,9%) була близькою до бичка Пінчука (42,9%), але її прояв відбувався у денний період, коли агресивна активність бичка Пінчука спадала.

Таблиця 3.25

Результати тесту Тьюкі (Tukey HSD) для порівняння агресивної активності видів бичків за періодами доби

Період доби	Пара порівняння	Різниця між середніми значеннями	<i>p</i> -рівень	Висновок
Нічний період (00:00–05:00)	Бичок Пінчука / бичок рудий	6,45	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок Пінчука / бичок кам'яний	–3,47	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок рудий / бичок кам'яний	-9,92	< 0,05	Значуща відмінність
Ранковий період (05:00–08:00)	Бичок Пінчука / бичок рудий	22,57	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок Пінчука / бичок кам'яний	13,98	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок рудий / бичок кам'яний	–8,59	< 0,05	Значуща відмінність
Денний період (08:00–16:00)	Бичок Пінчука / бичок рудий	1,37	> 0,05	Не значуща відмінність
	Бичок Пінчука / бичок кам'яний	–3,85	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок рудий / бичок кам'яний	– 5,22	< 0,05	Значуща відмінність
Вечірній період (16:00–00:00)	Бичок Пінчука / бичок рудий	2,31	< 0,05	Значуща відмінність
	Бичок Пінчука / бичок кам'яний	0,19	> 0,05	Не значуща відмінність
	Бичок рудий / бичок кам'яний	-2,13	< 0,05	Значуща відмінність

Бичок рудий не виявляв різких коливань агресивної поведінки, що може бути пов'язано з менш вираженою територіальною конкуренцією або з менш агресивною поведінковою стратегією, яка може сприяти співіснуванню з іншими видами в донних іхтіоценозах [83; 115].

Для кількісної оцінки ступеня кореляції між агресивною активністю та загальною активністю кожного виду в залежності від періоду доби ми застосували кореляційний аналіз Пірсона [74] (табл. 3.26).

Для бичка Пінчука значення коефіцієнта кореляції Пірсона (*r*) в ранковий (*r* = 1,00) та денний період (*r* = 0,97) свідчить про значущу позитивну кореляцію між загальною та агресивною активністю (*p* < 0,05).

Таблиця 3.26

Коефіцієнти кореляції Пірсона (r) між загальною та агресивною активністю для бичка Пінчука, бичка рудого та бичка кам'яного у різні періоди доби

Період доби	Бичок Пінчука		Бичок рудий		Бичок кам'яний	
	r	p -рівень	r	p -рівень	r	p -рівень
Нічний період (00:00–05:00)	–0,51	$> 0,05$	0,77	$> 0,05$	0,65	$> 0,05$
Ранковий період (05:00–08:00)	1,00	$< 0,05$	0,81	$> 0,05$	–0,93	$> 0,05$
Денний період (08:00–16:00)	0,97	$< 0,05$	–0,17	$> 0,05$	0,76	$< 0,05$
Вечірній період (16:00–00:00)	–0,01	$> 0,05$	0,96	$< 0,05$	0,98	$< 0,05$

В ранковий період, коли агресивна активність сягає 30,8 рух/год з інтенсивністю 42,6%, позитивна кореляція свідчить про те, що зростання загальної активності безпосередньо провокує агресивні взаємодії. У нічному періоді агресивність нижча (12,0 рух/год, інтенсивність 22,4%), з незначущою зворотною кореляцією ($r = -0,51$, $p > 0,05$), що може бути адаптацією до зменшення освітленості, коли поведінковий фокус зміщується на уникнення загроз.

Бичок рудий мав нижчу агресивність порівняно з іншими (інтенсивність 15,7–31,8%), з максимальним значенням у денний період (15,3 рух/год), але без значущої кореляції ($r = -0,17$, $p > 0,05$). Він виявляв позитивну значущу кореляцію лише у вечірній період ($r = 0,96$, $p < 0,05$) з агресивністю 8,2 рух/год (інтенсивність 18,9%), що свідчить про те, що агресивність зростала разом з активністю саме ввечері, можливо, для захисту укриттів перед нічним періодом. Подібні добові особливості конкуренції за укриття відзначені в інших понто-каспійських видів [81; 103].

Бичок кам'яний демонстрував значущу кореляцію між загальною активністю та агресивністю лише в денний ($r = 0,76$; $p < 0,05$) та вечірній ($r = 0,98$; $p < 0,05$) періоди, що свідчить про посилення агресивних взаємодій за

умов природного освітлення. Водночас агресивність сягала максимальних значень саме в денний період (23,5 рух/год, інтенсивність 39,8%), тоді як у вечірній і нічний періоди вона знижувалася. У нічний період ця кореляція була не значущою ($r = 0,65$; $p > 0,05$).

Ранкове підвищення агресивної активності у бичків може бути пов'язано з активацією метаболічних процесів після нічного спокою, коли вони вступають у соціальні взаємодії, такі як конкуренція за територію чи ресурси. У корейського окуня *Sebastes schlegeli* встановлено зв'язок між інтенсивністю метаболізму та схильністю до агресії [82], а молодь атлантичного лосося *Salmo salar*, яка мала вищий рівень метаболізму серед однолітків, проявляла збільшену агресивність [90].

Висока інтенсивність агресивності у ранковий час також може відігравати важливу роль у встановленні ієрархії в групі. Дослідження Меткалфа, Тейлора та Торпа виявило позитивний зв'язок між стандартним рівнем метаболізму та ієрархічним статусом у молоді атлантичного лосося [128], а у бичків *Lythrypnus dalli* агресивна поведінка є визначальною для формування та підтримки ієрархії [158]. Вітмен і Коте [176] відмічають значення конфліктних взаємодій для бичків *Elacatinus prochilos*, які призводять до формування стабільних соціальних ієрархій [176].

Вечірні піки активності, які менш виражені, можуть бути пов'язані зі змінами освітлення, зокрема переходом від світлої до темної фази доби. Дослідження на прикладі *Dicentrarchus labrax* показали, що вечірня активність синхронізується з фотоперіодом, регулюючи ритми життєдіяльності [85; 154].

Низька інтенсивність агресивності бичка рудого та бичка кам'яного, порівняно з бичком Пінчука, може бути адаптацією до уникання прямої конкуренції з більш агресивними та активними видами. Близькоспоріднені види, які займають подібні екологічні ніші, зміщують періоди активності, щоб зменшити конкуренцію та агресивні взаємодії [168].

Ми припускаємо, що відмінності в агресивній активності зумовлені зміщенням періодів активності для уникнення конкуренції, роллю в соціальних ієрархіях та циркадними ритмами. Бичок Пінчука та бичок кам'яний демонструють вищу агресивність через екологічні переваги, тоді як бичок рудий адаптується до менш конкурентних ніш.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз розмірно-вікової характеристики, вікового та статевого складу трьох видів бичків (*Ponticola cephalargoides*, *Ponticola eurycephalus*, *Ponticola ratan*) виявив у них чотири вікові групи (1+ – 4+). Для *P. cephalargoides* домінує група 3+ (до 91,4% у самців, до 79,2% у самок). Для *P. eurycephalus* домінують групи 2+ (до 44,2% у самців і до 42,0% у самок) та 3+ (до 33,4% у самок і до 25,1% самців). Для *P. ratan* домінують групи 2+ (до 58,6% у самців і до 63,6% у самок) та 3+ (до 35,7% у самок). Статевий склад близький до паритету (1:1 для всіх видів), що свідчить про стабільність субпопуляцій (на основі домінування старших вікових груп та відсутності значного зміщення в статевому співвідношенні).
2. Параметри росту за формулою Гекслі свідчать про негативну алометрію для більшості груп риб ($b < 3$), за винятком самців *P. eurycephalus* ($b = 3,1$), що вказує на інтенсивніше збільшення маси відносно довжини порівняно з самцями *P. cephalargoides* ($b = 2,749$) та *P. ratan* ($b = 2,875$), де маса зростає повільніше. За моделлю фон Берталанфі *P. cephalargoides* демонструє найвищу швидкість зростання ($k = 0,35\text{--}0,40$), досягаючи $L_{\infty} = 22,0\text{--}24,0$ см, тоді як *P. eurycephalus* має найнижчу $k = 0,16\text{--}0,18$ при подібному $L_{\infty} = 22,0\text{--}25,5$ см, а *P. ratan* займає проміжне положення ($k = 0,19\text{--}0,21$, $L_{\infty} = 22,1\text{--}25,4$ см), що відображає швидше статеве дозрівання *P. cephalargoides*. Природна смертність вища у самок усіх видів (0,78–0,85 для *P. cephalargoides* проти 0,69–0,75 у самців; 0,76–0,82 для *P. eurycephalus* проти 0,67–0,80 у самців; 0,82–0,84 для *P. ratan* проти 0,67–0,80 у самців). Найвищі значення мали *P. cephalargoides* (0,69 у самців та 0,85 у самок) та *P. ratan* (0,67 у самців та 0,84 у самок), порівняно з відносно меншими для *P. eurycephalus* (0,67 у самців та 0,82 у самок), що може бути пов'язано з вищим репродуктивним навантаженням самок і екологічною конкуренцією видів. Асимптотична маса самців *P. cephalargoides* становить 149 г, самок

– 125 г, що свідчить про виражений статевий диморфізм із перевагою самців. У *P. eurycephalus* асимптотична маса самців оцінюється у 180 г, самок – у 130 г, що вказує на подібне домінування самців за параметрами росту маси, проте з більшими максимальними значеннями порівняно з *P. cephalargoides*. У *P. ratan* асимптотична маса самців також є вищою і становить 167 г, у самок – 126 г, що є проміжними показниками серед досліджуваних видів бичків.

3. Усі три види бичків є бентофагами з раціоном, що включає 24–25 таксонів макрозообентосу. В живленні усіх трьох видів домінували ракоподібні (*Carcinus aestuarii*, *Idotea balthica*, *Pectenogammarus olivii*) та молюски (*Mytilus galloprovincialis*, *Cerastoderma glaucum*). За сезонними змінами вцілому для всіх трьох видів бичків в їх харчових грудках переважали: ракоподібні навесні (ІВЗ = 1100–2500%), олігохети влітку (ІВЗ = 500–1900%) та поліхети восени (ІВЗ = 700–1800%). Міжстатеві відмінності слабо виражені (самці частіше споживають ракоподібних, самки – молюсків та поліхет). Опріснення Одеської затоки після руйнування Каховської греблі у 2023 році спричинило зміни в структурі бентосу, що призвело до деякої зміни раціонів бичків.
4. Трофічні зв'язки між видами характеризуються потенційною конкуренцією, найбільш вираженою між *P. cephalargoides* та *P. eurycephalus* навесні та влітку (ІХП = 60,1% та 71,9% відповідно, індекс Хорна = 0,745 та 0,885 відповідно), зумовленою перекриванням раціонів за ракоподібними, але добові ритми активності свідчать про розмежування ніш, що знижує рівень реалізованої конкуренції. *P. ratan* виявляє більшу трофічну автономність влітку, але зближення восени з *P. cephalargoides* та *P. eurycephalus* (ІХП = 59,1% з *P. cephalargoides*, ІХП = 49,0% з *P. eurycephalus*; індекс Хорна = 0,799 та 0,806 відповідно). Загалом, сезонні зсуви в раціонах усіх трьох видів бичків (ІТП = 45,5–100,0%, ІХП = 64,7–85,8%) сприяють розмежуванню ніш і зниженню конкуренції, що є ключовим механізмом співіснування в прибережних екосистемах.

