

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:

Завідувач кафедри

водних біоресурсів та аквакультури

д. б. н., проф. _____ Новіцький Р.О.

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр на тему:

АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РІЧКОВОГО РАКА
(*ASTACUS LEPTODACTYLUS*) В УМОВАХ РІЧКА САМАРА В
МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Здобувачка першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

_____ Семен НАУМЕНКО

Керівник дипломної роботи,
к. с.–г. наук, доцентка

_____ Анна ГОРЧАНОК

Дніпро, 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д. б. н.,

проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ

“ 15 ” жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційну роботу здобувачу вищої освіти

Семену НАУМЕНКО

1. Тема роботи: **Аналіз біологічних особливостей річкового рака (*Astacus leptodactylus*) в умовах річки Самара в межах Дніпропетровської області**

Затверджена наказом по університету від “ 25 ” 04 2025 р. № 847

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи 16 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: дослідження проводилися з аналізу біологічних особливостей річкового рака (*Astacus leptodactylus*) в умовах річки Самара в межах Дніпропетровської області.

4. Короткий зміст роботи - перелік питань, що розробляються в роботі: вступ, огляду літератури, матеріал, умови та методики виконання роботи, результати власних досліджень, також наведено меліоративні заходи при вирощуванні раків у природних водоймах, зроблено висновки та надано пропозиції, список використаних літературних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу: таблиць – 4; рисунків – 7.

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Проведення наукового досліджу. Економічна ефективність вирощування товарного коропа	доцентка Анна ГОРЧАНОК		

7. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2024 р.

Керівник _____
(підпис)

Завдання прийняв(ла) до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Визначення темп кваліфікаційної роботи. Отримання завдання	жовтень 2024 р.	Виконано
2.	Виконання теоретичної частини роботи: робота з зарубіжними і вітчизняними джерелами, опрацювання літературних посилань.	жовтень-грудень 2024 р.	Виконано
3.	Проведення власних досліджень.	березень-травень 2025 р.	Виконано
4.	Узагальнення результатів, підготовка розрахунків і текстової частини	травень 2025 р.	Виконано
5.	Робота з науковим керівником, опрацювання матеріалу	квітень-червень 2025 р.	Виконано
6.	Підготовка чистового варіанта кваліфікаційної роботи	червень 2025 р.	Виконано
7.	Підготовка презентації. Попередній захист дипломної роботи	11 червня 2025 р.	Виконано
8.	Захист кваліфікаційної роботи	25 червня 2025 р.	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Семен НАУМЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Анна ГОРЧАНОК
(підпис)

АНОТАЦІЯ

*Кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавр здобувача
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
кафедри водних біоресурсів та аквакультури денної форми навчання
біотехнологічного факультету ДДАЕУ*

Семена НАУМЕНКА

на тему: АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РІЧКОВОГО РАКА (*ASTACUS LEPTODACTYLUS*) В УМОВАХ РІЧКИ САМАРА В МЕЖАХ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Робота присвячена вивченню річкових раків родини Astacidae, які є важливими об'єктами промислового вилову безхребетних у прісноводних екосистемах. Річкові раки належать до підряду Macrura, ряду Decapoda та підкласу Malacostraca. Довгопалий рак (*Astacus leptodactylus*) відіграє ключову роль у промисловому господарстві та підтримує стабільність біоценозів водойм.

У межах Дніпропетровської області річкові раки мешкають у різноманітних прісноводних водоймах, таких як річки (Оріль, Мокра Сура), озера, заплави, ставки. Ці водойми зазнають значного антропогенного впливу, зокрема через забруднення хімічними сполуками, нафтопродуктами, стічними водами, азотними та фосфорними добривами, що впливає на цикли розвитку, репродуктивні процеси та морфологічні характеристики гідробіонтів. Чутливість раків до змін у середовищі робить їх ефективними біоіндикаторами. Як маркери біоіндикації використовуються показники плодючості та морфометричні характеристики. Дослідження проводилися на основі аналізу особин, зібраних із річки Самара в районі міста Дніпра.

Використано різні методи та підходи, що дозволило отримати важливу інформацію про біологію та поведінку цього виду раків у природних умовах.

Встановлено, що важливо дотримуватися природніх умов для вирощування річкового рака в умовах природніх водойм. Зроблено висновок про важливу роль екологічних факторів у розвитку річкового рака.

Об'єктом дослідження є річковий рак (*Astacus leptodactylus*), зокрема його популяція в природних умовах річки Самара в межах Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є біологічні особливості річкового рака (*Astacus leptodactylus*), зокрема його морфометричні характеристики, репродуктивний потенціал, поведінкові адаптації, а також вплив біогеохімічних і екологічних умов річки Самара (Дніпропетровська область) на стан і розподіл популяції цього виду.

Ключові слова: річкові раки, морфометрія, лінійно-вагові показники, кластерний аналіз, водосховище, плодючість, *Astacus leptodactylus*, десятиногі раки, біоіндикація, водойма, екологічний стан

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 63 сторінки, 4 таблиць, 7 рисунків, список використаних літературних джерел із 33 найменувань.

ANNOTATION

Qualifying work for a bachelor's degree of first (bachelor's) higher education level departments of aquatic bioresources and aquaculture of full -time training

Semen NAUMENKO

On the topic: analysis of biological features of river cancer (*Astacus leptodactylus*) in the conditions of the Samara River within the Dnipropetrovsk region

The work is devoted to the study of river cancers of the Astacidae family, which are important objects of industrial catch invertebrates in freshwater ecosystems. River crayfish belongs to the Macrura contract, the DECAPODA and Malacostraca subclass. Long -fold cancer (*Astacus leptodactylus*) plays a key role in the industrial economy and maintains the stability of biocenoses of reservoirs.

Within the Dnipropetrovsk region, river crayfish live in various freshwater reservoirs such as rivers (Samara, Oryl, wet Sura), lakes, floodplains, ponds. These reservoirs have significant anthropogenic effects, in particular due to contamination of chemical compounds, petroleum products, wastewater, nitrogen and phosphorus fertilizers, which affects development cycles, reproductive processes and morphological characteristics of hydrobionts. Cancer sensitivity to changes in the environment makes them effective bioindicators. Fertility and morphometric characteristics are used as bioindication markers. The studies were conducted on the basis of analysis of individuals collected from the Samara River in the Dnieper area.

Different methods and approaches have been used, which allowed to obtain important information about the biology and behavior of this type of crayfish in natural conditions.

It is established that it is important to observe natural conditions for growing river cancer in the conditions of natural reservoirs. The conclusion about the important role of environmental factors in the development of river cancer.

The object of the study is river cancer (*Astacus leptodactylus*), in particular its population in the natural conditions of the Samara River within the Dnipropetrovsk region.

The subject of the study is the biological features of river cancer (*Astacus leptodactylus*), in particular its morphometric characteristics, reproductive potential, behavioral adaptations, as well as the influence of biogeochemical and environmental conditions of the Samara River (Dnipropetrovsk region) on the state and distribution of population of this species.

Keywords: river crayfish, morphometry, linear-weights, cluster analysis, reservoir, fertility, *Astacus leptodactylus*, tenth-legged crayfish, bioindication, reservoir, ecological status

The bachelor's qualification work contains 63 pages, 4 tables, 7 figures, a list of literary sources used with 33 titles.

ЗМІСТ

	стор
ВСТУП	8
1.1 Актуальність теми	8
1.2 Мета та завдання	10
РОЗДІЛ 2 БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІЧКОВИХ РАКІВ (огляд літератури)	13
2.1 Біологічна характеристика річкових раків	13
2.2 Видове різноманіття представників класу Ракоподібні	16
РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
3.1 Мета, матеріали та методи дослідження	26
3.2 Характеристика умови проведення досліджень у водоймі р. Самара	27
РОЗДІЛ 4 ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	30
4.1 Біологічні особливості річкового рака (<i>Astacus leptodactylus</i>) в умовах річки Самара	30
4.2 Швидкість росту і розвитку за життєвий цикл річкового рака <i>Astacus leptodactylus</i>	35
4.3 Характеристика природного середовища річки Самара в межах Дніпропетровської області та його вплив на річкового рака (<i>Astacus leptodactylus</i>)	39
4.4 Аналіз лінійно-вагових показників річкових раків (<i>Astacus leptodactylus</i>) у водоймі р. Самара Дніпропетровської області	41
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ РІЧКОВОГО РАКА (ASTACUS LEPTODACTYLUS)	51
РОЗДІЛ 6 ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ	53
6.1 Меліоративні заходи при вирощуванні раків у природних водоймах	53
ВИСНОВКИ	55
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	60

ВСТУП

1.1 Актуальність теми

Клас ракоподібних вирізняється значним біологічним розмаїттям і відіграє важливу роль у водних екосистемах. Він налічує понад 30 тисяч видів, представлених як планктонними, так і бентосними формами. Деякі групи ракоподібних адаптувалися до наземного існування, демонструючи еволюційний перехід від водного середовища. Сьогодні ракоподібні є цінним об'єктом рибного промислу, включаючи вилов креветок, крабів, омарів, лангустів, річкових раків і балянусів, зокрема персебеса («морського трюфеля»), який вважається делікатесом [12, 14, 15].