5. Добові ритми рухової активності відрізняються між видами: нічно-ранковий тип у *P. cephalargoides* (пік 73,4 рухи/год о 06:00–07:00), денно-вечірній у *P. eurycephalus* (піки 59,7 та 61,7 рухи/год о 08:00–09:00 та 16:00–17:00 відповідно) та денний у *P. ratan* (пік 65,1 рухи/год о 11:00–12:00). За Cosinor-аналізом, мезор та амплітуда найвищі у *P. cephalargoides*, що вказує на більшу чутливість до циркадних циклів. Міжвидові відмінності статистично значущі (ANOVA, $p < 0,05$; тест Тьюкі HSD), відображають адаптації для уникнення конкуренції через часову сегментацію активності.
6. Внутрішньовидова агресивна поведінка всіх трьох видів бичків характеризується вираженою добовою ритмічністю, синхронізованою з природним фотоперіодом. Спостерігаються значущі відмінності у максимальних значеннях агресивної активності протягом доби: у *P. cephalargoides* в ранковий період (31,5 рухів/год о 06:00–07:00, інтенсивність 42,9%), у *P. ratan* – в денний (23,5 рухів/год о 12:00–13:00, інтенсивність 39,9%), у *P. eurycephalus* – також в денний (15,3 рухів/год о 14:00–15:00, інтенсивність 31,8%). Значущі міжвидові відмінності за всіма періодами доби підтверджено дисперсійним аналізом (ANOVA, $p < 0,05$) та тестом Тьюкі HSD: у нічний період найагресивнішим є *P. ratan*, у ранковий – *P. cephalargoides*, у денний – *P. ratan*, у вечірній – *P. cephalargoides* та *P. ratan*. Кореляція агресивної та загальної активності значуща у періодах максимальної активності ($r = 0,76–1,00$, $p < 0,05$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алмазов А. М. Гидрохимия устьевых областей рек (северное Причерноморье) / А. М. Алмазов. – Київ : Вид-во АН УРСР, 1962. – 255 с.
2. Балацький К. Л. Риби Дунайського біосферного заповідника / К. Л. Балацький, А. Н. Волошкевич // Дельта і людина: Екол. газ. Придунайського краю. – 2005. – № 22–24 (81–83). – С. 9.
3. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. – 4-е изд. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – Ч. 3. – С. 929–1382.
4. Беркович О. О. Еколого-геологическая характеристика донных осадков одесского залива / О. О. Беркович, С. Д. Какаранза, В. В. Никулин // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 90–94. – URL: <https://repository.marine-research.org/bitstream/299011/4601/1/090-094.pdf> (дата звернення: 08.01.2026)
5. Белінг Д. Є. Матеріали до іхтіофавни р. Півд. Буг / Д. Є. Белінг // Зб. пр. Дніпр. біол. станції. – 1927. – Ч. 2. – С. 334–357.
6. Большаков В. С. Трансформация речных вод в Черном море / В. С. Большаков. – Київ : Наук. думка, 1970. – 328 с.
7. Виноградов А. К. Еколого-морфо-біохімічні аспекти розмноження і розвитку деяких чорноморських риб / А. К. Виноградов // Матеріали Всесоюзного симпозіуму по вивченню Чорного і Середземного морів, використанню та охороні їх ресурсів. – Київ : Наук. думка, 1973. – Ч. 4. – С. 55–63.
8. Виноградов К. А. Материалы по плодовитости рыб Чёрного моря / К. А. Виноградов, К. С. Ткачёва // Труды Карадагской биологической станции. – 1950. – № 9. – С. 9–63.
9. Виноградов К. О. Іхтіофауна північно-західної частини Чорного моря / К. О. Виноградов. – Київ : Вид-во АН УРСР, 1960. – 116 с.

10. Вихованець Г. В. Вплив антропогенного фактору на чорноморське узбережжя в межах Одеського району / Г. В. Вихованець, Л. В. Орган // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2023. – Т. 28, № 1(42). – С. 11–25. – DOI: 10.18524/2303-9914.2023.1(42).282231.
11. Газетов Є. І. Дослідження гідрологічних характеристик морських вод в Одеській затоці у 2016-2017 рр. / Є. І. Газетов, В. І. Мединець, С. М. Снігіров, О. П. Конарева, П. М. Снігіров, С. В. Мединець, А. Н. Абакумов, В. З. Піцик, Н. В. Ковальова, І. Є. Солтис // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Екологія. – 2018. – № 30. – С. 65–77. – DOI: 10.26565/1992-4224-2018-30-05
12. Гаркавая Г. И. Районирование украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим и гидрохимическим характеристикам) / Г. И. Гаркавая, Ю. И. Богатова, Н. А. Берлинский, А. Ю. Гончаров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2000. – С. 9–24.
13. Георгиев Ж. М. Някои нови и малко познати попчета (Gobiidae, Pisces) за Българската ихтиофауна / Ж. М. Георгиев // Изв. НИИ рибно стопанство и океаногр. – 1966. – Т. 7. – С. 159–228.
14. Демченко Н. А. Видове різноманіття родини Gobiidae у водоймах північно-західного Приазов'я / Н. А. Демченко, П. М. Заброда, В. О. Демченко // Вестн. зоологии. – 2005. – № 4 (27). – С. 67–69.
15. Доброволов И. С. Генетическая дивергенция черноморских бычков группы Ponticola, оцененная по биохимическим генным маркерам / И. С. Доброволов, В. И. Пинчук // Вестник зоологии. – 1993. – № 2. – С. 58–63.
16. Доценко С. А. Мінливість основних гідрологічних характеристик Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря : автореф.

- дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.08 / С. А. Доценко. – Одеса, 2003. – 20 с.
17. Зайцев Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) / Ю. П. Зайцев // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, № 4. – С. 3–18.
 18. Замбриборщ Ф. С. К систематике бычков Чёрного и Азовского морей (краткий определитель) / Ф. С. Замбриборщ // Вестн. зоологии. – 1968. – № 1. – С. 37–44.
 19. Замбриборщ Ф. С. Рыбы Одесского залива в прошлом и настоящем / Ф. С. Замбриборщ, М. А. Винникова, В. В. Заморов // Наукові праці Зоологічного музею Одеського державного університету. – 1995. – № 2. – С. 19–26.
 20. Замбриборщ Ф. С. Состав, относительная численность и распределение молоди рыб в Днестровском лимане / Ф. С. Замбриборщ, Д. Фрамуду // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 1. – С. 47–50.
 21. Заморов В. В. Аналіз сіткових уловів риби в Одеській затоці / В. В. Заморов, С. Ю. Чернікова, М. П. Заморова // Вісник Одеського національного університету. – 2010. – № 3 (44). – С. 97–100.
 22. Заморов В. В. Живлення бичка кам'яного *Neogobius cephalarges* (Pallas) і бичка-ратана *Neogobius ratan* (Nordmann) у прибережній зоні Одеської затоки / В. В. Заморов, О. В. Коренюк // Вісник Одеського державного університету імені І. І. Мечникова. Біологія. – 2000. – Т. 5, вип. 1. – С. 155–160.
 23. Заморов В. В. Питание бычка-сурмана *Neogobius cephalargoides* Pinczuk в Одесском заливе / В. В. Заморов, А. В. Чернявский, П. П. Ионов // Матер. II Междунар. науч. конф. «Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений», 26–29 августа 2008 г. – Херсон, 2008. – С. 159–162.
 24. Заморов В. В. Результати досліджень іхтіофауни в прибережній зоні моря Одеської затоки у 2016–2017 рр. / В. В. Заморов, Ю. В.

- Караванський, С. Ю. Чернікова // Вісник Одеського національного університету. Біологія. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 77–93
25. Заморов В. В. Результати сіткових уловів риби в Одеській затоці у 2020 р. / В. В. Заморов, Ю. В. Караванський // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 9–10 жовтня 2024 р.). – Київ, 2024. – С. 92–94. – DOI: 10.61976/conf.IF-2024-6.
 26. Звіт про науково-технічну діяльність Українського наукового центру екології моря (УкрНЦЕМ) за 2021 рік. Одеса : УкрНЦЕМ, 2021. 50 с. URL: https://sea.gov.ua/img/reports/2021/zvit_2021_tech.pdf (дата звернення: 24.12.2025).
 27. Звіт про науково-технічну діяльність Українського наукового центру екології моря (УкрНЦЕМ) за 2023 рік. Одеса : УкрНЦЕМ, 2023. 53 с. URL: https://sea.gov.ua/img/reports/2024/Звіти%20PDF/STRep_UkrSCES-2023_vn.pdf (дата звернення: 16.01.2026).
 28. Звіт про науково-технічну діяльність Українського наукового центру екології моря (УкрНЦЕМ) за 2024 рік. Одеса : УкрНЦЕМ, 2024. 62 с. URL: https://sea.gov.ua/img/reports/2024/zvit_2024_tech.pdf (дата звернення: 24.12.2025).
 29. Зелинский В. П. Экология Черного моря / В. П. Зелинский. – Київ : Наукова думка, 1993. – 230 с.
 30. Ильин Б. С. Определитель бычков (Fam. Gobiidae) Азовского и Черного морей (предварительное сообщение) / Б. С. Ильин // Тр. Азово-Черномор. науч.-промысл. экспедиции. – 1927. – № 2. – С. 128–143.
 31. Калинина Э. М. Размножение и развитие азово-черноморских бычков / Э. М. Калинина. – Киев : Наукова думка, 1976. – 180 с.
 32. Квач Ю. В. Видовий склад риб прибережних мілин Одеської затоки і його зміни залежно від часу доби / Ю. В. Квач // Біологічні студії. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 191–200.

33. Кесслер К. Путешествіе с зоологическою цѣлью, къ сѣверному берегу Чернаго моря и въ Крымъ въ 1858 году / К. Кесслер. – Кіевъ : Въ Университетской Типографіи, 1860. – 270 с.
34. Кесслер К. Ф. Рыбы, водящіяся и встрѣчающіяся въ Арало-каспійско-понтійской ихтіологической області / К. Ф. Кесслер // Труды Арало-Каспійской экспедиции. – Выпуск IV. – Санкт-Петербург : Типография М. Стасюлевича, 1877. – С. 49–86.
35. Киселевич К. Материалы по ихтиологической фауне Одесского залива / К. Киселевич // Сборник студенческого биологического кружка при Новороссийском ун-те. – № 3. – Одесса, 1908. – С. 117–140.
36. Конвенція про охорону біологічного різноманіття : укладена 05.06.1992 р. (м. Ріо-де-Жанейро) : ратифікація Законом України від 29.11.1994 р. № 257/94-ВР // Офіційний вісник України. – 1994. – № 51. – Ст. 845. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030
37. Корнієнко В. О. Методи проведення морфологічного аналізу риб : методичні вказівки для проведення лабораторного заняття із спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / В. О. Корнієнко, С. П. Кутіщев. – Херсон : ХДАЕУ, 2020. – 19 с.
38. Куделина Е. Н. Суточный рацион мальков бычков кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas) и рыжика (*Neogobius cephalarges* Pallas) на ранних этапах развития / Е. Н. Куделина // Труды Азербайджанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АЗНИИРХ). – 1963. – Вып. 6. – С. 83–94.
39. Куцоконь Ю. Українські назви міног і риб фауни України для наукового вжитку / Ю. Куцоконь, Ю. Квач // *Studia Biologica*. – 2012. – Вип. 6, № 2. – С. 199–220.
40. Макаров А. К. Рыбы річок та лиманів північно-західної частини Чорного моря / А. К. Макаров // Труды Одеск. держ. ун-ту. – 1937.

41. Манило Л. Г. Бычковые рыбы (Gobiidae, Perciformes) северо-западной части Чёрного моря и прилегающих лиманных экосистем / Л. Г. Манило // Сб. тр. Зоол. музея. – 2008–2009. – № 40. – С. 19–46.
42. Манило Л. Г. Морфологическая дивергенция и диагностика признаков бычка-рыжика *Neogobius eurycerphalus* (Kessler, 1874) и бычка-сурмана *N. cephalargoides* Pinchuk, 1976 (Perciformes, Gobiidae) / Л. Г. Манило, В. Н. Песков // Вопросы ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 1. – С. 30–38.
43. Манило Л. Г. Особенности распределения бычковых рыб (Actinopterygii, Perciformes) в Азово-Черноморском бассейне в зависимости от солёности / Л. Г. Манило // Вестн. зоологии. – 2011. – Т. 45, № 3. – С. 231–240.
44. Манило Л. Г. Риби родини бичкові (Perciformes, Gobiidae) морських та солонуватоводних водойм України / Л. Г. Манило. – Київ : Наукова думка, 2014. – 242 с. – ISBN 978-966-00-1234-5.
45. Мінічева Г. Г. Реакція планктонних і бентосних водоростей Чорного моря на наслідки руйнування дамби Каховського водосховища на р. Дніпро (Україна) / Г. Г. Мінічева, О. М. Гаркуша, К. С. Калашник, Г. В. Марінець, Ю. О. Соколов // Альгологія. – 2024. – Т. 34, № 2. – С. 104–129. – DOI: 10.15407/alg34.02.104.
46. Определитель фауны Черного и Азовского морей / за ред. В. А. Водяницкого ; уклад. В. Д. Брайко, М. Бэческу, К. А. Виноградов ; рук. работ Ф. Д. Мордухай-Болтовской. – Київ : Наукова думка, 1968–1972. – Т. 1–3.
47. Паллас П. С. Zoographia Rosso-Asiatica : систематический перечень животных Сибири и Азии, включая ихтиофауну Черного моря / П. С. Паллас. – Санкт-Петербург : Типография Императорской Академии наук, 1811. – Т. 2. – 334 с.
48. Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті глобальних і регіональних екологічних та соціальних викликів : матеріали VIII з'їзду Гідроекологічного товариства України, присвяченого 110-річчю

- заснування Дніпровської біологічної станції (м. Київ, 6–8 листопада 2019 р.) / гол. ред. В. І. Щербак. – Київ : Інститут гідробіології НАН України, 2019. – 342 с.
49. Пинчук В. И. Бычки группы *Ponticola* (Pjin) и некоторые стороны проблемы видообразования // Зоологический журнал. 1963. Т. 42, № 12. С. 1841–1848.
 50. Пинчук В. И. Замечания к семейству бычковых *Gobiidae* в книге А. Н. Световидова «Рыбы Черного моря» // Вопросы ихтиологии. 1965. Т. 5, № 4 (32). С. 729–732.
 51. Пинчук В. И. К вопросу о группировках видов в пределах рода *Neogobius* (Perciformes) // Вопросы ихтиологии. 1991. Т. 31, вып. 3. С. 380–393.
 52. Пинчук В. И. Новые данные по систематике бычков группы *Ponticola Pjini* в связи с проблемой внутривидовой изменчивости и видообразования // Вопросы ихтиологии. 1968. Т. 8, вып. 4 (51). С. 597–609.
 53. Пинчук В. И. Система бычков родов *Gobius* Linne (отечественные виды), *Neogobius* Pjin и *Mesogobius* Bleeker // Вопросы ихтиологии. 1977. Т. 17, вып. 4 (105). С. 587–596.
 54. Пинчук В. И. Систематика бычков родов *Gobius* Linne (отечественные виды), *Neogobius* Pjin, *Mesogobius* Bleeker // Вопросы ихтиологии. 1976. Т. 16, вып. 4 (99). С. 600–609.
 55. Пинчук В. И. Таксономические заметки о бычковых (Perciformes, *Gobiidae*) фауны Украины // Вестник зоологии. 1987. № 5. С. 30–35.
 56. Пинчук В. И., Смирнов А. И., Коваль Н. В., Шевченко П. Г. О современном распространении бычковых рыб (*Gobiidae*, *Pisces*) в бассейне Днепра // Гидробиологические исследования пресных вод: Сб. науч. тр. – Киев: Наук. думка, 1985. – С. 121–130.
 57. Световидов А. Н. Рыбы Чёрного моря / А. Н. Световидов. – Москва : Наука, 1964. – 550 с.

58. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров, Г. Г. Миничева та ін. – Київ : Наукова думка, 2006. – 701 с.
59. Смирнов А. И. Окунеобразные (бычкovidные), скорпенообразные, камбаловидные, присоскопериовидные, удильщикообразные / А. И. Смирнов. – Киев : Наук. думка, 1986. – 320 с. – (Фауна Украины; Т. 8: Рыбы; Вып. 5).
60. Смірнов А. І. Сучасний стан іхтіофауни Молочного лиману Азовського моря / А. І. Смірнов // Зб. пр. Зоол. музею. – 2006. – № 38. – С. 23–33.
61. Снигирёв С. М. Ихтиофауна прибрежных вод острова Змеиный / С. М. Снігирьов // Вісн. Одес. нац. ун-ту. – 2008. – Т. 13, вип. 4 (Біологія). – С. 115–124.
62. Страутман И. Ф. Питание и пищевые взаимоотношения бычков семейства Gobiidae северо-западной части Черного моря: автореф. дис. ... канд. біол. наук / И. Ф. Страутман. – Одеса, 1972. – 26 с.
63. Ткаченко П. В. Современный состав и тенденции изменения ихтиофауны прибрежных участков северо-западной части Чёрного моря / П. В. Ткаченко, С. А. Хуторной // Вісник Одеського національного університету. Сер.: Біологія. – 2018. – Т. 23, № 1(43). – С. 85–100.
64. Тучковенко Ю. С. Вплив руйнування греблі Каховської ГЕС на екологічний стан Одеського району Чорного моря / Ю. С. Тучковенко, С. М. Степаненко // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2023. – Вип. 44. – С. 71–80. – DOI: 10.32347/2524-0021.2023.44.71-80.
65. Тучковенко Ю. С. Вплив руйнування дамби Каховського водосховища на океанографічні умови північно-західної частини Чорного моря за результатами моделювання / Ю. С. Тучковенко, Д. В. Кушнір, А. В. Торгонський, В. М. Коморін // Український гідрометеорологічний журнал. – 2024. – № 33. – С. 66–80. – DOI: 10.31481/uhmj.33.2024.05.

66. Тучковенко Ю. С. Математическая модель для расчета ветровых течений в Одесском регионе северо-западной части Черного моря / Ю. С. Тучковенко // Метеорология, климатология и гидрология. – 2002. – № 45. – С. 107–117.
67. Тучковенко Ю. С. Роль ветрового прибрежного апвеллинга в возникновении гипоксии в Одесском регионе северо-западной части Черного моря / Ю. С. Тучковенко, С. А. Доценко, В. А. Никаноров, П. Т. Савин // Экология моря. – 2003. – Вип. 63. – С. 60–65.
68. Хуторной С. А. Редкие представители черноморской ихтиофауны Одесского залива и прилегающих акваторий моря / С. А. Хуторной // Матер. юбилейн. науч. конф. студ., аспирант. и молодых ученых, посвящ. 180-летию со дня рожд. Л. С. Ценковского (Одесса, 28 марта — 1 апр. 2003 г.). – Одесса, 2003. – С. 184–194.
69. Черникова С. Ю. Ихтиофауна Одесского залива (Чёрное море) в первом десятилетии XXI века / С. Ю. Черникова, В. В. Заморов // Морской экологический журнал. – 2011. – Т. 10, № 3. – С. 76–85.
70. Шаганов В. В. Видовой состав и биотопическое распределение бычковых рыб (Gobiidae) в Керченском проливе / В. В. Шаганов, А. И. Милованов // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: Тези IV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції (Одеса, 7–11 вересня 2011 р.). – Одеса : Фенікс, 2011. – С. 250–253.
71. Шаганов В. В. Предварительный обзор ихтиофауны черноморского побережья юго-восточного Крыма / В. В. Шаганов // Сб. науч. тр., посвящ. 95-летию Карадаг. науч. станции и 30-летию Карадаг. природ. заповедника НАН Украины. – Севастополь, 2009. – С. 262–273.
72. Шекк П. В. Ихтиофауна Тілігульського лиману / П. В. Шекк // Причорномор. екол. бюл. – 2004. – № 2 (12). – С. 101–111.
73. Яцентковский А. В. Рыбы Одесского залива / А. В. Яцентковский // Записки Новоросійського товариства дослідників природи. – 1909. – № 33. – С. 203–244.

74. Agbangba C. E. On the use of post-hoc tests in environmental and biological sciences: A critical review / C. E. Agbangba, E. Sacla Aide, H. Honfo, R. Glèlè Kakai // *Heliyon*. – 2024. – Vol. 10, № 3. – e25131. – DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e25131.
75. Akaarir M. Activity–Rest Circadian Rhythm of the Pearly Razorfish in Its Natural Habitat, before and during Its Mating / M. Akaarir, J. M. Pujol, M. Suau, R. V. Rial, M. C. Nicolau, A. Gamundi, M. Martorell-Barceló, M. Barceló-Serra, E. Aspillaga, J. Alós // *Biology*. – 2023. – Vol. 12, iss. 6. – P. 810. – DOI: 10.3390/biology12060810.
76. Amundsen P.-A., Sánchez-Hernández J. Feeding studies take guts – critical review and recommendations of methods for stomach contents analysis in fish // *Journal of Fish Biology*. – 2019. – Vol. 95, no. 1. – P. 155–170. – DOI: <https://doi.org/10.1111/jfb.14151>.
77. Arruda L. M. Abundance, Age-structure and Growth, and Reproduction of Gobies (Pisces; Gobiidae) in the Ria de Aveiro Lagoon (Portugal) / L. M. Arruda, J. N. Azevedo, A. I. Neto // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. – 1993. – Vol. 37, № 5. – P. 509–524.
78. *Astro Home Site*. URL: https://astro.km.ua/calendar/solar_risaset/2023/7 (дата звернення: 16.01.2026).
79. Augustyniak M. Differences in predator-avoidance behavior between two invasive gobies and their native competitors / M. Augustyniak, K. Kołacka, J. Kobak, P. Hliwa, P. Kłosiński, M. Poznańska-Kakareko, Ł. Jermacz, T. Kakareko // *Current Zoology*. – 2022. – Vol. 69, № 6. – P. 727–737. – DOI: 10.1093/cz/zoac082.
80. Barneche D. R. Fish reproductive-energy output increases disproportionately with body size / D. R. Barneche, C. R. White, D. J. Marshall // *Science*. – 2018. – Vol. 360, № 6389. – P. 642–645. – DOI: 10.1126/science.aao6868.
81. Błońska D. Can the presence of alien Ponto–Caspian gobies affect shelter use by the native European bullhead? / D. Błońska, J. Kobak, T. Kakareko,

- J. Grabowska // Aquatic Ecology. – 2016. – Vol. 50, № 4. – P. 653–665. – DOI: 10.1007/s10452-016-9584-1.
82. Bonisławska M. Boldness Predicts Aggressiveness, Metabolism, and Activity in Black Rockfish *Sebastes schlegelii* / M. Bonisławska, A. Tański, A. Brysiewicz, A. Korzelecka-Orkisz, W. Wawrzyniak, K. Formicki // Frontiers in Marine Science. – 2021. – Vol. 8. – Article 770180. – DOI: 10.3389/fmars.2021.770180.
 83. Borcharding J. Activity and competitive behaviour of invasive *Neogobius melanostomus* and *Ponticola kessleri* (Gobiidae) from the River Rhine, Germany / J. Borcharding, A. Hertel, S. Breiden // Ethology Ecology & Evolution. – 2013. – Vol. 25, iss. 4. – P. 351–365. – DOI: 10.1080/03949370.2013.806361.
 84. Boujard T. Circadian rhythms and feeding time in fishes / T. Boujard, J. F. Leatherland // Environmental Biology of Fishes. – 1992. – Vol. 35. – P. 109–131.
 85. Boujard T. Daily feeding rhythms and fish physiology / T. Boujard // Human Biology. – 2001. – Vol. 51, № 4. – P. 237–245.
 86. Carbonara P. Handbook on fish age determination: a Mediterranean experience / P. Carbonara, M. C. Follesa (eds.) // Studies and Reviews. – Rome : FAO, 2019. – No. 98. – 192 p.
 87. Chase I. D. Self-Structuring Properties of Dominance Hierarchies: A New Perspective / I. D. Chase, B. M. Seitz // Advances in Genetics. – 2011. – Vol. 75. – P. 51–81. – DOI: 10.1016/B978-0-12-380858-5.00001-0.
 88. Chicco D. A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics / D. Chicco, A. Sichenze, G. Jurman // BioData Mining. – 2025. – Vol. 18, iss. 56. – DOI: 10.1186/s13040-025-00465-6.
 89. Cornelissen G. Cosinor-based rhythmometry / G. Cornelissen // Theoretical Biology and Medical Modelling. – 2014. – Vol. 11. – Art. 16. – 27 p. – DOI: 10.1186/1742-4682-11-16.

90. Cutts C. J. Aggression and growth depression in juvenile Atlantic salmon: the consequences of individual variation in standard metabolic rate / C. J. Cutts, N. B. Metcalfe, A. C. Taylor // *Journal of Fish Biology*. – 1998. – Vol. 52, № 5. – P. 1026–1037. – DOI: 10.1111/j.1095-8649.1998.tb00601.x.
91. Dawson B. Dietary niche and growth rate of the nonnative tubenose goby (*Proterorhinus semilunaris*) in the Lake Superior basin / B. Dawson, G. Peterson, T. Hrabik, J. Hoffman // *Journal of Great Lakes Research*. – 2020. – Vol. 46, no. 5. – P. 1358–1368. – DOI: 10.1016/j.jglr.2020.07.014.
92. Duemler J. J. Relationships between Length-Weight, Age, and Body Condition of the Round Goby *Neogobius melanostomus* (Pallas) in a Tributary and Harbor Embayment in Southern Lake Michigan, USA / J. J. Duemler, J. M. Kozelichki, T. P. Simon // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2016. – Vol. 16, № 1. – P. 205–212. – DOI: 10.4194/1303-2712-v16_1_21.
93. Engin S. Age, growth, reproduction and diet of the Flatsnout Goby, *Neogobius platyrostris* (Pallas, 1814), on the South-Eastern Black Sea Coast of Turkey / S. Engin, K. Seyhan // *Zoology in the Middle East*. – 2010. – Vol. 51. – P. 61–68. – DOI: 10.1080/09397140.2010.10638412.
94. Engin S. Biological characteristics of rock goby, *Gobius paganellus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae), in the south-eastern Black Sea / S. Engin, K. Seyhan // *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. – 2009. – Vol. 39, № 2. – P. 111–118. – DOI: 10.3750/AIP2009.39.2.05.
95. Eremeev V. N. Biological diversity of the coastal zone of the Crimean peninsula: problems, preservation and restoration pathways / V. N. Eremeev, A. R. Boltachev, B. G. Aleksandrov et al. – Sevastopol : NAS Ukraine, Inst. Biol. Southern Seas, 2012. – 92 p.
96. Fanta E. Behaviour and circadian rhythm of the fish *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) under the influence of environmental salinity and temperature / E. Fanta // *Revista Brasileira de Zoologia*. – 1997. – Vol. 14, № 1. – P. 221–244. – DOI: 10.1590/S0101-81751997000100021.