Останні 15 років характеризуються зростанням інтересу до штучного розведення раків у ставкових господарствах. Греція та Італія лідирують за споживанням раків на душу населення, імпортуючи їх переважно з країн пострадянського простору, таких як Україна, Молдова та Росія [53].

У розвинених країнах протягом останніх десятиліть активно розвивається марікультура – вирощування риби, моллюсків і ракоподібних у морських садкових системах.

Ракоподібні є важливим харчовим ресурсом: у 2019 році було виловлено близько 13 мільйонів тон, переважно десятиногих (креветки, краби, омари). Креветки становлять понад 70 % улову, причому 80 % їх видобувається в Азії, де Китай забезпечує майже половину світового обсягу [45].

За даними ФАО, споживання риби та морепродуктів в Україні значно нижче фізіологічної норми (22 кг/рік), досягаючи лише 16 кг на душу населення. Споживання моллюсків становить лише 100 г на людину на рік, що вказує на дефіцит у забезпеченні морепродуктами та проблеми продовольчої безпеки в цьому секторі.

На сучасному етапі, однією з найбільш перспективних галузей вирощування є прісноводні раки сімейства *Astacidae*, включаючи

широкопалого (*Astacus astacus*) та вузькопалого (*Pontastacus leptodactylus*) раків річкових [53].

Річкові раки є одними з найбільших безхребетних, що населяють різноманітні прісноводні водойми. Вони відіграють ключову роль у бентосних екосистемах. Живлячись широким спектром їжі – від водних рослин і органічних решток до безхребетних, а подекуди й хребетних, – раки значно впливають на бентосні угруповання, сприяючи циркуляції енергії та речовин у водних екосистемах.

Чисельність раків у природних водоймах неухильно зменшується, і в найближчій перспективі значного відновлення їхніх популяцій не передбачається. Для збільшення запасів річкових раків необхідно впроваджувати біотехнічні заходи в річках і водосховищах, а також розвивати штучне розведення в ставкових господарствах. Однак розробка технологій штучного розведення обмежена недостатнім розумінням біології та адаптаційних можливостей цих гідробіонтів.

Серед основних стресових факторів для ракоподібних виділяють коливання температури, дефіцит кисню, високу щільність посадки, а також хімічний склад води та ґрунтів. Ці фактори впливають на внутрішнє середовище організму раків, викликаючи фізіологічні зміни. Водночас механізми впливу цих факторів, особливості метаболізму раків і поняття «фізіологічної норми» залишаються недостатньо дослідженими.

Річкові раки належать до найбільших безхребетних прісноводних екосистем і відіграють ключову роль у бентосних угрупованнях. Вони живляться широким спектром їжі, включно з водними рослинами, органічними рештками, безхребетними та, можливо, подекуди хребетними, впливаючи на структуру бентосу та циркуляцію енергії й речовин у водоймах. Чисельність раків у природних середовищах скорочується, і найближчим часом значного відновлення популяцій не очікується. Для їхнього збереження необхідно застосовувати біотехнічні заходи в річках і водосховищах, а також розвивати штучне вирощування в ставах. Проте прогрес у цій сфері

стримується недостатнім розумінням біології раків та їхньої адаптаційної здатності. До основних стресових факторів належать зміни температури, нестача кисню, висока щільність популяції та хімічний склад води й ґрунтів. Ці фактори впливають на фізіологічні процеси раків, однак механізми їхньої дії, метаболічні особливості та поняття «фізіологічної норми» залишаються маловивченими.

1.2 Мета та завдання

Метою даної роботи є комплексне вивчення біологічних особливостей довгопалого річкового рака (Astacus leptodactylus) у природних умовах річки Самара в межах Дніпропетровської області з метою оцінки стану його популяції та визначення факторів, що впливають на її життєдіяльність.

Дослідження спрямоване на поглиблення знань про екологічні та фізіологічні адаптації цього виду в контексті антропогенного впливу та природних умов регіону, а також на розробку рекомендацій для збереження та раціонального використання популяцій раків.

Для реалізації поставленої мети визначено наступні завдання:

Провести систематичний аналіз наукових публікацій, монографій та інших інформаційних джерел, присвячених біології, екології та розподілу річкового рака (*Astacus leptodactylus*), з акцентом на регіональні особливості його існування в Україні, зокрема в басейні річки Самара.

Огляд має включати сучасні дані про таксономію, морфологію, репродуктивну біологію, а також вплив екологічних і антропогенних факторів на популяції раків.

Розробити та обґрунтувати оптимальні методи дослідження, враховуючи специфіку середовища річки Самара та біологічні особливості *Astacus leptodactylus*.

Вибір методів включає техніки збору проб, морфометричного аналізу, оцінки біогеохімічних параметрів і статистичної обробки даних, що забезпечать достовірність результатів.

Дослідити ключові біологічні параметри популяції річкового рака в природних умовах річки Самара, включаючи вікову структуру, статевий склад, репродуктивний потенціал (плодючість самок, виживання ікри та личинок), а також поведінкові особливості (активність, живлення, міграції). Особливу увагу приділити адаптаційним механізмам виду до місцевих умов.

Оцінити біогеохімічні характеристики біоценозу річкового рака, зокрема хімічний склад води (вміст кисню, амонійного азоту, фосфатів, кальцію, кремнію), тип ґрунтів, трофічний статус водойми та наявність забруднювачів (важкі метали, органічні сполуки). Визначити, як ці фактори впливають на фізіологічний стан і розподіл раків.

Провести детальне вивчення морфометричних характеристик популяції *Astacus leptodactylus* у річці Самара, включаючи вимірювання розмірів тіла (довжина, маса, ширина панцира), пропорцій клешень, статевого диморфізму та інших параметрів. Оцінити залежність цих характеристик від віку, статі, сезону та екологічних умов.

Узагальнити отримані результати, оцінити стан популяції річкового рака в річці Самара, визначити ключові фактори, що обмежують її чисельність, та розробити практичні рекомендації щодо збереження виду.

Пропозиції можуть включати заходи з покращення якості води, створення штучних укриттів, регулювання антропогенного впливу та розвитку аквакультури раків у регіоні.

Дослідження дозволить отримати нові дані про біологічні та екологічні особливості *Astacus leptodactylus* у басейні річки Самара, оцінити вплив природних і антропогенних факторів на популяцію та запропонувати науково обґрунтовані заходи для її збереження. Отримані результати матимуть значення для екологічного моніторингу, раціонального використання водних ресурсів і розвитку аквакультури в Дніпропетровській області.

Робота поглибить розуміння адаптаційних можливостей річкового рака в умовах антропогенного тиску, уточнить регіональні особливості його біології та надасть нові дані про біогеохімічні фактори, що впливають на популяцію. Це сприятиме розробці стратегій збереження виду в умовах мінливого клімату та інтенсивного використання водних екосистем.

Результати дослідження можуть бути використані для розробки програм екологічного менеджменту річки Самара, оптимізації умов для природного відтворення раків, а також створення технологій їх штучного розведення. Рекомендації сприятимуть підвищенню біорізноманіття та економічній ефективності рибогосподарської діяльності в регіоні.

РОЗДІЛ 2 БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РІЧКОВИХ

РАКІВ (огляд літератури)

2.1 Біологічна характеристика річкових раків

Річкові раки, що належать до родини Astacidae, представлені в Україні двома видами: широкопалим (*Astacus astacus*) і довгопалим (*Astacus leptodactylus*), які поширені по всій Європі. Довгопалий, або вузькопалий, рак є більш поширеним. Його клешні довші й тонші порівняно з широкопалим раком і містять менше м'яса. Тіло рака вкрите міцним вапняковим панциром, який виконує функцію зовнішнього скелета [1, 6, 18].

За репродуктивною здатністю самки довгопалого рака значно переважають самок широкопалого. Абсолютна плодючість самок *A. leptodactylus* становить близько 276 ікринок, а робоча – приблизно 190 ікринки [1].

У природних умовах річкові раки обирають спокійні проточні водойми, такі як річки, канали, струмки, а також озера та проточні ставки з тінистими берегами. Вони ховаються в норах, під коренями дерев або корчами. Дихання здійснюється через зябра, але за високої вологості раки здатні дихати атмосферним повітрям. Раки дуже чутливі до якості води: при її забрудненні чи цвітінні вони залишають водойму, мігруючи до більш сприятливих умов [1, 8, 9, 12, 16].

Особливо вимогливі річкові раки до вмісту кисню у воді (5,4–9,2 мг/л) і погано переносять кисле середовище. Оптимальний діапазон рН становить 7–9 (нейтральне або слабко лужне). Температура води для росту та розмноження має бути в межах +17...+18°C, хоча дорослі особини можуть витримувати температури від +4 до +28°C. Погіршення якості води взимку може призвести до повного вимирання популяцій. При розведенні раків у господарствах необхідно ретельно контролювати якість води, особливо поблизу населених пунктів чи дачних зон [19, 20].

Довгопалі раки активні протягом усього року, надаючи перевагу глинистим або м'яким ґрунтам, де вони риють нори в обривистих берегах. Линяння у дорослих особин відбувається 1–2 рази на рік, у молодих – частіше, залежно від росту. Перше линяння зазвичай припадає на кінець травня – червень, залежно від місцевих умов [2, 3, 4].