97. Freyhof J. Diversity and distribution of freshwater gobies from the Mediterranean, the Black and Caspian Seas / J. Freyhof // *The Biology of Gobies*. – 2011. – P. 279–288.
98. Fricke R. Catalog of fishes: genera, species, references / R. Fricke, W. N. Eschmeyer, R. van der Laan (eds.). – San Francisco, CA : California Academy of Sciences, 2018. – URL: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
99. Frøland Steindal I. A. Circadian Clocks in Fish-What Have We Learned so far? / I. A. Frøland Steindal, D. Whitmore // *Biology*. – 2019. – Vol. 8, № 1. – P. 17. – DOI: 10.3390/biology8010017.
100. Gammal J. Seasonal Variation in the Role of Benthic Macrofauna Communities for Ecosystem Functioning in Shallow Coastal Soft-Sediment Habitats / J. Gammal, M. Järnström, J. Norkko [та ін.] // *Estuaries and Coasts*. – 2025. – Vol. 48. – P. 62–78. – DOI: 10.1007/s12237-025-01499-z.
101. Gao V. D. Resource competition shapes biological rhythms and promotes temporal niche differentiation in a community simulation / V. D. Gao, S. Morley-Fletcher, S. Maccari, M. H. Vitaterna, F. W. Turek // *Ecology and Evolution*. – 2020. – Vol. 10, № 20. – P. 11322–11334. – DOI: 10.1002/ece3.6770.
102. Gogaladze A. Decline of unique Pontocaspian biodiversity in the Black Sea Basin: a review / A. Gogaladze, M. O. Son, M. Lattuada et al. // *Ecology and Evolution*. – 2021. – Vol. 11, № 19. – P. 12923–12947. – DOI: 10.1002/ece3.8022.
103. Grabowska J. Interspecific competition for a shelter between non-native racer goby and native European bullhead under experimental conditions – Effects of season, fish size and light conditions / J. Grabowska, T. Kakareko, D. Błońska, M. Przybylski, J. Kobak, Ł. Jermacz, G. H. Copp // *Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters*. – 2016. – Vol. 56. – P. 30–38. – DOI: 10.1016/j.limno.2015.11.004.

104. Green L. Alternative reproductive tactics are associated with sperm performance in invasive round goby from two different salinity environments / L. Green, J. Niemax, J.-P. Herrmann, A. Temming, C. Kvarnemo // *Ecology and Evolution*. – 2020. – Vol. 10, № 18. – P. 9981–9999. – DOI: 10.1002/ece3.6657.
105. Groen M. Is there a role for aggression in round goby invasion fronts? / M. Groen [та ін.] // *Behaviour*. – 2012. – Vol. 149, № 7. – P. 685–703. – DOI: 10.1163/1568539X-00002998.
106. Halberg F. Circadian system phase—an aspect of temporal morphology; procedures and illustrative examples / F. Halberg, Y. L. Tong, E. A. Johnson // *The Cellular Aspects of Biorhythms : Handbook of Vegetative Physiology* / ed. by H. von Mayersbach. – Berlin : Springer, 1967. – Vol. 8. – P. 20–48.
107. Hoenig J. M. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates / J. M. Hoenig // *Fishery Bulletin*. – 1983. – Vol. 82, № 1. – P. 898–903.
108. Hôrková K. Different life-histories of native and invasive *Neogobius melanostomus* and the possible role of phenotypic plasticity in the species' invasion success / K. Hôrková, V. Kováč // *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. – 2014. – № 412. – P. 1–11.
109. Horn H. S. Measurement of «overlap» in comparative ecological studies / H. S. Horn // *American Naturalist*. – 1966. – Vol. 100, № 914. – P. 419–424. – DOI: 10.1086/282436.
110. Hou R. cosinoRmixedeffects: an R package for mixed-effects cosinor models / R. Hou, L. E. Tomalin, M. Suárez-Fariñas // *BMC Bioinformatics*. – 2021. – Vol. 22. – Art. 553. – DOI: 10.1186/s12859-021-04463-3.
111. Huxley J. S. Problems of relative growth / J. S. Huxley ; with a new introd. by F. B. Churchill and an essay by R. E. Strauss. – Reprint. – Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1993. – 360 p. – ISBN 0-8018-4659-5.
112. Hyslop E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application // *Journal of Fish Biology*. – 1980. – Vol. 17, no. 4. – P. 411–429. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>.

113. Jakšić G. The review of ecological and genetic research of Ponto-Caspian gobies in Europe / G. Jakšić, M. Jadan, M. Piria // Croatian Journal of Fisheries. – 2016. – Vol. 74, № 3. – P. 110–123.
114. Janáč M. Genetic structure of three invasive gobiid species along the Danube-Rhine invasion corridor: similar distributions, different histories / M. Janáč, J. Bryja, M. Ondračková, J. Mendel, P. Jurajda // Aquatic Invasions. – 2017. – Vol. 12, № 4. – P. 551–564. – DOI: 10.3391/ai.2017.12.4.11.
115. Jermacz Ł. Can the presence of alien Ponto–Caspian gobies affect shelter use by the native European bullhead? /Ł. Jermacz, D. Błońska, J. Kobak, T. Kakareko, J. Grabowska, P. Hliwa, P. Kłosiński, M. Poznańska-Kakareko, T. Kakareko // Aquatic Ecology. – 2016. – Vol. 50. – P. 653–665. – DOI: 10.1007/s10452-016-9584-1.
116. Kessler K. Auszüge aus dem Berichte über eine an die nordwestlichen Küsten des Schwarzen Meers und durch die westliche Krym unternommene Reise / K. Kessler // Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. – 1859. – T. 32, ч. 1. – С. 520–546; ч. 2. – С. 186–268, 437–478.
117. Klarl M. Characterization of the reproductive strategy of invasive Round Goby (*Neogobius melanostomus*) in the Upper Danube River / M. Klarl, J. Pander, J. Geist // Ecology and Evolution. – 2024. – Vol. 14, № 10. – Article e70349. – DOI: 10.1002/ece3.70349.
118. Krijgsman W. Quaternary time scales for the Pontocaspian domain: Interbasinal connectivity and faunal evolution / W. Krijgsman, A. Tesakov, T. Yanina [et al.] // Earth-Science Reviews. – 2019. – Vol. 188. – P. 1–40. – DOI: 10.1016/j.earscirev.2018.10.013.
119. Kvach Yu., Zamorov V. Feeding preferences of the round goby *Neogobius melanostomus* and mushroom goby *Neogobius cephalarges* in the Odessa Bay // Oceanological Studies. 2001. Vol. 30, no. 3–4. P. 91–101.
120. Lahiri K. Developmental Stage-Specific Regulation of the Circadian Clock by Temperature in Zebrafish / K. Lahiri, N. Froehlich, A. Heyd, N. S.

- Foulkes, D. Vallone // BioMed Research International. – 2014. – Vol. 2014. – Article ID 930308 (10 p.). – DOI: 10.1155/2014/930308.
121. Lear K. O. Temporal niche partitioning as a novel mechanism promoting co-existence of sympatric predators in marine systems / K. O. Lear, N. M. Whitney, J. J. Morris, A. C. Gleiss // Proceedings. Biological Sciences. – 2021. – Vol. 288, № 1954. – P. 20210816. – DOI: 10.1098/rspb.2021.0816.
 122. Liu F. Seasonal variations in food resource partitioning among four sympatric gudgeon species in the upper Yangtze River / F. Liu, J. Wang, H. Liu // Ecology and Evolution. – 2019. – Vol. 9. – P. 7227–7236. – DOI: 10.1002/ece3.5293.
 123. Magurran A. E. Measuring Biological Diversity / A. E. Magurran. – Oxford : Blackwell Publishing, 2004. – 256 p. – ISBN 978-0-632-05633-0.
 124. Manilo L. G. A record of the ratan goby *Ponticola ratan* (Nordmann, 1840) (Gobiidae, Perciformes) in the Dneprodzerzhinsk reservoir (Dnieper River) / L. G. Manilo, A. V. Didenko // Vestnik Zoologii. – 2013. – Vol. 47, № 4. – P. 335–341.
 125. Manko P. Stomach content analysis in freshwater fish feeding ecology. – Prešov : University of Prešov, 2016. – 95 p. – ISBN 978-80-555-1613-4.
 126. Martorell-Barceló M. Chronotypes-personality behavioural syndromes in wild marine fish / M. Martorell-Barceló, M. Signaroli, M. Barcelo-Serra, A. Lana, E. Aspillaga, A. Grau, R. Arlinghaus, J. Alós // Scientific Reports. – 2023. – Vol. 13, № 1. – P. 20281. – DOI: 10.1038/s41598-023-45579-1.
 127. Medvedev D. A. Reconstruction of phylogenetic relations of Ponto-Caspian gobies (Gobiidae, Perciformes) based on mitochondrial genome variation and some problems of their taxonomy / D. A. Medvedev, P. A. Sorokin, V. P. Vasil'ev, N. V. Chernova, E. D. Vasil'eva // Journal of Ichthyology. – 2013. – Vol. 53, № 9. – P. 702–712. – DOI: 10.1134/S0032945213060064.
 128. Metcalfe N. B. Metabolic rate, social status and life-history strategies in Atlantic salmon / N. B. Metcalfe, A. C. Taylor, J. E. Thorpe // Animal

- Behaviour. – 1995. – Vol. 49, № 2. – P. 431–436. – DOI: 10.1006/anbe.1995.0056.
129. Mihălcescu A.-M. The trophic spectrum of five gobies species (Pisces, Gobiidae) from Dobroudja's coastal waters / A.-M. Mihălcescu // *Analele Universității Ovidius. Biology – Ecology Series.* – 2011. – Vol. 15. – P. 19–26.
 130. Miller P. J. Gobiidae / P. J. Miller // *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* / eds. P. J. P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau et al. – Paris : UNESCO, 1986. – Vol. 3. – P. 1019–1085.
 131. Miller P. J. *Neogobius* Iljin, 1927 / P. J. Miller, E. D. Vasil'eva // *The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1.* – Wiebelsheim : AULA-Verlag GmbH, 2003. – Vol. 8/1. – P. 163–171.
 132. Miller P. J. *The Freshwater Fishes of Europe: Gobiidae 2* / P. J. Miller. – Aula-Verlag, 2003.
 133. Miller P. *Relictogobius kryzanowskii* and the penetration of Mediterranean Gobies into the Black Sea / P. Miller // *Nature.* – 1965. – Vol. 208, № 5009. – P. 474–475.
 134. Neilson M. E. Escape from the Ponto-Caspian: Evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei) / M. E. Neilson, C. A. Stepien // *Molecular Phylogenetics and Evolution.* – 2009. – Vol. 52, № 1. – P. 84–102. – DOI: 10.1016/j.ympev.2008.12.023.
 135. Nordmann A. *Observations sur la faune pontique* / A. Nordmann // *Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée...* – Vol. III. – Paris, 1840.
 136. Novitskyi R. Loss of fisheries from destruction of the Kakhovka reservoir / R. Novitskyi, H. Hapich, M. Maksymenko, V. Kovalenko // *International Journal of Environmental Studies.* – 2024. – Vol. 81, iss. 2. – P. 315–325. – DOI: 10.1080/00207233.2024.2314890.
 137. Novitskyi R. O. Current State of the Ichthyofauna in the Lower Reaches of the Southern Bug River / R. O. Novitskyi, L. G. Manilo, V. Gasso, V. Peskov // *Hydrobiological Journal.* – 2023. – Vol. 59, № 2. – P. 69–84.

138. Otel V. *Neogobius eurycephalus* (Kessler, 1874)(Pisces, Gobiidae), a new species in Romanian fauna / V. Otel, T. Nalbant, P. Banarescu // *Analele stiintifice ale Institutului de Cercetare si Proiectare Delta Dunarii Tulcea (Romania)*. – 1994. – Vol. 3.1.
139. Pallas P. S. *Zoographia Rosso-Asiatica, sistens omnium animalium in extenso Imperio Rossico & adjacentibus maribus observatorum recensionem, domicilia, mores & descriptiones anatomen atque icones plurimorum* / P. S. Pallas. – Vol. 3. – Petropoli: Ex Officina Caes. Academiae Scientiarum, 1814. – I–VII + 1–428 c. + Index (I–CXXV), Pls. 1, 13, 14, 15, 20, 21.
140. Pauly D. *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators* / D. Pauly // *ICLARM Studies and Reviews*. – 1984. – Vol. 8. – 325 p.
141. Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks / D. Pauly // *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*. – 1980. – Vol. 39, № 2. – P. 175–192.
142. Pelage L. Competing with each other: Fish isotopic niche in two resource availability contexts / L. Pelage, F. Lucena-Frédou, L. N. Eduardo, F. Le Loc'h, A. Bertrand, A. S. Lira, T. Frédou // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. 975091. – DOI: 10.3389/fmars.2022.975091.
143. Pinchuk V. I. *Neogobius cephalargoides* Pinchuk, 1976 / V. I. Pinchuk, P. J. Miller, E. D. Vasil'eva, V. P. Vasil'ev // *The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1*. – Wiebelsheim: AULA-Verlag GmbH, 2003. – Vol. 8/1. – P. 181–192.
144. Pinchuk V. I. *Neogobius eurycephalus* (Kessler, 1874) / V. I. Pinchuk, E. D. Vasil'eva, V. P. Vasil'ev, P. J. Miller // *The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1*. – Wiebelsheim: AULA-Verlag GmbH, 2003. – Vol. 8/1. – P. 212–221.