Раки ведуть нічний спосіб життя, ховаючись удень у норах або укриттях, а в сутінках виходячи на полювання. Вони повзають по дну, рідко плаваючи, але можуть виходити на берег у пошуках їжі. Завдяки розвиненому нюху та зору раки здатні розпізнавати запахи на значній відстані як у воді, так і на суші. Вони реагують на червоні предмети, сприймаючи їх як їжу, і швидше знаходять затхлу рибу, ніж свіжу, орієнтуючись на запах [4, 17].

Життєдіяльність раків залежить від умов середовища та наявності їжі, що впливає на їхній розподіл, міграції, репродукцію та міжвидові взаємодії [5, 8, 15]. Раки є всеїдними, споживаючи переважно водні рослини, багаті на кальцій (елодея, жабурник, рдесники, харові водорості), а також стебла очерету, рогозу та осоки. Харові водорості становлять 14–70% їхнього раціону. Ротовий апарат дозволяє ракам споживати як м'які, так і жорсткі рослини. Добова норма їжі становить приблизно 2,5% від маси тіла. У природі ворогами раків є хижі риби (щука, окунь, судак, сом), водоплавні птахи, водяні щури та лисиці [8, 11, 13, 14].

Раки також споживають тваринну їжу: дрібних молюсків, червів, личинок комах, пуголовків і, рідше, дрібну рибу. Раціон залежить від віку: личинки довгопалого рака споживають до 70–80 % тваринної їжі, зокрема дафній (59 %) і хірономід (25 %). З віком частка дафній зменшується до 50 %, а у дворічних особин вони повністю зникають із раціону.

Молодь річкових раків різних вікових груп активно споживає хірономід (24–25 %). Цьоголітки, досягнувши довжини 2 см, включають до раціону комах та їхніх личинок (18–45 %). Із ростом частка бокоплавів у харчуванні зростає: від 5% у цьоголіток до 63% у молоді довжиною 8–10 см. Молюски

з'являються в раціоні, коли довжина цьоголіток досягає 3 см, а риба – при довжині 4 см [18, 19].

Розмноження річкових раків відбувається навесні. Самці та самки легко розрізняються за зовнішніми ознаками: самці більші за розміром, статеві отвори розташовані в основі п'ятої пари ніг у самців і третьої пари ніг у самок. Черевні ніжки також відрізняються: у самців перші дві пари розвинені, спрямовані до голови, тоді як у самок вони або відсутні, або мають вигляд тонких придатків. Плесо самця вужче, ніж у самки. Запліднення ікри відбувається внутрішньо. Після спарювання самка часто буває виснаженою, що може призвести до її загибелі та втрати ікри. Самець здатний запліднити 2–3 самки, але через виснаження може поїсти останню самку за нестачі їжі. Оптимальне співвідношення самців до самок у водоймах має бути 1:3 [4].

Через 3–4 тижні після спарювання самка відкладає ікру, яка приклеюється до псевдоніжок під плесом і залишається там до вилуплення личинок. Ікра потребує постійного обмивання кисневмісною водою, тому самка активно вентилює воду під плесом. Ікра часто гине через пошкодження дрібними безхребетними, такими як водяні скорпіони чи жуки, а також через забруднення водоростями чи пліснявою. Самка очищає ікру від бруду та плісняви. Із ікри вилуплюється не більше 60 личинок [1, 4].

Довжина новонароджених раків становить 1–1,5 мм. Перші дні вони залишаються прикріпленими до плеса самки, через 1–2 тижні починають плавати поблизу неї, а у віці 1,5–2 місяці остаточно покидають матір. Ростуть личинки повільно, досягаючи до осені довжини 2,5–3 см. На кінець другого року життя молоді раки виростають до 6 см, додаючи приблизно 1 см щороку. У віці 10 років довжина раків сягає 9–10 см. Статева зрілість настає на третьому році життя, коли маса десяти особин становить близько 0,5 кг [2, 13, 14].

2.2 Видове різноманіття представників класу Ракоподібні

Підтип Ракоподібні налічує близько 30 000 видів і вирізняється надзвичайною біологічною різноманітністю. Більшість представників цього підтипу мешкають у водних середовищах, переважно в морських екосистемах із солоною водою, хоча є й види, адаптовані до прісних водойм. До ракоподібних належать омари, краби, річкові раки, креветки, веслоногі ракоподібні, черепашкові раки та інші подібні організми (рис. 1).

Ракоподібні характеризуються унікальними особливостями, зокрема наявністю двох пар придатків перед ротовим отвором і парних щелепних придатків біля рота. Однак через велику різноманітність видів загальні характеристики для всіх ракоподібних сформулювати складно, оскільки існує багато винятків.

Ці організми демонструють вражаючу здатність адаптуватися до різних умов. Деякі види, наприклад мокриці, живуть на суші, заселяючи ґрунти від пустель до вологих тропіків, де ведуть прихований спосіб життя та риють нори. У тропічних регіонах можна зустріти наземних бокоплавів, крабів і крабоїдів. Така адаптивність до різноманітних середовищ є однією з ключових рис ракоподібних.

Серед ракоподібних є також паразитичні види, які впливають на водних безхребетних і риб, наприклад, коропова воша, що паразитує на коропових рибах [52].

Ряд Десятиногі (Decapoda) включає найбільш розвинених представників класу ракоподібних. На відміну від інших ракоподібних, десятиногі мають високу харчову цінність і в багатьох країнах вважаються делікатесами [1, 4, 6]. На сьогодні відомо понад 8500 видів десятиногих [9]. Вони заселяють усі типи водойм, від поверхневих шарів до глибин Світового океану, а також підземні води [11, 14, 16, 24].

У природних екосистемах десятиногі відіграють важливу роль. Вони споживають мікроскопічні водорості, які формують основну частину органічної речовини у водоймах, і водночас є кормом для риб [3, 30].

Для людини ракоподібні є цінним харчовим ресурсом. М'ясо креветок, крабів, омарів і лангустів широко використовується як високоякісний продукт у різних країнах [25, 28, 29]. Особливо перспективним для аквакультури є довгопалий річковий рак, який існує в незмінному вигляді з Юрського періоду (130 млн років тому) і поширений у багатьох водоймах Європи. Використання раків у їжу має давню історію. Річкові раки є самодостатніми організмами, які не потребують штучного годування чи вирощування в садках [6, 8, 11, 15]. Їхнє м'ясо, низькокалорійне та легко засвоюване, вважається кориснішим за м'ясо інших тварин, а ікра раків також використовується в кулінарії [9].

Багато видів риб, як морських, так і прісноводних, залежать від ракоподібних. Наприклад, оселедець живиться переважно планктонними ракоподібними, тоді як деякі риби споживають їх лише на ранніх етапах розвитку, переходячи згодом на інший корм [12, 17, 21, 27]. Дрібними ракоподібними живляться не тільки дрібні риби, але й великі морські тварини, такі як китові акули та беззубі кити [4].

Підтип Ракоподібні включає приблизно 30 000 видів і характеризується значним біологічним розмаїттям. Більшість із них мешкають у водних середовищах, переважно в морях із солоною водою, хоча є й види, що адаптувалися до прісних водойм. До цієї групи належать омари, краби, річкові раки, креветки, веслоногі ракоподібні, ракушкові та інші організми (рис. 1).

Відмінною особливістю ракоподібних є наявність двох пар придатків перед ротовим отвором і парних щелепних придатків біля рота. Однак через велику різноманітність видів узагальнені характеристики не завжди застосовні, оскільки є численні винятки.





Рис. 1. Видове різноманіття представників ракоподібних

Ракоподібні вражають своєю здатністю адаптуватися до різних умов існування, включно з життям на суші [3, 5, 6, 9]. Наприклад, мокриці заселяють ґрунти в різних кліматичних зонах, від пустель до тропіків, ведучи прихований спосіб життя та риючи нори. У вологих тропічних регіонах можна зустріти бокоплавів, наземних крабів і крабоїдів. Така екологічна пластичність робить ракоподібних унікальною групою.

Серед ракоподібних є паразитичні види, які впливають на водних безхребетних і риб, наприклад, коропова воша, що паразитує на коропових рибах. Деякі циклопи слугують проміжними господарями для стрічкових черв'яків, зокрема лентеця широкого [38].

Ракоподібні, зокрема річкові раки, проявляють вищу активність у нічний час, ніж удень. У світлу пору доби вони ховаються в норах під камінням, корчами чи іншими укриттями. Ця поведінка ускладнює їх вилов, адже ракоподібні мають добре розвинені органи чуття.

Ракоподібні поширені в усіх типах водойм – від морів і океанів до річок і ставків. Більшість із них є рухливими, але є й нерухомі форми, як-от морські жолуді (балянуси) та морські качечки. Деякі види, такі як мокриці, краби чи бокоплати, адаптувалися до життя на суші, зокрема в ґрунтах вологих тропіків, демонструючи виняткову екологічну гнучкість.