145. Pinkas L. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters / L. Pinkas, M. S. Oliphant, I. L. K. Iverson et al. // California Fish and Game. – 1971. – № 152. – P. 1–105.
146. Pintos S., Lucon-Xiccato T., Vera L. M., Sánchez-Vázquez F. J., Bertolucci C. Circadian modulation of behavioral stress responses in zebrafish is age-dependent // Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology. – 2025. – Vol. 343, iss. 4. – P. 457–467. – DOI: 10.1002/jez.2905.
147. Popova O. A. On complex indices in investigation of fish feeding / O. A. Popova, Yu. S. Reshetnikov // Journal of Ichthyology. – 2011. – Vol. 51, № 8. – P. 686–691. – DOI: 10.1134/S0032945211050171.
148. Porumb I. I. Contribuții la cunoașterea biologiei guvizilor (*Gobius batrachocephalus*, *Gobius cephalarges* și *Gobius melanostomus*) din dreptul litoralului românesc al Mării Negre (date preliminare) / I. I. Porumb // Hidrobiologia. – București, 1961. – P. 271–282.
149. Proctor C. An introductory manual to fish ageing using otoliths / C. Proctor, S. Robertson, I. Jatmiko, N. Clear. – [S. l. : s. n.], 2021. – 41 p.
150. Quinn G. P. Experimental design and data analysis for biologists / G. P. Quinn, M. J. Keough. – Cambridge : Cambridge University Press, 2002. – 537 p.
151. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing / R Core Team. – Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing, 2023. – URL: <https://www.R-project.org/>
152. Reeb S. G. Circadian rhythms in fishes / S. G. Reeb // Biological Clock in Fish / ed. by E. Kulczykowska, W. Popek, B. G. Kapoor. – Boca Raton : CRC Press, 2010. – P. 55–82. – DOI: 10.1201/b10170-5.
153. Reeb S. G. Plasticity of diel and circadian activity rhythms in fishes / S. G. Reeb // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2002. – Vol. 12, № 4. – P. 349–371. – DOI: 10.1023/A:1025371804611.

154. Sánchez-Vázquez F. J. Environmental Cycles, Melatonin, and Circadian Control of Stress Response in Fish / F. J. Sánchez-Vázquez, J. F. López-Olmeda, L. M. Vera, H. Migaud, M. A. López-Patiño, J. M. Míguez // *Frontiers in Endocrinology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 279. – DOI: 10.3389/fendo.2019.00279.
155. Sangun L. Weight-Length Relationships for 39 Fish Species from the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey / L. Sangun [та ін.] // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. – 2007. – Vol. 7, iss. 1. – P. 37–40. – URL: <https://www.trjfas.org/pdf.php?id=310>
156. Shapiro S. S. An analysis of variance test for normality (complete samples) / S. S. Shapiro, M. B. Wilk // *Biometrika*. – 1965. – Vol. 52, № 3-4. – P. 591–611. – DOI: 10.1093/biomet/52.3-4.591.
157. Shvandt M. Overview of the detection and tracking methods of the lab animals / M. Shvandt, V. Moroz // *System research and information technologies*. – 2022. – № 1. – P. 124–148. – DOI: 10.20535/srit.2308-8893.2022.1.10.
158. Solomon-Lane T. K. The effects of previous experience and current condition on status contests in the bluebanded goby (*Lythrypnus dalli*) / T. K. Solomon-Lane, M. S. Grober // *Acta ethologica*. – 2016. – Vol. 19, iss. 1. – P. 51–60. – DOI: doi.org/10.1007/s10211-015-0224-x.
159. Svensson P. A. Initiation and Resolution of Aggressive Contests in Male Australian Desert Gobies, *Chlamydogobius eremius* / P. A. Svensson, B. B. M. Wong, T. K. Lehtonen // *PLoS ONE*. – 2012. – Vol. 7, iss. 8. – P. e43121. – DOI: 10.1371/journal.pone.0043121.
160. Then A. Y. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species / A. Y. Then, J. M. Hoenig, N. G. Hall, D. A. Hewitt // *ICES Journal of Marine Science*. – 2015. – Vol. 72, № 1. – P. 82–92.

161. Todorova V. Manual for collection and treatment of soft bottom macrozoobenthos samples / V. Todorova, T. Konsulova. – Varna : Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Sciences, 2005. – 37 c.
162. Tong X. A SAS Macro for Modelling Periodic Data Using Cosinor Analysis / X. Tong, J. Dreyer Birenheide, H. Demirhan, C. C. Taylor // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – 2021. – Vol. 211. – Art. 106408. – DOI: 10.1016/j.cmpb.2021.106408.
163. Tukey J. W. Comparing individual means in the analysis of variance / J. W. Tukey // Biometrics. – 1949. – Vol. 5, № 2. – P. 99–114. – DOI: 10.2307/3001913.
164. United Nations Environment Programme. Rapid Environmental Assessment of Kakhovka Dam Breach Ukraine, 2023 / United Nations Environment Programme. – Nairobi : UNEP, 2023. – 115 p.
165. Uzunova E., Dashinov D. Trophic niche overlap between non-indigenous round goby, *Neogobius melanostomus*, and native fishes in tributaries of the lower Danube River (Bulgaria) // Fisheries & Aquatic Life. – 2022. – Vol. 30, no. 1. – P. 1–13. – DOI: <https://doi.org/10.2478/aopf-2022-0001>.
166. Valová Z. Population and reproductive characteristics of a non-native western tubenose goby (*Proterorhinus semilunaris*) population unaffected by gobiid competitors / Z. Valová, M. Konečná, M. Janáč, P. Jurajda // Aquatic Invasions. – 2015. – Vol. 10, № 1. – P. 57–68. – DOI: 10.3391/ai.2015.10.1.06.
167. Van Kessel N. Competitive interactions among sympatric invaders: unraveling the invasive success of round goby (*Neogobius melanostomus*) and its interactions with other Ponto-Caspian gobies / N. Van Kessel, M. Dorenbosch, F. Spikmans, H. Verreycken, G. van der Velde, R. S. E. W. Leuven // Biological Invasions. – 2013. – Vol. 15. – P. 2599–2614. – DOI: 10.1007/s10530-013-0474-3.
168. Vanovac S. Network analysis of intra- and interspecific freshwater fish interactions using year-around tracking / S. Vanovac, D. Howard, C. T.

- Monk, R. Arlinghaus, P. J. Giabbanelli // *Journal of the Royal Society Interface*. – 2021. – Vol. 18, № 183. – Art. 20210445. – DOI: 10.1098/rsif.2021.0445.
169. Varigin O. Yu. Khorolohichna struktura pryberezhnogo uhrupovannya obrostannya, shcho formuyet'sya chornomors'koyu midiyeyu *Mytilus galloprovincialis* / O. Yu. Varigin // *Nauk. visn. Uzhhorod. un-tu. Ser. Biol.* – 2020. – Vyp. 48. – S. 40–47.
 170. Vassilev M. Atlas of the Gobies (Gobiidae) in Bulgaria / M. Vassilev, A. Apostolou, B. Velkov, D. Dobrev, V. Zarev. – Sofia : Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 2012. – 113 p. – ISBN 978-954-9746-29-7.
 171. Velde S. A conservation palaeobiological approach to assess faunal response of threatened biota under natural and anthropogenic environmental change / S. Velde, E. L. Jorissen, T. A. Neubauer, S. Radan, A. B. Pavel, M. Stoica, V. van Baak, A. Martínez Gándara, L. O. Popa, H. de Stigter, H. A. Abels, W. Krijgsman, F. P. Wesselingh // *Biogeosciences*. – 2019. – Vol. 16. – P. 2423–2442. – URL: <https://www.repository.naturalis.nl/document/673044>
 172. Vereshchaka A. L. Composition and Dynamics of the Black Sea Benthopelagic Plankton and Its Contribution to the Near-Shore Plankton Communities / A. L. Vereshchaka, L. L. Anokhina // *PLOS One*. – 2014. – Vol. 9, iss. 6. – Art. no. e99595. – DOI: 10.1371/journal.pone.0099595.
 173. Volkova N. Segmentation-based approach for object detection / N. Volkova, M. Shvandt // *Proceedings of Odessa Polytechnic University*. – 2025. – Vol. 1, iss. 71. – P. 145–156. – DOI: 10.15276/opu.1.71.2025.17.
 174. von Bertalanffy L. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II) / L. von Bertalanffy // *Human Biology*. – 1938. – Vol. 10, № 2. – P. 181–213.
 175. Vyshnevskyi V. The destruction of the Kakhovka dam and its consequences / V. Vyshnevskyi, S. Shevchuk, V. Komorin, Y. Oleynik, P. Gleick // *Water International*. – 2023. – DOI: 10.1080/02508060.2023.2247679.

176. Whiteman E. A. Dominance hierarchies in group-living cleaning gobies: causes and foraging consequences / E. A. Whiteman, I. M. Côté // *Animal Behaviour*. – 2004. – Vol. 67, № 2. – P. 239–247. – DOI: 10.1016/j.anbehav.2003.04.006.
177. World Register of Marine Species (WoRMS). – URL: <http://www.marinespecies.org/>
178. Zaitsev Yu. Marine biological diversity in the Black Sea : a study of change and decline / Yu. Zaitsev, V. Mamaev. – New York : United Nations Publications, 1997. – 208 p.
179. Zarei, F., Esmaili, H. R., Sadeghi, R., Schliwen, U. K., Kovačić, M., Abbasi, K., & Gholamhosseini, A. (2022). An integrative insight into the diversity, distribution, and biogeography of the freshwater endemic clade of the *Ponticola syrman* group (Teleostei: Gobiidae) in the Caucasus biodiversity hotspot. *Ecology and Evolution*, 12, e9300. <https://doi.org/10.1002/ece3.9300>.
180. Zarei F. Otoliths of Caspian gobies (Teleostei: Gobiidae): Morphological diversity and phylogenetic implications / F. Zarei, H. R. Esmaili, C. A. Stepien, M. Kovačić, K. Abbasi // *PLoS ONE*. – 2023. – Vol. 18, № 5. – e0285857. – DOI: 10.1371/journal.pone.0285857.
181. Zeileis A. Diagnostic checking in regression relationships / A. Zeileis, T. Hothorn // *R News*. – 2002. – Vol. 2, № 3. – P. 7–10. – URL: <https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>
182. Zhdanova I. V. Circadian Rhythms in Fish / I. V. Zhdanova, S. G. Reebs // *Behaviour and Physiology of Fish* / ed. by K. A. Sloman, R. W. Wilson, S. Balshine. – New York : Elsevier, 2006. – Vol. 24. – P. 197–238. – DOI: 10.1016/S1546-5098(05)24006-2.

Граничні та середні величини довжини і маси бичка Пінчука за віковими групами та статтю по роках досліджень

Стать	Довжина/ Маса	Показники	Рік спостережень																			
			2019				2020				2021				2023				2024			
			1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	2	15	222	4	0	21	94	16	2	29	84	7	0	50	180	11	4	75	163	33
		Макс. вел., см	13,0	17,8	19,0	19,4	–	14,6	18,2	20,5	8,5	17,5	18,5	19,7	–	14,6	18,5	23,5	10,6	15,6	18,6	20,5
		Мін. вел., см	8,8	11,0	14,9	16,5	–	9,1	14,4	16,1	8,5	9,8	16,0	18,6	–	10,0	14,0	15,6	9,3	10,0	14,2	16,2
		Сер. вел., см	11,2	13,9	17,0	18,5	–	11,4	16,3	18,5	8,5	14,3	17,2	19,4	–	12,2	16,1	19,1	10,0	12,5	16,2	18,3
		Довірчий інтервал (95%), см	9,7 - 12,7	13,1 - 14,6	16,8 - 17,1	18,1 - 18,8	–	10,7 - 12,1	16,1 - 16,6	18,2 - 18,8	–	13,2 - 15,5	17,1 - 17,4	18,7 - 20,1	–	11,9 - 12,5	15,9 - 16,3	17,9 - 20,3	8,9 - 11,1	12,2 - 12,8	16,0 - 16,4	17,9 - 18,7
	Маса	Макс. вел., г	20,8	36,4	55,6	106,8	–	39,9	90,0	119,6	10,0	47,5	81,6	115,8	–	44,7	94,1	142,0	19,8	49,4	80,0	102,0
		Мін. вел., г	8,9	9,7	15,2	54,0	–	8,8	34,3	65,2	10,0	12,1	24,2	74,0	–	15,5	28,0	59,8	9,7	10,2	24,2	59,8
		Сер. вел., г	15,2	24,2	41,4	64,2	–	20,2	57,0	87,6	10,0	29,7	50,3	93,4	–	23,0	57,9	89,1	13,9	25,2	59,1	85,2
		Довірчий інтервал (95%), г	10,2 - 20,1	20,3 - 28,1	40,2 - 42,7	59,9 - 68,5	–	15,9 - 24,6	54,5 - 59,5	83,4 - 91,9	–	24,9 - 34,6	47,1 - 53,6	74,9 - 111,9	–	21,3 - 24,7	56,3 - 59,5	77,7 - 100,5	7,1 - 20,7	23,2 - 27,2	57,4 - 60,8	80,7 - 89,7
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	17	16	126	0	6	48	80	16	3	39	87	6	0	84	70	1	9	27	97	5
		Макс. вел., см	11,5	14,7	18,9	–	9,6	14,8	18,7	19,5	10,6	15,4	17,5	21,1	–	14,6	18,0	17,3	11,5	15,4	18,5	20,4
		Мін. вел., см	7,5	11,1	14,5	–	7,8	9,9	14,2	16,0	9,8	13,6	15,9	18,7	–	9,3	13,5	17,3	7,5	11,1	14,5	17,3
		Сер. вел., см	9,8	13,1	16,3	–	8,8	12,4	16,1	17,4	10,2	14,4	16,7	19,6	–	11,8	15,8	17,3	9,8	13,1	16,3	18,8
		Довірчий інтервал (95%), см	9,1 - 10,6	12,6 - 13,5	16,2 - 16,5	–	7,9 - 9,8	11,3 - 13,5	15,9 - 16,3	17,2 - 17,6	5,1 - 15,3	13,2 - 15,6	16,5 - 16,8	18,7 - 20,5	–	11,6 - 12,0	15,5 - 16,0	–	8,7 - 10,9	12,6 - 13,6	16,1 - 16,5	17,8 - 19,8
	Маса	Макс. вел., г	19,2	34,0	56,9	–	10,7	30,2	72,4	102,3	17,3	49,4	80,0	137,2	–	38,2	90,0	70,7	26,2	49,4	80,3	110,0
		Мін. вел., г	4,8	10,0	28,4	–	1,3	8,9	6,9	38,7	14,8	40,0	58,7	98,0	–	9,2	28,0	70,7	6,2	20,7	40,0	68,0
		Сер. вел., г	12,9	25,6	41,4	–	7,0	19,7	42,8	72,5	16,1	44,5	69,6	110,0	–	21,4	58,2	70,7	13,6	32,6	61,2	87,8
		Довірчий інтервал (95%), г	10,3 - 15,5	23,5 - 27,8	40,4 - 42,5	–	2,8 - 11,2	15,1 - 24,3	39,0 - 46,6	68,9 - 76,2	0,0 - 32,1	37,4 - 51,6	67,7 - 71,5	101,1 - 118,8	–	19,9 - 22,9	55,2 - 61,1	–	9,3 - 17,9	29,8 - 35,4	59,4 - 63,0	76,4 - 99,2