Клас Crustacea поділяється на п'ять підкласів: зяброногі (Branchiopoda), до яких належать прісноводні види; ракушкові (Ostracoda) – дрібні ракоподібні з двостулковим панцирем; веслоногі (Copepoda), що включають морський планктон, прісноводні форми та паразитичних корошових вошей; вусоногі (Cirripedia), представлені морськими жолудями, качечками та паразитичними формами [10, 11, 13, 15].

Найвищий таксон – вищі раки (Malacostraca), до яких належать краби, омари, лангусти, річкові раки, креветки, раки-богомоли, мокриці, бокоплати, водяні ослики та багато інших. Карцинологія, наука про ракоподібних, є важливою галуззю зоології, що досліджує цю різноманітну групу.

Ракоподібні вирізняються великою різноманітністю розмірів і форм тіла. Розміри варіюють від міліметрових планктонних форм до великих бентосних видів, таких як краби, що можуть досягати 80 см у довжині. Наприклад, японський краб вражає розмахом клешень до 1,5–2 м.

Тіло ракоподібних складається з трьох відділів: головного (цефалон), грудного (торакс) і черевного (абдомен). У примітивних видів сегменти грудного та черевного відділів мають майже однакову будову (гомономна сегментація). Кожен сегмент несе пару двогіллястих кінцівок, що складаються з протоподиту (з члеників коксоподиту та базиподиту), від якого відходять екзоподит (зовнішня гілка) та ендоподит (внутрішня гілка) [17, 20, 21].

На коксоподиті часто розташований епіподит – зябровий придаток. У деяких видів, наприклад річкових раків, екзоподит може бути редукованим, роблячи кінцівку одногіллястою.

Початково кінцівки ракоподібних універсальні, виконуючи функції руху, дихання та живлення. Однак у більшості видів кінцівки диференціюються, адаптуючись до специфічних потреб, залежно від способу життя.

Голова ракоподібних складається з акрона (головної лопаті) та чотирьох сегментів, що несуть очі та п'ять пар видозмінених кінцівок. Антеннулі (перші вусики) відповідають за нюх, дотик і рівновагу (рис. 2). Другі антени виконують функції дотику, а в деяких видів – руху. Мандібули (верхні щелепи) подрібнюють їжу, тоді як перші та другі максілли (нижні щелепи) беруть участь у жуванні чи фільтрації їжі, залежно від виду [14, 18].

У вищих ракоподібних, таких як річкові раки, гнатоцефалон зливається з грудним відділом, утворюючи челюстегрудь, покриту карапаксом – спинним панцирем, який захищає грудні сегменти та утворює роstrum (передню клиноподібну частину). Кількість сегментів у грудному та черевному відділах варіює: від двох у ракушкових до понад п'ятдесяти у щитнів. Грудний відділ головно забезпечує рух.

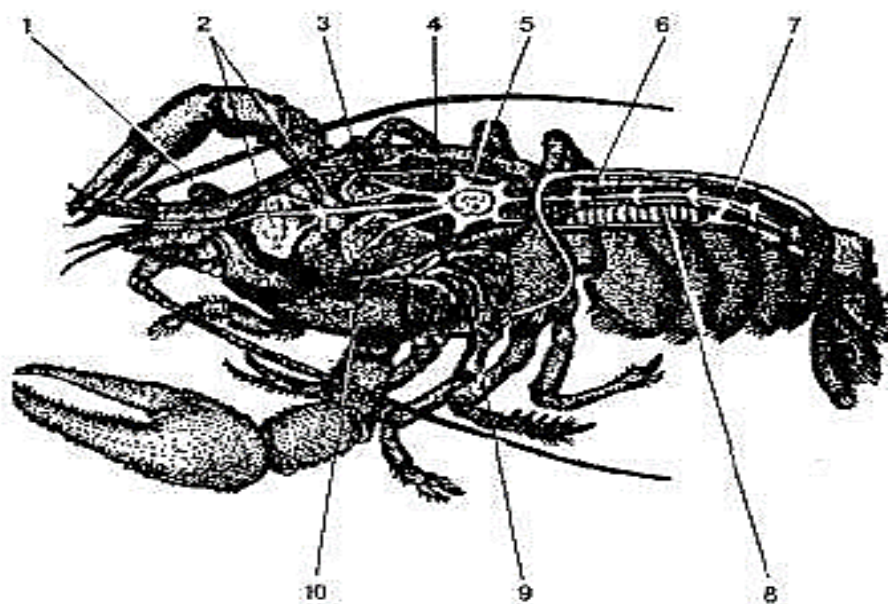


Рис. 2. Внутрішня будова рака річкового:

1 – око; 2 – шлунок; 3 – кровоносну судину, що несе кров до голови; 4 – яєчник; 5 – серце; 6 – кровоносну судину черевця; 7 – частина черевного нервового ланцюжка; 8 – м'язи черевця; 9 – зябра; 10 – травна залоза.

У деяких видів ракоподібних грудні кінцівки є багатофункціональними, виконуючи завдання, пов'язані з плаванням, диханням і фільтрацією їжі. Водночас у інших видів спостерігається спеціалізація кінцівок, де кожна пара виконує певну функцію.

Черевний відділ складається з кількох сегментів і тельсона, зазвичай без кінцівок. Проте у вищих ракоподібних на черевці є двогіллясті кінцівки – плеоподи, які виконують різні функції залежно від виду. Наприклад, у креветок плеоподи забезпечують рух і плавання, тоді як у ротоногих раків вони слугують для дихання.

У самців річкового рака перші дві пари з шести черевних ніг мають модифіковану будову і виконують копулятивну функцію, тоді як решта пар використовуються для руху та плавання. У самок перша пара черевних ніг редукована, а інші беруть участь у русі та виношуванні потомства. Остання пара черевних ніг у більшості десятиногих раків має форму двох широких пластинок, відомих як уropоди.

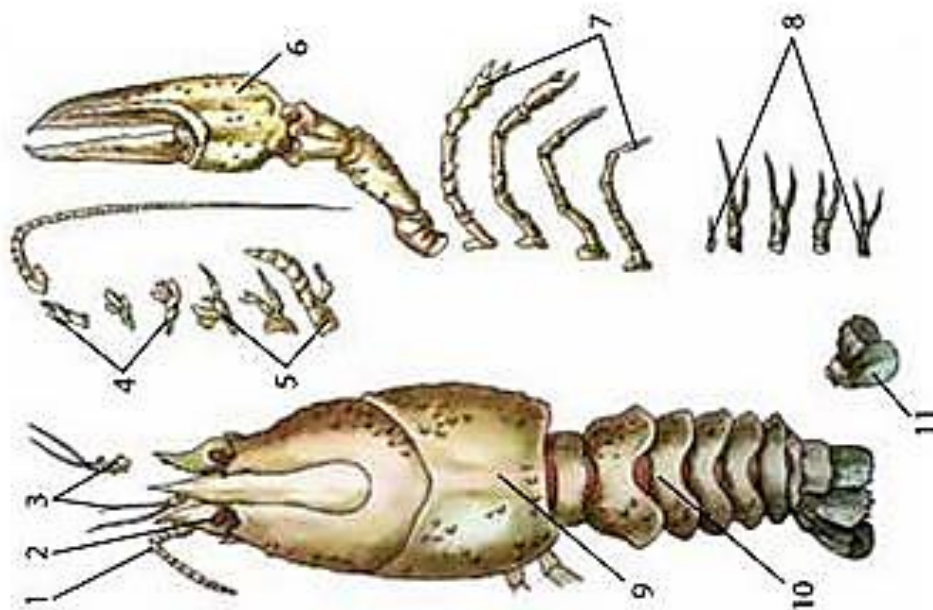


Рис. 3. Зовнішня будова рака річкового:

1 – довгі вусики, 2 – калдне око, 3 – короткі вусики, 4 – щелепи, 5 – ногощелепи, 6 – клешні, 7 – ходильні ноги, 8 – черевні ніжки, 9 – головогруді, 10 – черевце, 11 – хвостовий плавець.

Уроподи разом із плоским тельсоном утворюють структуру, подібну до п'ятилопатевого плавця (рис. 3). Завдяки скороченню та розгинанню м'язистого черевця з цією структурою річковий рак здатен плавати задом наперед і вільно переміщатися по дну водойми в різних напрямках.

У деяких видів ракоподібних тергіти можуть бути розширеними та виступати з боків, як, наприклад, у морських тарганів і мокриць. При злитті сегментів у єдині відділи формується суцільний хітиновий панцир на спинній стороні тіла. Цей панцир може покривати голову й груди, як у річкових раків чи щитнів, або навіть усе тіло, як у дафній і ракушкових раків.

Бокові частини хітинового панцира у вищих ракоподібних захищають зяброві порожнини. Хітинова кутикула містить різноманітні пігменти, які надають ракоподібним характерне забарвлення. Ці пігменти також присутні в гіподермі – шарі під кутикулою. У спеціальних клітинах, відомих як хроматофори, накопичуються різні пігменти [31, 32, 33].

Деякі ракоподібні здатні змінювати забарвлення завдяки перерозподілу пігментних зерен у хроматофорах. Рівномірний розподіл пігменту в клітині проявляє забарвлення на тілі, тоді як концентрація пігменту в центрі клітини призводить до його зникнення. Цей процес регулюється нервово-гуморальною системою.