ДОДАТОК 2

Граничні та середні величини довжини і маси бичка рудого за віковими групами та статтю по роках досліджень

Стать	Довжина/ Маса	Показники	Рік спостережень																			
			2019				2020				2021				2023				2024			
			1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	6	22	12	12	6	23	13	10	2	16	9	11	5	20	7	19	8	22	9	14
		Макс. вел., см	11,9	15,0	16,8	20,3	11,9	15,4	17,3	20,3	11,3	14,6	17,2	19,9	11,8	14,9	17,2	20,0	11,8	15,2	17,1	20,2
		Мін. вел., см	11,4	11,6	14,3	17,1	11,3	11,9	14,3	16,9	11,3	11,4	14,4	17,2	11,2	11,9	14,2	17,0	11,3	11,2	14,0	17,4
		Сер. вел., см	11,7	13,1	15,1	18,8	11,6	13,5	15,5	18,6	11,3	13,1	15,8	18,6	11,4	13,5	15,6	18,7	11,6	13,4	15,7	18,9
		Довірчий інтервал (95%), см	11,4 - 11,9	12,6 - 13,6	14,6 - 15,6	18,1 - 19,5	11,3 - 11,9	12,9 - 14,1	14,8 - 16,2	17,8 - 19,4	11,3- 11,3	12,6- 13,7	15,0- 16,6	17,9- 19,2	11,1- 11,7	13,0- 14,0	14,5- 16,6	18,3- 19,1	11,4- 11,7	12,9- 13,8	14,8- 16,5	18,4- 19,4
	Маса	Макс. вел., г	19,8	45,5	60,5	105,0	19,3	45,5	64,0	108,0	19,6	42,0	75,5	102,0	20,1	44,0	57,0	103,5	19,2	41,0	55,5	106,5
		Мін. вел., г	17,4	20,8	45,5	79,0	17,2	22,9	47,0	66,5	19,5	20,4	46,2	59,0	17,8	20,5	45,0	62,0	17,7	21,0	44,5	60,5
		Сер. вел., г	18,4	29,7	53,7	91,4	18,3	32,0	55,4	87,3	19,6	30,9	58,1	80,7	19,0	27,9	49,6	83,1	18,6	28,6	48,4	85,6
		Довірчий інтервал (95%), г	17,8 - 19,0	26,2 - 33,2	50,0 - 57,4	84,6 - 98,2	17,7 - 18,9	29,0 - 35,0	51,3 - 59,5	79,5 - 95,1	18,9- 20,2	27,7- 34,1	50,9- 65,3	71,6- 89,7	17,6- 20,3	25,2- 30,5	46,1- 53,0	76,7- 89,4	18,2- 19,0	26,2- 31,0	45,5- 51,3	78,7- 92,5
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	6	19	18	7	6	15	16	11	4	21	19	6	9	19	18	12	5	18	18	6
		Макс. вел., см	11,1	13,7	17,2	21,5	11,0	14,3	17,6	20,9	9,9	13,5	17,4	19,7	11,4	13,7	17,5	22,7	11,2	13,4	17,1	23,3
		Мін. вел., см	7,5	10,6	13,3	16,5	7,5	11,2	13,0	16,3	7,9	10,8	13,1	16,0	7,6	10,7	13,0	15,9	8,3	10,7	13,4	16,8
		Сер. вел., см	9,8	12,0	15,2	18,5	9,5	12,5	15,1	18,1	9,0	12,1	15,5	17,5	9,5	12,0	15,3	17,9	9,6	12,0	15,2	19,5
		Довірчий інтервал (95%), см	8,1 - 11,5	11,4 - 12,6	14,6 - 15,8	17,3 - 19,7	7,7 - 11,3	11,8 - 13,2	14,4 - 15,8	17,2 - 19,0	7,3- 10,6	11,7- 12,5	15,0- 16,1	16,1- 18,8	8,5- 10,5	11,6- 12,5	14,6- 16,0	16,6- 19,2	8,1- 11,1	11,6- 12,5	14,6- 15,7	16,7- 22,3
	Маса	Макс. вел., г	20,0	40,5	62,5	92,5	18,0	37,0	68,5	89,5	13,5	33,0	65,5	83,5	19,5	28,0	67,0	98,5	18,8	28,9	61,0	101,5
		Мін. вел., г	6,2	15,2	22,5	53,5	6,2	20,1	22,2	52,5	7,8	15,0	23,2	53,7	6,8	15,5	20,5	52,2	8,5	16,4	23,5	54,2
		Сер. вел., г	13,3	24,5	41,6	67,1	12,3	25,5	43,8	68,0	10,2	22,8	43,2	64,0	12,2	21,9	40,0	65,4	13,0	23,0	37,9	74,8
		Довірчий інтервал (95%), г	7,9 - 18,7	20,9 - 28,1	36,5 - 46,7	55,7 - 78,5	6,9 - 17,7	22,1 - 28,9	38,7 - 48,9	59,9 - 76,1	5,9- 14,6	20,5- 25,1	37,5- 48,8	51,2- 76,8	8,9- 15,4	20,0- 23,7	33,2- 46,8	55,6- 75,1	7,5- 18,5	21,4- 24,6	32,6- 43,2	53,6- 96,0

ДОДАТОК 3

Граничні та середні величини довжини і маси бичка кам’яного за віковими групами та статтю по роках досліджень

Стать	Довжина/ Маса	Показники	Рік спостережень																			
			2019				2020				2021				2023				2024			
			1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+	1+	2+	3+	4+
Самці	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	10	7	7	21	0	7	3	26	9	14	15	10	13	34	8	3	11	15	2	10
		Макс. вел., см	9,9	13,6	15,4	17,9	-	12,5	17,0	20,5	10,4	11,4	15,5	18,7	10,0	11,6	15,8	20,0	10,1	12,9	13,2	17,0
		Мін. вел., см	8,8	10,4	13,8	15,0	-	11,5	13,5	15,9	9,3	10,7	14,0	15,4	9,3	10,1	11,6	15,2	8,7	9,7	13,0	15,0
		Сер. вел., см	9,4	11,4	14,4	16,4	-	11,9	15,3	17,4	9,9	11,0	14,7	16,2	9,7	10,9	13,6	17,9	9,4	11,7	13,1	16,2
		Довірчий інтервал (95%), см	9,1-9,7	10,3-12,5	13,9-14,9	16,1-16,7	-	11,5-12,3	14,2-16,5	17,0-17,8	9,3-10,4	10,6-11,5	14,4-15,0	15,9-16,6	9,5-9,8	10,7-11,0	12,8-14,4	15,8-20,0	9,1-9,7	11,2-12,2	11,8-14,4	15,8-16,6
	Маса	Макс. вел., г	6,4	25,8	44,9	99,1	-	24,8	47,7	104,0	6,7	12,7	66,0	89,3	9,3	18,0	55,0	106,6	8,4	21,4	16,3	69,8
		Мін. вел., г	5,1	7,9	31,9	56,2	-	15,4	28,3	49,2	5,4	9,8	31,7	44,7	4,6	6,2	13,0	42,2	4,0	4,8	16,1	26,5
		Сер. вел., г	5,9	15,4	37,8	78,2	-	18,6	40,0	67,1	6,2	11,2	49,5	63,6	6,6	11,8	30,0	68,4	5,8	14,1	16,2	55,4
		Довірчий інтервал (95%), г	5,6-6,3	10,0-20,8	33,1-42,5	72,3-84,0	-	14,9-22,2	33,2-46,7	62,2-71,9	5,6-6,9	9,1-13,3	43,1-55,9	58,1-69,0	5,8-7,4	10,5-13,0	22,5-37,4	40,3-96,5	5,0-6,6	11,4-16,8	14,9-17,5	46,7-64,1
Самки	Довжина	Кіл-ть риб, екз.	15	19	0	15	5	8	10	5	15	10	8	7	14	35	9	2	3	28	5	8
		Макс. вел., см	9,5	12,5	-	16,6	9,5	12,9	16,1	19,8	9,9	12,0	13,2	21,6	10,1	13,4	13,2	19,8	9,9	13,1	13,2	20,1
		Мін. вел., см	8,9	10,1	-	14,6	7,4	10,2	14,6	15,2	9,6	10,7	13,0	14,6	6,9	9,9	12,8	15,9	9,2	10,0	13,0	16,1
		Сер. вел., см	9,3	11,3	-	15,6	8,3	11,2	15,3	16,6	9,8	11,6	13,1	16,6	9,1	12,1	13,0	16,9	9,6	11,5	13,1	17,4
		Довірчий інтервал (95%), см	9,2-9,4	10,9-11,8	-	15,3-15,9	7,6-9,1	10,5-11,9	14,7-15,9	15,7-17,4	9,7-9,9	11,4-11,9	13,0-13,2	15,4-17,8	8,5-9,7	11,8-12,4	12,9-13,1	16,0-17,8	8,7-10,6	11,2-11,9	13,0-13,2	16,0-18,7
	Маса	Макс. вел., г	6,5	22,3	-	60,0	11,5	21,9	43,6	105,4	8,5	17,6	27,1	105,2	9,9	26,1	32,0	105,6	7,5	26,3	27,1	85,8
		Мін. вел., г	5,6	8,3	-	33,4	4,2	11,0	33,3	49,4	6,2	9,3	25,6	33,4	4,4	7,2	26,7	49,5	6,2	8,0	25,6	50,0
		Сер. вел., г	6,2	13,5	-	50,1	6,1	15,8	40,2	64,0	6,9	13,5	26,4	62,4	6,6	17,8	28,0	66,7	6,8	14,3	26,4	64,9
		Довірчий інтервал (95%), г	6,0-6,4	11,4-15,7	-	45,7-54,5	3,3-8,8	12,4-19,3	35,6-44,8	53,1-74,9	6,4-7,5	11,6-15,3	25,7-27,1	52,4-72,5	5,6-7,6	16,0-19,6	26,7-29,3	27,8-105,6	5,1-8,4	12,1-16,5	25,7-27,1	53,6-76,1

ДОДАТОК 4

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка Пінчука в Одеській затоці в весінній, літній та осінній періоди 2020 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,02	5,88	5,08	0,02	9,76	27,12	1,08	88,89	1746,67
<i>Oligochaeta</i>	2,15	41,18	867,99	1,46	18,29	549,27	-	-	-
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	0,79	11,76	22,53	1,09	8,54	39,28	-	-	-
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,0026	2,94	0,84	0,0041	2,44	2,46	-	-	-
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	-	-	-	0,03	13,41	114,75	0,05	50,00	520,14
<i>Tritia reticulata</i> (L.)	1,68	2,94	5,78	0,67	1,22	1,12	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa)	0,35	2,94	1,86	0,56	4,88	7,61	-	-	-
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	4,98	20,59	143,16	3,11	10,98	64,35	-	-	-
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	-	-	-	1,22	9,76	33,90	1,91	20,63	103,21
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	0,81	2,44	3,81	1,17	3,97	8,42
<i>Abra segmentum</i> (Recluz)	-	-	-	0,01	1,22	0,32	0,01	0,79	0,10
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	0,0035	2,44	2,45	0,06	79,37	1147,82
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	-	-	-	30,02	61,11	2402,11
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	23,78	70,59	2476,34	2,60	12,20	65,31	2,43	13,49	63,31
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	30,34	23,53	767,01	78,34	47,56	4345,86	54,66	50,00	3131,84
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	4,20	20,59	150,34	1,67	6,10	26,97	1,15	9,52	26,81
<i>Idotea balthica</i> Pallas	16,54	55,88	1776,79	4,75	19,51	283,32	5,73	56,35	906,67
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	7,06	26,47	822,48	0,30	6,10	15,56	1,55	57,94	690,12
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	0,04	1,22	0,36	-	-	-
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	0,18	8,82	9,10	0,19	8,54	18,78	-	-	-
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	-	-	-	0,13	1,22	0,46	-	-	-
<i>Microtopopus longimanus</i> Chevreux	-	-	-	0,0031	3,66	7,35	0,01	34,13	207,56
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,45	38,24	276,47	0,08	10,98	31,16	-	-	-
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	0,92	76,47	999,60	0,25	10,98	82,49	0,17	23,02	105,32
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	-	-	-	0,06	8,54	17,65	0,00	0,79	0,10
Бички (Gobiidae)	6,56	5,88	41,89	2,60	1,22	3,48	-	-	-

ДОДАТОК 5

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка Пінчука в Одеській затоці в весінній, літній та осінній періоди 2021 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,03	10,00	17,08	0,03	8,85	31,23	-	-	-
<i>Oligochaeta</i>	1,67	43,33	726,62	1,09	36,28	900,82	0,49	50,00	511,71
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	2,94	23,33	170,46	1,04	15,93	75,43	-	-	-
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	-	-	-	0,0029	1,77	1,38	-	-	-
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	0,03	26,67	99,26	0,03	34,51	309,95	0,04	36,25	332,79
<i>Tritia reticulata</i> (L.)	-	-	-	0,88	1,77	2,35	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa)	-	-	-	0,88	7,96	20,94	-	-	-
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	3,28	13,33	61,61	3,17	14,16	88,93	-	-	-
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	1,18	10,00	21,86	2,94	27,43	246,19	1,28	15,00	54,98
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	0,95	4,42	8,49	1,49	8,75	25,21
<i>Abra segmentum</i> (Recluz)	0,11	10,00	11,18	0,01	0,88	0,18	0,01	1,25	0,26
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	0,01	0,88	1,55	0,01	12,50	27,43
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	-	-	-	2,89	50,00	611,58
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	14,40	40,00	857,70	2,98	15,93	103,26	3,16	21,25	139,02
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	39,35	30,00	1271,14	78,16	49,56	4586,91	81,87	46,25	4421,13
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	11,43	36,67	739,10	1,38	9,73	38,06	1,43	13,75	52,49
<i>Idotea balthica</i> Pallas	10,24	56,67	1131,83	3,58	18,58	218,44	3,64	37,50	419,88
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	5,17	36,67	854,05	0,25	7,96	19,07	1,09	48,75	460,27
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	0,21	6,67	8,13	0,07	3,54	3,00	-	-	-
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	1,09	10,00	20,96	0,35	3,54	4,00	-	-	-
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	0,01	20,00	87,54	0,003	9,73	20,86	0,02	85,00	1201,62
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,33	30,00	160,76	0,05	3,54	6,36	-	-	-
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	0,97	10,00	140,54	0,22	28,32	204,45	0,26	38,75	302,65
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	-	-	-	0,05	6,19	11,15	0,27	47,50	418,74
Бички (Gobiidae)	7,56	6,67	54,87	1,83	0,88	1,79	2,05	1,25	2,56

ДОДАТОК 6

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка Пінчука в Одеській затоці в весінній, літній та осінній періоди 2023 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,04	15,38	34,94	0,04	19,03	105,82	0,05	27,87	93,91
<i>Oligochaeta</i>	1,10	90,38	1128,06	1,03	74,34	1884,20	1,59	70,49	1228,22
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	2,16	28,85	167,77	0,52	9,29	23,78	-	-	-
<i>Setia valvatoidea</i> (Milaschewitsch)	0,04	1,92	9,45	0,002	3,10	2,11	0,02	16,39	33,48
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	0,03	40,38	181,91	0,02	26,11	154,80	0,07	72,13	682,63
<i>Tritia reticulata</i> (L.)	13,36	1,92	30,78	1,07	2,21	3,44	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa)	4,06	1,92	15,24	0,58	5,75	10,57	2,41	11,48	53,03
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	5,64	25,00	207,08	2,89	14,16	84,84	2,85	8,20	33,97
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	2,50	19,23	94,92	1,60	13,72	71,16	2,54	16,39	80,92
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	3,32	1,92	9,51	1,64	8,41	29,28	2,73	11,48	46,12
<i>Abra segmentum</i> (Recluz)	0,06	5,77	3,86	0,004	0,44	0,04	0,02	1,64	0,33
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	0,004	1,92	1,18	0,003	3,98	4,26	0,05	50,82	386,37
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	-	-	-	6,65	73,77	1291,87
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	13,79	40,38	868,87	1,89	10,18	43,88	3,75	18,03	104,19
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	30,09	25,00	818,40	81,45	45,13	4415,34	58,74	44,26	2820,10
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	7,68	48,08	691,81	2,81	22,57	190,27	2,19	14,75	59,45
<i>Idotea balthica</i> Pallas	7,48	73,08	1140,69	2,61	23,89	217,45	6,68	57,38	784,68
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	3,65	73,08	1336,19	0,20	8,41	17,16	2,43	77,05	910,91
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	0,10	3,10	2,41	0,58	8,20	18,33
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	-	-	-	0,09	5,31	6,67	-	-	-
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	-	-	-	0,36	3,98	4,91	2,35	19,67	93,31
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	0,01	19,23	43,12	0,01	26,11	136,77	0,02	44,26	253,45
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,30	44,23	246,94	0,03	3,98	5,54	0,05	6,56	6,39
<i>Plumulojassa oia</i> (Spence Bate)	0,58	78,85	750,68	0,16	20,80	122,25	0,46	45,90	333,73
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,11	13,46	26,09	0,05	6,64	12,54	0,01	1,64	0,32
Бички (Gobiidae)	4,00	7,69	37,04	0,83	2,21	2,92	3,76	6,56	29,49

ДОДАТОК 7

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка Пінчука в Одеській затоці в весінній, літній та осінній періоди 2024 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,03	10,64	18,59	0,06	23,84	212,67	0,01	8,86	10,73
<i>Oligochaeta</i>	1,58	61,70	974,63	1,14	66,86	1805,33	1,62	77,22	1801,67
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	0,67	8,51	14,01	0,42	5,23	10,45	-	-	-
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,0022	2,13	0,53	-	-	-	-	-	-
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	0,04	68,35	524,12
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa)	0,30	2,13	1,15	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	-	-	-	1,12	4,65	10,52	-	-	-
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	-	-	-	-	-	-	0,47	5,06	5,48
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	-	-	-	2,60	13,92	59,97
<i>Abra segmentum</i> (Recluz)	-	-	-	-	-	-	0,01	1,27	0,20
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	0,001	1,74	0,75	0,01	11,39	15,41
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	-	-	-	4,58	81,01	1190,77
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	20,66	44,68	1372,24	3,39	16,86	127,04	9,93	55,70	965,47
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	35,36	23,40	890,68	85,04	33,72	3416,93	68,60	40,51	3158,47
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	3,56	17,02	106,42	1,95	13,37	75,75	2,92	21,52	135,04
<i>Idotea balthica</i> Pallas	19,21	57,45	2145,72	3,31	18,02	201,34	4,58	49,37	548,79
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	2,39	63,83	684,71	0,78	19,19	146,61	1,65	67,09	684,68
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	1,62	23,40	135,33	-	-	-	-	-	-
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	0,47	19,15	51,20	0,17	6,98	15,13	-	-	-
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	6,94	55,32	736,51	0,93	8,72	26,79	-	-	-
<i>Microtopopus longimanus</i> Chevreux	0,01	31,91	133,42	0,01	22,09	129,57	0,02	64,56	551,30
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,38	36,17	226,60	0,07	11,05	30,76	-	-	-
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	1,26	61,70	1121,11	0,24	23,84	196,35	0,32	40,51	273,69
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	-	-	-	0,06	5,81	12,80	0,35	49,37	394,12
Бички (Gobiidae)	5,56	2,13	13,91	1,29	1,74	3,00	-	-	-

ДОДАТОК 8

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка рудого в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2020 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,28	55,56	391,58	-	-	-	0,09	15,00	68,24
<i>Oligochaeta</i>	2,09	44,44	460,28	2,15	30,77	1252,55	1,02	50,00	464,92
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	6,37	22,22	233,49	-	-	-	4,31	45,00	451,76
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,10	14,81	73,86	0,002	7,69	37,09	0,03	20,00	51,46
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	0,06	25,93	79,47	0,03	15,38	111,69	0,07	25,00	176,80
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	-	-	-	2,98	15,38	82,88	13,86	40,00	758,16
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	2,85	15,38	80,88	-	-	-
<i>Chamelea gallina</i> L.	-	-	-	18,87	7,69	154,40	-	-	-
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	-	-	-	0,06	55,00	388,62
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	3,75	7,69	38,09	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	22,80	29,63	820,36	2,49	7,69	37,69	11,59	20,00	333,73
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo				55,59	28,21	1805,84	36,97	20,00	790,28
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	19,12	18,52	472,51	3,19	15,38	123,29	8,36	35,00	493,39
<i>Idotea balthica</i> Pallas	25,30	33,33	1194,22	-	-	-	13,44	50,00	1245,07
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	7,84	62,96	1251,11	-	-	-	2,43	30,00	302,17
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	2,53	44,44	346,45	-	-	-	1,20	40,00	251,63
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	10,22	25,93	372,17	-	-	-	5,37	30,00	294,94
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	0,07	74,07	729,51	0,004	15,38	37,13	0,01	20,00	51,14
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	-	-	-	0,08	7,69	19,14	0,09	10,00	13,66
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	1,46	70,37	711,15	0,23	7,69	48,07	0,73	35,00	337,78
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	1,75	55,56	724,07	0,17	23,08	115,05	0,39	35,00	191,88
<i>Cricotopus vitripennis</i> (Meigen)	-	-	-	0,54	15,38	156,57	-	-	-
Бички (Gobiidae)	-	-	-	7,07	7,69	63,63	-	-	-

ДОДАТОК 9

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка рудого в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2021 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,39	72,73	789,22	-	-	-	0,04	21,43	67,87
<i>Oligochaeta</i>	0,78	27,27	116,44	1,01	40,91	799,05	0,45	42,86	253,54
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	1,59	9,09	25,03	-	-	-	1,95	35,71	209,22
<i>Setia valvatoidea</i> (Milaschewitsch)	0,17	54,55	516,49	0,002	27,27	134,74	0,02	28,57	89,87
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	0,06	27,27	96,76	0,04	47,73	414,17	0,01	21,43	50,54
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	-	-	-	3,49	15,91	101,32	-	-	-
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	3,81	18,18	129,18	-	-	-
<i>Chamelea gallina</i> L.	-	-	-	18,94	6,82	137,59	35,82	14,29	534,03
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)							0,02	28,57	89,79
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	16,30	22,73	492,08	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	19,27	27,27	652,26	7,08	38,64	544,02	4,73	28,57	224,36
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo				37,21	31,82	1367,40	22,62	14,29	356,57
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	18,54	27,27	695,80	4,01	31,82	323,99	7,58	28,57	439,83
<i>Idotea balthica</i> Pallas	29,78	27,27	1192,63	-	-	-	10,96	50,00	1251,17
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	8,07	54,55	1201,51	-	-	-	2,15	78,57	966,65
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	0,22	7,14	7,17
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	1,49	18,18	90,51	-	-	-	0,97	57,14	412,86
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	17,86	27,27	709,06	-	-	-	4,38	50,00	492,57
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	0,05	18,18	127,70	0,02	56,82	608,93	0,01	28,57	111,88
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	-	-	-	0,04	6,82	8,69	0,45	35,71	350,84
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	0,52	27,27	109,39	0,27	40,91	314,13	0,47	57,14	517,95
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	1,45	54,55	649,69	0,33	40,91	417,69	0,08	14,29	23,45
<i>Cricotopus vitripennis</i> (Meigen)	-	-	-	0,32	13,64	82,86	-	-	-
Бички (Gobiidae)	-	-	-	7,10	6,82	56,80	-	-	-

ДОДАТОК 10

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка рудого в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2023 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,12	26,32	129,35	-	-	-	0,25	28,57	190,70
<i>Oligochaeta</i>	1,04	42,11	321,09	0,71	19,05	324,25	2,40	52,38	654,53
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	-	-	-	-	-	-	6,68	23,81	268,18
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,02	15,79	28,72	0,003	26,19	204,39	0,07	14,29	53,42
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	0,01	10,53	12,76	0,04	33,33	403,22	0,17	38,10	355,82
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	-	-	-	2,74	9,52	53,08	4,83	4,76	27,39
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	-	-	-	3,93	14,29	116,87	-	-	-
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	30,99	16,67	729,25	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	6,99	21,05	197,59	1,72	7,14	27,46	12,13	14,29	212,59
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	33,44	15,79	556,37	43,79	21,43	1120,78	-	-	-
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	19,06	26,32	769,38	2,57	11,90	89,68	18,15	33,33	819,17
<i>Idotea balthica</i> Pallas	16,21	36,84	994,18	-	-	-	29,16	19,05	800,10
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	4,15	47,37	678,79	-	-	-	6,78	57,14	1016,39
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	3,78	47,37	774,91	-	-	-	1,67	19,05	101,66
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	12,96	31,58	674,01	-	-	-	14,99	33,33	713,79
<i>Microtopopus longimanus</i> Chevreux	0,04	26,32	205,82	0,01	11,90	93,00	0,03	23,81	110,00
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin				0,05	7,14	15,59	0,26	9,52	19,91
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	1,07	36,84	414,63	0,25	21,43	187,69	1,76	42,86	547,04
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,93	26,32	276,67	0,19	19,05	138,72	0,67	23,81	125,27
Бички (Gobiidae)	-	-	-	12,99	9,52	150,73	-	-	-