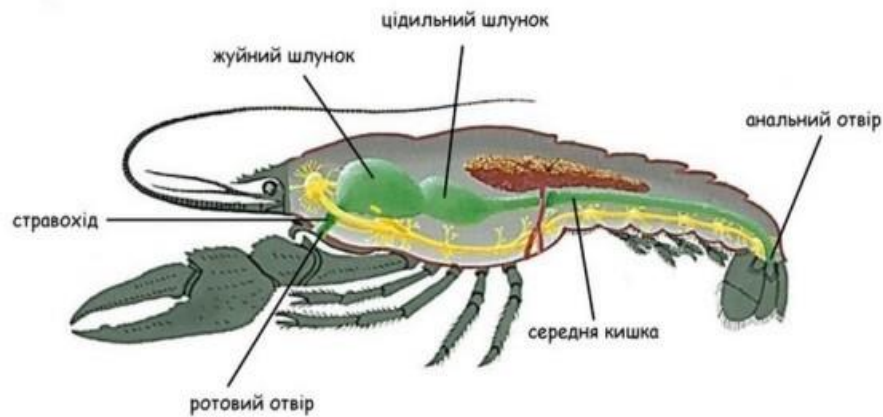


Рис. 4. Будова травної системи рака річкового

Внутрішня будова ракоподібних, як і всіх членистоногих, характеризується наявністю поперечно-смугастої мускулатури, що складається з окремих м'язових пучків, прикріплених до зовнішнього екзоскелета. У ракоподібних із раковиною додатково розвинена мускулатура, яка керує рухом створок.

Нервова система ракоподібних, подібно до інших членистоногих, базується на гангліях (нервових вузлах), з'єднаних між собою. Вона включає окологлоткове кільце, черевний нервовий ланцюжок і парні надглоткові структури.

Травна система ракоподібних має типову для членистоногих будову (рис. 4), але у деяких паразитичних видів може бути повністю відсутньою. Вона складається з трубчастої структури, поділеної на ектодермальний (передня кишка зі стравоходом і шлунком) та ендодермальний (середня і задня кишки) відділи [20, 33, 39].

У шлунку, характерному для ракоподібних, їжа подрібнюється за допомогою хітинових зазубрин із вапняними включеннями. У річкових раків другий відділ шлунка має тонкі вирости, що виконують фільтрувальну функцію. Придатки, аналогічні печінці, зливаються із середньою кишкою, але

відсутні у деяких веслоногих рачках. Хітинова кутикула покриває лише передню та задню частини травної системи.

Дихання у більшості ракоподібних здійснюється через зябра, сформовані пір'ястими або пластинчастими виростами кінцівок (епіподитами). Кровоносна система є відкритою: гемолімфа циркулює не в судинах, а в лакунах і щілинах місоцеля – порожнини, що містять внутрішні органи. Серце ракоподібних має різну кількість камер і клапанів.

Нервова система ракоподібних, зокрема жаброногих, демонструє схожість із системою кільчастих хробаків. На ранніх етапах еволюції вона складається з над- і підглоткових гангліїв, окологлоткових конективів і двох черевних нервових стовбурів, з'єднаних комісурами, що вказує на спільні еволюційні корені.

Органи чуття ракоподібних добре розвинені [32]. Нюх і дотик забезпечуються чутливими волосками на антеннулах, антенах і кінцівках. Більшість десятиногих і мізидових раків мають статоцисти – органи рівноваги, розташовані в основі антеннул або останніх черевних ніг. Статоцисти являють собою заглибини з чутливими волосками та статолітами (піщинками), які оновлюються після линьки шляхом занурення рака в пісок.

Очі ракоподібних бувають двох типів: прості (наупліальні) та складні (фасеточні). У веслоногих і деяких ракушкових наупліальні очі є єдиними органами зору. У вищих ракоподібних після метаморфозу зберігаються лише фасеточні очі, що складаються з оматидій (до 3000 у річкового рака). Кожна оматидія містить світлозаломлювальні структури, ретинальні клітини з нервовими закінченнями та пігментні клітини, що ізолюють оматидії [16, 18, 22].

Більшість ракоподібних є роздільностатевими, із вираженим статевим диморфізмом. У самців антени або антеннулі можуть перетворюватися на хапальні органи, а кінцівки біля статевих отворів – на копулятивні. Самці зазвичай менші за самок.

Ракоподібні часто проявляють турботу про потомство, виношуючи яйця, прикріплені до статевих отворів, яйцевих мішків або черевних кінцівок, особливо у десятиногих. Плодючість значно варіює: самки річкового рака відкладають близько 200 яєць, омари – до 90 000, а промисловий краб (*Callinectes sapidus*) – до 2 000 000 яєць.

Ця різноманітність репродуктивних стратегій відображає біологічне багатство ракоподібних і їхню адаптацію до різних екосистем, що має важливе значення для вивчення їхньої біології та ролі у водних екосистемах.

РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Мета, матеріали та методи дослідження

Дослідження за темою кваліфікаційної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти проводили впродовж 2024 року

Метою даної роботи є комплексне вивчення біологічних особливостей довгопалого річкового рака (*Astacus leptodactylus*) у природних умовах річки Самара в межах Дніпропетровської області з метою оцінки стану його популяції та визначення факторів, що впливають на її життєдіяльність.

Проби відбиралися за допомогою стандартних раколовків відкритого типу (сітка №20), вручну у прибережних зонах із норами раків, а також за допомогою пасток із приманками. Загалом оброблено 120 екземплярів із річки Самара.

Після вилову раки фіксувалися в 70 % спиртовому розчині з додаванням 2 % гліцерину для визначення видової належності. Морфометричний аналіз проводився за стандартною методикою з використанням лінійки та штангенциркуля (точність до 1 мм).

Маса особин визначалася на лабораторних вагах ТЕВ-0,3-0,005 (Харків, 2021) із точністю до 1 г після підсушування фільтрувальним папером.

Видову ідентифікацію проводили за ознаками, усі досліджені зразки належали до *A. leptodactylus*.

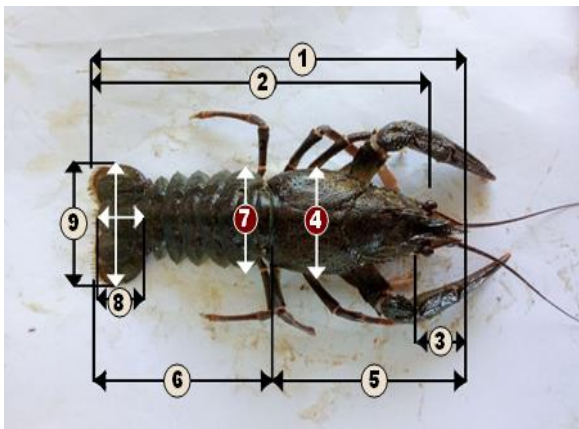


Рис. 5. Схема вимірювання річкового рака

Схема вимірювання річкового рака:

- 1 – повна довжина;
- 2 – промислова довжина;
- 3 – довжина роструму;
- 4 – ширина головогрудей;
- 5 – довжина головогрудей;
- 6 – довжина черевця;
- 7 – ширина черевця біля початку плевр 3-го порядку;
- 8 – довжина тельсона;
- 9 – ширина тельсона.

Аналіз плодючості: Репродуктивний потенціал оцінювали шляхом прямого підрахунку ікринок на черевці самок, вимірювання їхнього діаметра (на основі 10 ікринок) та маси.

Статистична обробка: Дані аналізували за допомогою програм Microsoft Excel 2007 і Statistica 6.0.

Етичні аспекти дослідження, які проводилися з дотриманням біоетичних норм, відповідно до Європейської конвенції про гуманне ставлення до лабораторних тварин, «Загальних принципів експериментів на тваринах» та «Положення про використання тварин у біомедичних експериментах» [3, 4, 7, 13].

3.2 Характеристика умови проведення досліджень у водоймі р. Самара

Річка – ліва притока Дніпра, одна з важливих водних артерій України, що протікає через Донецьку, Харківську та Дніпропетровську області. Вона бере початок поблизу села Весела Гора на західних схилах Донецького кряжу в Донецькій області та впадає в Дніпровське водосховище (Самарську затоку, раніше відому як озеро імені Леніна) поблизу міста Дніпра.

Основні характеристики водойми Самара:

Довжина: 311 км.

Приблизна площа басейну: 22 660 км².

Похил річки: 0,33 м/км.

Живлення водойми: Переважно снігове, з поповненням за рахунок танення снігів навесні. Влітку річка міліє через посуху, утворюючи плеса, з'єднані дрібними протоками.

Річище та долина: Долина річки трапецієподібна, асиметрична, шириною від 2,5–3 до 12 км. Ширина річища до впадіння річки Вовчої становить 15–40 м, нижче – 40–80 м, з максимальною шириною до 300 м у пригирловій ділянці, яка затоплена водами Самарської затоки. Заплава двостороння, шириною 3–4 км (максимум 6 км), з наявністю стариць.

Найбільші притоки – Вовча (323 км), Бик (101 км), Тернівка (80 км), а також Опалиха, Мала Тернівка, В'язівка, Бобрівка, Вільнянка, Кільчень, Кримка, Лозова, Чаплинка, Суха Чаплинка, Підпільна Татарка, Маячка та інші. У басейні Самара розташовано понад 600 озер і більше 1000 ставків. Річка судноплавна до міста Самар (62 км).

Географічні та природні особливості Самара яка протікає через мальовничі низини з пологими берегами, зарослими очеретом і рогузом. Уздовж річки чергуються дубові гаї, соснові бори, зелені луки та піщані пляжі. У басейні річки розташовані фруктові сади, а в районі впадіння Вовчої на лівому березі розкинувся Самарський ліс – унікальний природний куточок із природними соснами. У верхів'ях річка звивиста, утворює лимани та заболочені озера, а в нижній течії формує розливи, які є популярними місцями для риболовлі та відпочинку.

Річка багата на водну фауну: тут водяться карась, короп, краснопірка, плітка, головень, підлящик, густера, лин, щука, окунь, сом, судак, лящ та інші види риб. У басейні Самара функціонують рибні розплідники, де розводять товстолобика та білого амура. Флора представлена очеретом, рогузом, плакучими вербами та різноманітною прибережною рослинністю.

страждає від високої мінералізації води через скиди шахтних вод із Донецької області та ДХК «Павлоградвугілля». Вміст сухого залишку

коливається від 1790 до 3936 мг/дм³, хлоридів – 240–783 мг/дм³, сульфатів – 652–1590 мг/дм³. Також у воді виявлено підвищені рівні заліза, нафтопродуктів, марганцю, нікелю, кобальту, кадмію, нітритів та амонію, що свідчить про значне забруднення. Лише за окремими показниками (нітрати, фосфати, цинк) вода відповідає нормам для культурно-побутового та рибогосподарського використання. Несанкціоновані дамби та греблі погіршують течію, сприяючи пересиханню річки влітку та утворенню болотистих низин.

має давню історію, відому ще з козацьких часів, коли її називали «Святою рікою» через непрохідні ліси та болота, що оточували її береги. Назва «» має кілька етимологічних тлумачень: від киргизького «мішок», монгольського «змішувати, пов'язувати», тюркського «цілина, степ» до «річка родючості». У козацькі часи річка була важливим судноплавним шляхом, а її береги асоціюються з легендами про русалок та інші міфічні створіння.

Річка використовується для водопостачання, зрошення сільськогосподарських угідь і рибного господарства. Самарська затока є популярним місцем для відпочинку та риболовлі, а мальовничі пейзажі приваблюють туристів, хоча екологічні проблеми можуть негативно впливати на рекреаційний потенціал.

Самара залишається важливою природною та культурною пам'яткою України, але потребує заходів для відновлення екологічного стану та збереження її біорізноманіття.

РОЗДІЛ 4

ВЛАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Біологічні особливості річкового рака (*Astacus leptodactylus*) в умовах річки Самара

Річкові раки (*Astacus Leptodactylus*) є одними з найпоширеніших безхребетних, що мають промислове значення у прісноводних екосистемах. Вони цінуються як джерело поживних речовин, зокрема білків, жирів, амінокислот, мікроелементів та біологічно активних сполук, що робить їх популярним продуктом харчування (Кандюк, 1979). На території України водяться два види раків: довгопалий (*Astacus leptodactylus*) та широкопалий (*A. astacus*). Проте лише *A. leptodactylus* має значне промислове значення завдяки своїй невибагливості до умов середовища та доступності корму.



Рис. 6 Річковий рак (*Astacus Leptodactylus*)

Останнім часом чисельність раків у водоймах басейну Дніпра значно зменшилася через вплив абіотичних факторів (зміни гідрохімічного складу води, паводки), біотичних (хвороби, конкуренція, хижаки) та антропогенних чинників, таких як забруднення водойм промисловими стоками та неконтрольований вилов.

У верхній течії річки Самара, за даними досліджень, проведених у 2024 році, розміри статевозрілих самців *Astacus leptodactylus* варіюють від 76 до 147 мм, а самок – від 73 до 134 мм. Самці зазвичай більші за самок, що є типовою ознакою статевого диморфізму цього виду.

Тіло рака вкрите міцним хітиновим панциром, просоченим вапняними солями, що забезпечує захист від механічних пошкоджень і хижаків. Забарвлення варіює від зеленувато-бурого до коричнево-зеленого, що залежить від складу води та донних відкладень річки Самара. Таке забарвлення має захисний характер, дозволяючи ракам маскуватися на мулистому або піщано-глинистому дні.

Рак має п'ять пар ходильних ніг, перша пара яких перетворена на потужні клешні, що використовуються для захоплення їжі, захисту та копання нір. Дві пари вусиків (довгі – для дотику, короткі – для нюху та дотику) і фасеткові очі на рухливих стебельцях забезпечують ефективне орієнтування у водному середовищі.

Astacus leptodactylus веде переважно нічний спосіб життя. Вдень раки ховаються в норах, під корчами або камінням, а вночі виходять на пошуки їжі. У річці Самарі, де береги часто глинисті та порослі водною рослинністю, раки копають нори глибиною до 1–2 м.

Рак повзає по дну за допомогою ходильних ніг, а в разі небезпеки швидко пливе задом наперед, використовуючи хвостовий плавець, сформований розширеними сегментами черевця.

У Самарі раки розселені відносно рівномірно, але місцями утворюють скупчення (так звані «рачні поля»), що пов'язано з фрагментарним розташуванням екотопів із оптимальними умовами – достатньою кормовою базою та укриттями.

Astacus leptodactylus є всеїдним видом. У річці Самара раки споживають до 90 % рослинної їжі, зокрема водні рослини, багаті на кальцій (кушир, елодею, харові водорості), а також стебла очерету й осоки. Тваринна їжа включає дрібних моллюсків, водяних хробаків, личинок комах (особливо

ручейників), пуголовків і, рідше, дрібну рибу. Добовий раціон становить приблизно 2,5 % від маси тіла рака.

Наявність у річці водної рослинності (очерет, рогіз) та донних організмів забезпечує стабільну кормову базу, хоча сезонні коливання рівня води можуть обмежувати доступ до їжі влітку.

Річкові раки досягають статевої зрілості на 3–4 році життя. У водоймі Самара статевозрілі особини мають середні розміри тіла 95–123 мм, що є ядром популяції.

Для дослідження були використані річкові раки, зібрані у верхній течії річки Самара з квітня по вересень 2024 року. Загалом опрацьовано 120 особин, з них 75 самців і 45 самок. Збір матеріалу здійснювався за допомогою раколовків відкритого типу, великих сачків та вручну.

Таблиця 1

Основні статистичні характеристики популяції річкових раків р.

Стать	Розмірні ряди за довжиною тіла, мм								Всього
	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	120
♂	3	4	9	18	23	13	2	3	75
	4,00	5,33	12,00	24,00	30,67	17,33	2,67	4,00	100 %
♀	2	3	7	18	8	4	3		45
	4,44	6,67	15,56	40,00	17,78	8,89	6,67		100 %

Морфометричні вимірювання проводилися за стандартними методиками (Черкашина, 2007). Досліджувалися лише статевозрілі особини, які після вимірювань поверталися у природне середовище. За результатами морфометричного аналізу встановлено, що розміри самців коливаються від 76 до 147 мм, а самок – від 73 до 134 мм.

Встановлено, що раки розподілені по акваторії водойми відносно рівномірно, хоча подекуди спостерігаються ділянки з вищою концентрацією астацид (так звані рачні поля). Такий характер розселення популяції зумовлений нерівномірним розташуванням екоотопів із найсприятливішими

умовами для існування, що залежить від доступності та розподілу кормових ресурсів у водоймі. Основу популяції становлять особини із середніми розмірами тіла (95–123 мм).

Річковий рак вузькопалий (*Astacus leptodactylus*), відомий також як довгопалий рак, є одним із найпоширеніших видів ракоподібних в Україні, що має значне промислове значення завдяки своїй невибагливості до умов середовища та кормової бази. У басейні річки Самара цей вид демонструє низку біологічних особливостей, які забезпечують його адаптацію до місцевих умов. Нижче наведено детальний опис цих особливостей із урахуванням екологічних характеристик річки Самара.

Запліднення внутрішнє, відбувається восени. Самки відкладають ікру наприкінці зими, прикріплюючи її до плавальних ніжок на черевці. Ікра розвивається до початку літа, коли вилуплюються молоді рачки. Протягом перших 12 діб вони залишаються під черевцем матері, після чого переходять до самостійного життя.

Молоді раки линяють кілька разів на рік, дорослі – 1–2 рази. У період линьки раки накопичують вапняк у шлунку (так звані «білі камінці»), який використовується для зміцнення нового панцира.

Незамкнена, з п'ятикутним серцем, розташованим на спинному боці. Кров безбарвна, кисень транспортується через зябра, які забезпечують газообмін.

Складається з навкологлоткового нервового кільця та черевного нервового ланцюжка, що іннервує кінцівки, органи чуття та внутрішні органи.

Представлена парою зелених залоз, що відкриваються біля основи довгих вусиків. Ці залози виводять надлишок води та продукти обміну.