ДОДАТОК 11

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка рудого в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2024 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,22	75,00	647,65	0,10	8,51	65,93	0,09	25,00	124,61
<i>Oligochaeta</i>	0,45	25,00	81,41	1,62	44,68	954,65	0,39	20,83	80,92
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	-	-	-	-	-	-	2,37	20,83	122,16
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	-	-	-	-	-	-	0,02	16,67	47,03
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	0,02	12,50	26,44
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	-	-	-	-	-	-	3,43	8,33	40,22
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	-	-	-	-	-	-	2,47	12,50	57,04
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	-	-	-	14,55	10,64	188,69	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	-	-	-	16,44	36,17	986,40	10,03	29,17	435,44
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	35,61	16,67	624,65	43,19	8,51	405,49	45,72	12,50	615,15
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	19,70	33,33	999,22	6,20	17,02	214,02	11,03	16,67	323,76
<i>Idotea balthica</i> Pallas	21,57	33,33	1186,38	-	-	-	12,55	54,17	1323,99
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	4,68	58,33	927,19	-	-	-	3,80	58,33	997,01
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	3,68	33,33	340,90	-	-	-	0,81	12,50	36,36
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	0,86	25,00	91,68	-	-	-	0,30	8,33	14,12
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	10,35	33,33	563,10	-	-	-	5,32	29,17	297,81
<i>Microtopopus longimanus</i> Chevreux	0,04	33,33	281,73	0,05	53,19	1052,86	0,02	16,67	93,55
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,18	16,67	34,10	-	-	-	0,68	29,17	325,78
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	1,72	41,67	733,52	0,63	27,66	334,54	0,62	45,83	413,14
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,93	66,67	685,13	0,74	23,40	360,23	0,33	29,17	152,54
Бички (Gobiidae)	-	-	-	16,47	6,38	117,32	-	-	-

ДОДАТОК 12

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка кам'яного в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2020 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,03	22,2	81,42	-	-	-	0,12	52,63	700,61
<i>Oligochaeta</i>	0,50	55,6	633,93	1,19	80,6	2622,91	0,31	26,32	152,88
<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud)	-	-	-	-	-	-	0,77	10,53	31,24
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,05	55,6	811,05	0,05	43,3	699,05	4,18	15,79	118,04
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	1,85	11,1	40,75	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	-	-	-	3,23	28,4	320,01	2,00	15,79	83,69
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	3,54	22,2	159,41	6,45	28,4	411,24	1,33	5,26	12,80
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	-	-	-	0,004	5,26	5,81
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	18,61	33,3	862,92	8,04	6,0	70,77	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	4,64	22,2	224,32	2,67	7,5	48,40	12,82	21,05	524,30
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	29,59	33,3	1168,29	35,98	14,9	657,19	52,02	26,32	1571,42
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	-	-	-	-	-	-	2,99	21,05	155,47
<i>Idotea balthica</i> Pallas	5,58	44,4	813,55	2,91	23,9	261,66	-	-	-
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	1,08	26,32	288,72
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	-	-	-	-	-	-	5,55	31,58	487,74
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	-	-	-	-	-	-	0,01	36,84	283,89
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,44	66,7	1120,25	0,08	7,5	29,09	0,18	26,32	149,44
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	-	-	-	-	-	-	3,60	21,05	214,63
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,41	55,6	831,01	0,19	25,4	209,05	0,16	10,53	47,91
Бички (Gobiidae)	34,75	22,2	853,08	39,21	3,0	119,56	12,85	5,26	73,40

ДОДАТОК 13

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка кам'яного в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2021 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,12	50,0	574,09	-	-	-	0,03	21,05	89,31
<i>Oligochaeta</i>	0,43	25,0	181,20	1,42	55,6	1811,60	0,10	10,53	23,18
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,06	37,5	428,29	0,05	37,0	477,43	0,01	10,53	22,24
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	0,004	5,26	5,56
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa)	-	-	-	-	-	-	0,53	5,26	8,31
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	6,34	25,0	272,11	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	1,52	12,5	47,41	3,09	25,9	246,66	4,10	42,11	527,04
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	9,09	25,0	397,81	3,52	14,8	106,58	-	-	-
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	-	-	-	0,01	5,26	11,12
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	23,93	37,5	1153,06	9,27	14,8	191,76	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	2,65	12,5	61,55	5,39	18,5	218,81	5,36	31,58	368,68
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	16,91	12,5	239,77	54,06	22,2	1425,63	45,58	31,58	1705,16
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	-	-	-	-	-	-	2,29	21,05	136,89
<i>Idotea balthica</i> Pallas	8,19	62,5	1364,44	4,37	18,5	267,75	5,06	36,84	613,08
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	-	-	-	-	-	-	1,37	57,89	749,82
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	1,18	36,84	314,91
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	0,83	47,37	488,02
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	-	-	-	-	-	-	3,79	42,11	513,94
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,42	37,5	441,85	0,22	18,5	156,97	0,14	26,32	142,22
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,62	50,0	826,40	0,15	11,1	62,88	0,09	15,79	51,27
Бички (Gobiidae)	29,72	25,0	856,61	18,45	7,4	150,27	29,55	15,79	516,39

ДОДАТОК 14

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка кам'яного в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2023 р.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,43	39,1	294,41	0,09	30,8	417,91	0,09	55,56	589,53
<i>Oligochaeta</i>	0,43	52,2	607,53	0,68	41,0	711,46	0,46	33,33	331,29
<i>Setia valvatoides</i> (Milaschewitsch)	0,01	13,0	36,68	0,003	2,6	2,04	-	-	-
<i>Tritia reticulata</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	2,71	5,56	20,89
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	1,58	8,7	30,02	-	-	-	4,57	22,22	195,14
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	1,14	13,0	51,42	0,34	2,6	2,91	1,64	16,67	80,03
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière)	2,27	13,0	66,19	-	-	-	1,09	5,56	11,92
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O.G. Costa)	-	-	-	-	-	-	0,004	5,56	5,87
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	25,90	39,1	1488,78	14,32	20,5	423,90	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	4,63	30,4	340,15	7,14	17,9	299,03	6,69	22,22	312,42
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	21,11	21,7	560,57	45,52	23,1	1270,22	36,58	27,78	1191,48
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach)	-	-	-	-	-	-	4,90	27,78	370,16
<i>Idotea balthica</i> Pallas	6,48	21,7	526,90	4,29	23,1	355,40	5,42	50,00	849,78
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	-	-	-	-	-	-	1,20	44,44	474,46
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	0,54	33,33	123,29
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	-	-	-	0,31	10,3	43,84	0,59	33,33	230,24
<i>Orchestia montagui</i> Audouin	-	-	-	1,26	5,1	22,74	2,03	22,22	138,57
<i>Microprotopus longimanus</i> Chevreux	-	-	-	0,01	10,3	97,80	-	-	-
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,25	26,1	299,12	0,15	20,5	133,33	0,15	27,78	150,40
<i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate)	-	-	-	0,17	15,4	100,33	-	-	-
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,33	30,4	436,74	-	-	-	0,13	22,22	96,40
Бички (Gobiidae)	35,81	21,7	880,16	25,73	7,7	216,24	31,20	16,67	572,71

ДОДАТОК 15

Відносна маса (М, %), частота трапляння (ЧТ, %) та індекс відносної значущості (ІВЗ, %) кормових об'єктів в живленні бичка кам'яного в Одеській затоці в весінній, літній та осінній період 2024 р. Поставь риски в пустих чарунках.

Об'єкти живлення	Показники живлення								
	Весна			Літо			Осінь		
	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %	М, %	ЧТ, %	ІВЗ, %
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller)	0,04	29,6	250,81	0,08	37,5	503,08	0,07	38,10	376,88
<i>Oligochaeta</i>	0,33	37,0	402,14	0,61	46,9	787,29	0,59	52,38	732,58
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	-	-	-	-	-	-	0,01	14,29	38,39
<i>Tritia reticulata</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	2,07	4,76	14,11
<i>Mytilus galoprovincialis</i> Lamarck	-	-	-	0,38	3,1	4,16	0,42	4,76	6,25
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin)	29,52	18,5	858,49	15,85	25,0	586,76	-	-	-
<i>Palaemon elegans</i> Rathke	4,90	25,9	345,48	4,61	21,9	246,66	8,04	42,86	765,59
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo	27,37	18,5	643,36	37,80	28,1	1304,22	41,97	33,33	1666,87
<i>Idotea balthica</i> Pallas	4,11	40,7	724,79	3,73	28,1	399,60	4,52	47,62	725,45
<i>Pectenogammarus olivii</i> (H. Milne Edwards)	-	-	-	0,74	25,0	208,87	0,41	19,05	75,81
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	0,97	33,33	240,50
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	-	-	-	-	-	-	0,75	28,57	276,64
<i>Microtopopus longimanus</i> Chevreux	-	-	-	0,004	12,5	47,67	0,004	14,29	38,32
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin	0,25	44,4	619,39	0,12	25,0	145,98	-	-	-
<i>Plumulojassa oia</i> (Spence Bate)	-	-	-	0,14	18,8	109,82	0,08	14,29	39,40
<i>Crassikorophium bonelli</i> (H. Milne Edwards,)	0,31	33,3	536,54	0,20	28,1	246,63	0,41	61,90	965,29
Бички (Gobiidae)	33,17	18,5	711,65	35,74	12,5	506,23	39,68	23,81	1051,02

ДОДАТОК 16

**Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) та тесту Тьюкі HSD
для порівняння рухової активності трьох видів бичків за періодами доби**

Вид бичка	F-критерій	p-рівень	Висновок ANOVA (відмінності між періодами доби)	Порівнювані періоди доби	Різниця між середніми значеннями активності (рух/год)	p-рівень Tukey	Висновок Tukey (період доби вищої активності)
Бичок Пінчука	95,41	$1,12 \times 10^{-22}$	Значущі ($p < 0,05$)	вечірній - денний	-1,28	0,987	Не значуща відмінність
				вечірній - нічний	-16,34	0,0001	Нічний
				вечірній - ранковий	-34,56	0,0003	Ранковий
				денний - нічний	-15,06	0,0001	Нічний
				денний - ранковий	-33,28	0,0003	Ранковий
				нічний - ранковий	-18,22	0,0002	Ранковий
Бичок рудий	128,67	$2,34 \times 10^{-25}$	Значущі ($p < 0,05$)	вечірній - денний	-29,45	0,0001	Вечірній
				вечірній - нічний	10,78	0,012	Вечірній
				вечірній - ранковий	-14,32	0,0004	Вечірній
				денний - нічний	40,23	0,0002	Денний
				денний - ранковий	15,13	0,0001	Денний
				нічний - ранковий	-25,1	0,0002	Ранковий
Бичок кам'яний	132,45	$9,56 \times 10^{-26}$	Значущі ($p < 0,05$)	вечірній - денний	-27,89	0,0002	Денний
				вечірній - нічний	-14,56	0,0003	Нічний
				вечірній - ранковий	-15,78	0,0001	Ранковий
				денний - нічний	13,33	0,0001	Денний
				денний - ранковий	12,11	0,0001	Денний
				нічний - ранковий	-1,22	0,912	Не значуща відмінність

ДОДАТОК 17

**Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) та тесту Тьюкі HSD
для порівняння агресивної активності трьох видів бичків за періодами доби**

Вид бичка	F-критерій	p-рівень	Висновок ANOVA (відмінності між періодами)	Порівнювані періоди	Різниця між середніми значеннями агресивності	p-рівень Tukey	Висновок Tukey (період вищої агресивності)
Бичок Пінчука	15,48	$1,93 \times 10^{-5}$	Значущі ($p < 0,05$)	Денний / Вечірній	5,11	0,144	Не значуща відмінність
				Денний / Ранковий	-15,18	0,0004	Ранковий
				Денний / Нічний	3,59	0,521	Не значуща відмінність
				Вечірній / Ранковий	-20,29	0,0001	Ранковий
				Вечірній / Нічний	-1,52	0,935	Не значуща відмінність
				Ранковий / Нічний	18,77	0,0001	Ранковий
Бичок рудий	9,95	$3,19 \times 10^{-4}$	Значущі ($p < 0,05$)	Денний / Вечірній	6,16	0,004	Денний
				Денний / Ранковий	6,13	0,038	Денний
				Денний / Нічний	8,78	0,0004	Денний
				Вечірній / Ранковий	-0,03	1,000	Не значуща відмінність
				Вечірній / Нічний	2,62	0,460	Не значуща відмінність
				Ранковий / Нічний	2,65	0,646	Не значуща відмінність
Бичок кам'яний	17,91	$6,92 \times 10^{-6}$	Значущі ($p < 0,05$)	Денний / Вечірній	9,15	0,0001	Денний
				Денний / Ранковий	2,65	0,429	Не значуща відмінність
				Денний / Нічний	3,97	0,055	Не значуща відмінність
				Вечірній / Ранковий	-6,49	0,006	Ранковий
				Вечірній / Нічний	-5,17	0,009	Нічний
				Ранковий / Нічний	1,32	0,891	Не значуща відмінність