Адаптація до умов річки Самара, Чутливість до забруднення: *Astacus leptodactylus* є індикатором чистоти води, оскільки чутливий до хімічного забруднення. У верхній течії Самара, де вода менш забруднена, раки знаходять сприятливі умови, але в нижній течії, де спостерігається підвищена

мінералізація (хлориди, сульфати, нафтопродукти), їхня чисельність знижується.

Оптимальна температура води для раків становить 16–22 °С, що відповідає літнім умовам у верхній течії Самара. Взимку раки скупчуються в глибоких ямах, де температура стабільніша.

Річкові раки потребують добре насиченої киснем води. У Самарі, де є ділянки з повільною течією та водною рослинністю, кисневий режим загалом сприятливий, але влітку, через пересихання річки, можуть виникати локальні дефіцити кисню.

Грунт і укриття: Глинисті береги та піщано-глинисте дно Самара забезпечують ракам можливість копати нори та знаходити укриття під корчами чи камінням. Водна рослинність (очерет, рогіз) створює додаткові місця для схованок.

У річці Самарі підвищений вміст заліза, марганцю, нікелю, кобальту, кадмію, нітритів і амонію створює несприятливі умови для раків, особливо в нижній течії. Це може призводити до зниження чисельності популяцій.

Сезонні коливання рівня води, спричинені посухами чи несанкціонованими дамбами, обмежують доступ раків до корму та укриттів, сприяючи пересиханню ділянок річки.

Неконтрольований вилов і браконьєрство також негативно впливають на популяції *Astacus leptodactylus* у р. Самара.

Astacus leptodactylus відіграє важливу роль у бентосних угрупованнях річки Самара. Споживаючи рослинний і тваринний детрит, раки сприяють очищенню водойми від органічних залишків, виконуючи роль «санітарів». Вони також є ланкою в трофічному ланцюзі, слугуючи кормом для риб (наприклад, судака, сома) і водоплавних птахів. Водночас раки впливають на потоки енергії та речовин в екосистемі, сприяючи перерозподілу поживних речовин.

4.2 Швидкість росту і розвитку за життєвий цикл річкового рака *Astacus leptodactylus*

Річковий рак (*Astacus leptodactylus*), відомий також як довгопалий або вузькопалий рак, є одним із ключових представників прісноводних ракоподібних у Європі, зокрема в Україні. Його розмір, швидкість росту та життєвий цикл залежать від екологічних умов, таких як температура води, вміст кисню, якість кормової бази та антропогенний вплив. Нижче наведено детальний огляд цих аспектів на основі доступних даних.

Розмір дорослих особин: повна довжина тіла (від рострума до краю тельсона) у дорослих раків варіює від 8,8 до 14,5 см, залежно від статі, віку та умов середовища. Самки зазвичай більші за самців: повна довжина самок перевищує самців на 16,3–16,4 %.

Максимальна довжина може досягати 15–16 см у сприятливих умовах, наприклад, у водоймах із високим вмістом кисню та багатою кормовою базою, таких як р. .

Маса тіла дорослих раків коливається від 30 до 100 г, причому самки з Самарської затоки можуть мати масу на 48 % більшу порівняно з особинами з інших водойм.

Ширина головогрудей у самок більша на 18,6–18,7 %, а ширина тельсона та черевця – на 23,7 % і 14,5 % відповідно, що пов'язано з репродуктивними функціями.

Молодь: новонароджені личинки мають довжину 1–1,5 мм. До кінця першого року життя молодь досягає довжини 2,5–3 см. На другому році життя раки виростають до 5–6 см, а до 10-річного віку – до 9–10 см.

Личинкова стадія: личинки ростуть повільно, досягаючи 2,5–3 см до осені першого року життя. Протягом перших тижнів після вилуплення (1–2 тижні) вони залишаються прикріпленими до черевця самки, живлячись залишками жовткового мішка. У віці 1,5–2 місяці личинки стають незалежними.

Вилуплення личинок відбувається навесні (квітень-травень) при температурі 15–18 °С.

Личинки довжиною 1–1,5 мм залишаються під плесом самки протягом 1–2 тижнів, живлячись залишками жовтка. Потім вони починають плавати поблизу самки, а у віці 1,5–2 місяці стають незалежними.

Статевий диморфізм – самки зазвичай більші за самців, із ширшим черевцем для виношування ікри. Самці мають довші та тонші клешні, які використовуються для конкуренції та захисту.

Швидкість росту *Astacus leptodactylus* залежить від віку, статі, умов середовища та доступності їжі. Ріст відбувається через линяння, коли рак скидає старий хітиновий панцир і формує новий, більший.

Ювенільна стадія: за перший рік життя раки линяють 6–8 разів, додаючи приблизно 0,5–1 см після кожного линяння. Молодь активно росте, линяючи кілька разів на рік. До кінця першого року життя досягає 2,5–3 см, до кінця другого – 5–6 см.

Раціон поступово збагачується водною рослинністю (елодея, рдесники, очерет), молюсками та личинками комах. Частка тваринної їжі зменшується з віком (до 50 % у дворічних особин).

На другому році життя частота линянь зменшується до 3–4 разів на рік, а приріст становить близько 1 см за сезон.

Дорослі раки линяють 1–2 рази на рік, зазвичай у травні-червні (перше линяння) та наприкінці літа (друге, якщо умови сприятливі).

Дорослі раки ведуть нічний спосіб життя, ховаючись удень у норах, під корчами чи камінням. У сутінках вони виходять на полювання, пересуваючись по дну (рідко плавають).

Раки є всеїдними: 90 % раціону становить рослинна їжа (водорості, стебла очерету), решта – молюски, черви, личинки комах, пуголовки та дрібна риба.

У стабільних умовах популяція підтримує циклічне розмноження, де кількість молодняка компенсує вилов дорослих особин.

Після третього року життя ріст сповільнюється, але раки продовжують додавати 0,5–1 см щороку до досягнення максимального розміру (9–10 см у віці 10 років).

Температура води: Оптимальна температура для росту становить 16–22 °С. При температурі нижче 10 °С або вище 28 °С ріст уповільнюється.

Вміст кисню: Рівень 5–8 мг/л сприяє активному росту, тоді як гіпоксія (0,5–1 мг/л) гальмує розвиток.

Кормова база: Раки є всеїдними, споживаючи водну рослинність (до 90% раціону), хірономід, молюсків і дрібну рибу. Багата кормова база прискорює ріст.

Щільність популяції: Висока щільність може призводити до конкуренції за їжу та укриття, що уповільнює ріст.

Регіональні особливості: У річці Самарі (Дніпропетровська область) раки з верхньої течії, де вміст кисню вищий (8,78–13,44 мг/л), досягають більших розмірів порівняно з особинами з нижньої течії, де кисень знижується до 0,51–1,07 мг/л через антропогенне забруднення.

Життєвий цикл *Astacus leptodactylus* включає кілька стадій: яйце, личинка, ювенільна особина та доросла особина. Тривалість життя становить 10–12 років у природних умовах, хоча в аквакультурі вона може бути коротшою через інтенсивне вирощування.

Статева зрілість настає на третьому році життя, коли раки досягають довжини 5–6 см і маси близько 50 г (10 особин важать приблизно 0,5 кг).

Спарювання відбувається восени (жовтень–листопад) при температурі води 10–12 °С. Самиця запліднює 2–3 самки, після чого самка може бути виснаженою, а іноді гине.

Через 3–4 тижні після спарювання самка відкладає 100–276 ікринок (середня плодючість у р. Самара – $222,22 \pm 32,177$ ікринок). Ікринки прикріплюються до черевних ніжок (плеоподів) під плесом, де залишаються до вилуплення. Розмір ікринок становить 0,256–0,267 мм, маса – 12,8–14,2 мг.

Самка активно вентилює ікру, забезпечуючи її киснем і очищаючи від бруду та плісняви. Виживає не більше 60 личинок через ураження безхребетними (водяні скорпіони, жуки) або несприятливі умови.

Раціон личинок складається з планктону (дафнії – до 59 %, хірономіди – 25 %) і дрібних органічних частинок.

Тривалість життя: У природі раки живуть 10–12 років, досягаючи максимального розміру (9–10 см) до 10-річного віку. У забруднених водоймах (наприклад, нижня течія Самара) тривалість життя може скорочуватися через гіпоксію та токсини.

Оптимальна для розмноження та росту – 16–22 °С. Низькі температури взимку (<4 °С) призводять до сплячки, а високі (>28 °С) викликають стрес.

Рівень 5–8 мг/л необхідний для нормального розвитку. У нижній течії Самара (0,51–1,07 мг/л) гіпоксія може призводити до загибелі ікри та молодняка.

Гідрокарбонатний клас із високим вмістом кальцію сприяє формуванню панцира. Амонійний азот (>1,54 мг/л) і фосфати можуть бути токсичними.

У Самарській затоці антропогенне забруднення (каналізаційні стоки, важкі метали) впливає на морфометричні показники, зменшуючи розміри та плодючість.

Знання розмірів, швидкості росту та життєвого циклу дозволяє оптимізувати вирощування *Astacus leptodactylus* у ставкових господарствах. Наприклад, літування дна водойм зерновими культурами сприяє розвитку хірономід – основного корму для молодняка.

У річці Самарі верхня течія (8,78–13,44 мг/л кисню) є сприятливою для раків, тоді як нижня течія потребує заходів із покращення якості води (контроль стоків, аерація).

Моніторинг: Морфометричні дані (довжина, ширина, маса) та плодючість (222 ікринки в Самарі) є індикаторами стану популяції та екологічної якості водойм.

Astacus leptodactylus характеризується розмірами від 8,8 до 14,5 см, повільним ростом (2,5–3 см у перший рік, 9–10 см до 10 років) і життєвим циклом тривалістю 10–12 років. Статева зрілість настає на третьому році, а плодючість залежить від екологічних умов (222 ікринки в р. Самара). Умови річки Самара впливають на ріст і виживання: верхня течія сприятлива, тоді як нижня течія обмежує розвиток через забруднення. Для збереження виду необхідні меліоративні заходи, контроль антропогенного впливу та розвиток аквакультури.

4.3 Характеристика природного середовища річки Самара в межах Дніпропетровської області та його вплив на річкового рака (*Astacus leptodactylus*)

Річка Самара, ліва притока Дніпра, у межах Дніпропетровської області характеризується різноманітними гідрологічними та екологічними умовами, які впливають на популяцію довгопалого рака (*Astacus leptodactylus*). Основні характеристики водойми включають:

Коливається від 0,5 м на мілководних ділянках до 18 м у глибоких зонах, створюючи різноманітні екотопи. Мілководдя є зонами живлення, тоді як глибші ділянки використовуються раками для укриття та зимівлі.

Швидкість течії: 1,0–1,5 м/с забезпечує ефективне перемішування води та її насичення киснем, що сприяє диханню раків. У стоячих або слаботекучих ділянках накопичується органічний матеріал, що може погіршувати якість середовища.

Температурний режим: Поверхневий шар річки має стабільну температуру з незначними змінами на глибині. Улітку температура води (16–22 °C) є оптимальною для активності та живлення *Astacus leptodactylus*.

Річна кількість атмосферних опадів у регіоні становить 255–669 мм, переважно у вигляді дощів навесні та восени. Це впливає на рівень води:

весняні паводки поповнюють водойму, але можуть змивати ікру чи молодь, тоді як літнє пересихання скорочує доступний простір для раків.

Вміст розчиненого кисню коливається в межах 0,63–12,12 мг/л (6,5–136 % насичення). Оптимальний рівень для раків – 5–8 мг/л:

Високий вміст кисню у верхній частині течія: (8,78–13,44 мг/л) забезпечує сприятливі умови завдяки інтенсивному перемішуванню води.

В середній та нижній течії кисень варіює від 2,63 до 10,52 мг/л, у прибережних зонах знижується до 0,81–8,62 мг/л, створюючи стресові умови, особливо влітку.

Критичні ділянки: Найнижчі показники (0,51–1,07 мг/л) зафіксовано в зонах каналізаційних стоків міста Дніпра, що є несприятливим для раків через їх чутливість до гіпоксії.

Хімічний склад води: Вода Самара належить до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи, що відповідає потребам раків у кальції для формування панцира.

Амонійний азот: Від 0,05 мг/л у верхній течії до 1,54 мг/л у прибережних зонах середньої та нижньої течії. Підвищені концентрації амонію можуть бути токсичними, порушуючи метаболізм раків.

Фосфор фосфатний – 0,021–0,022 мг/л вказує на помірну трофність водойми, що сприяє розвитку водної рослинності – основи раціону раків.

Кремній – 7,63 мг/л є нормальним показником і підтримує розвиток діатомових водоростей, які можуть бути частиною кормової бази.

*Вплив сприятливих факторів на *Astacus leptodactylus**

Високий рівень кисню у верхній течії (8,78–13,44 мг/л) створює оптимальні умови для дихання та активності раків.

Мілководні ділянки з водною рослинністю (очерет, рогіз) забезпечують кормову базу (до 90 % раціону – рослинна їжа) та укриття.

Гідрокарбонатний склад води сприяє накопиченню кальцію, необхідного для формування панцира після линьки.

Несприятливі фактори за низького вмісту кисню (0,51–1,07 мг/л) у зонах каналізаційних стоків, особливо влітку, створює загрозу для виживання раків через гниття рослин і дефіцит кисню.

Високі концентрації амонійного азоту в нижній течії можуть викликати токсичні ефекти, порушуючи дихання та метаболізм.

Сезонні коливання рівня води, спричинені нерівномірними опадами, обмежують доступ до їжі та укриттів, особливо на мілководді.

Популяція *Astacus leptodactylus* у річці Самара розподілена нерівномірно. У верхній течії, де високий вміст кисню та менший антропогенний вплив, чисельність раків вища. У середній і нижній течії, де якість води погіршується через забруднення та зниження кисню, щільність популяції зменшується. Проте в екотопах із достатньою кормовою базою та укриттями можуть формуватися локальні скупчення («рачні поля»).

Умови річки Самара в межах Дніпропетровської області створюють як сприятливі, так і обмежувальні фактори для *Astacus leptodactylus*. Верхня течія забезпечує оптимальні умови для дихання, живлення та розмноження завдяки високому вмісту кисню та наявності рослинності. Проте забруднення, зокрема каналізаційні стоки та високий рівень амонію, разом із сезонними змінами рівня води, створюють загрози для популяцій. Для збереження чисельності раків необхідні заходи з покращення якості води, контролю антропогенного впливу та регулярного моніторингу екологічного стану річки.

4.4 Аналіз лінійно-вагових показників річкових раків (*Astacus leptodactylus*) у водоймі р. Самара Дніпропетровської області

Дослідження присвячене вивченню біологічних особливостей річкових раків, зокрема довгопалого рака, який є важливим об'єктом промислового вилову та відіграє значну роль у формуванні біоценозів прісноводних екосистем. У межах Дніпропетровської області цей вид поширений у різноманітних водоймах, таких як річки, озера, заплави та ставки. Водойми

Придніпров'я зазнають значного антропогенного навантаження, що може впливати на життєві цикли та репродуктивні процеси гідробіонтів.

Досліджувана ділянка річки Самара в районі Дніпропетровської області характеризується різними типами та рівнями антропогенного впливу, зокрема забрудненням води хімічними сполуками, нафтопродуктами, стічними водами, а також внесенням азотних і фосфорних добрив. Такі фактори можуть спричиняти скорочення чисельності водних організмів, створюючи загрозу для стабільності екосистем водойм. Завдяки високій чутливості до змін у навколишньому середовищі, *Astacus leptodactylus* може слугувати біоіндикатором. До маркерів біоіндикації належать показники плодючості та морфометричні характеристики. Для аналізу використовувалися особини, зібрані з річки Самара в межах Дніпропетровської області.

Середня довжина раків, вилучених із р. Самара, коливалася в діапазоні від 10,28 см до 11,58 см.

Статистичний аналіз морфометричних, вагових і репродуктивних характеристик самок із різних водойм показав, що статистично значуща різниця спостерігалася лише в показниках плодючості раків, зібраних у річці Самарі (табл. 2).

За іншими показниками вірогідних відмінностей ($P < 0,05$) серед раків не виявлено.

Дослідження показали, що плодючість самок річкових раків із річки Самара становила в середньому $222,22 \pm 32,177$ ікринок. Розміри окремих ікринок варіювали в межах 0,256–0,267 мм, а їхня маса – від 12,8 до 14,2 мг.

Таблиця 2

Морфометричні показники самиць раків, (n=75), $M \pm m$

Показник	
Повна довжина, см	13,08±0,762
Промислова довжина, см	11,58±0,731
Довжина роструму, см	1,87±0,134
Ширина головогрудей, см	3,61±0,196
Довжина головогрудей, см	7,05±0,288
Довжина черевця, см	6,07±0,453
Ширина черевця біля початку плевр 3-го порядку, см	2,77±0,124
Довжина тельсона, см	1,68±0,134
Ширина тельсона, см	5,70±0,515
Маса, г	72,50±13,112
Маса без ікри, г	33,75±4,738
Плодючість, ікр.	221,14±32,177
Діаметр ікринки, мм	0,27±0,001
Маса ікри, г	3,01±0,618
Маса ікринки, г	0,0130±0,002

Репродуктивна здатність раків залежить від багатьох факторів, зокрема екологічних (якість води, наявність корму) та фізіологічних (довжина тіла самок, стан популяції). За стабільних умов популяція раків розмножується з регулярною циклічністю, підтримуючи середню плодючість самок на сталому рівні. Кількість молодих особин, що поповнюють популяцію, зазвичай компенсує або перевищує кількість виловлених раків

Самці річкових раків з усіх зразків виловлених самців найменшу довжину (9,62 см) зафіксували в особини, тоді як найбільша довжина (14,35 см) виявилася у самця, виловленого з Запорізького водосховища. Середня довжина річкових раків була в діапазоні від 10,39 см до 12,56 см (табл. 3).

Таблиця 3

Морфометричні показники самців раків, (n=45), $M \pm m$

Показник	p.
Повна довжина, см	11,01±0,216
Промислова довжина, см	9,74±0,237
Довжина роструму, см	1,68±0,093
Ширина головогрудей, см	2,95±0,124
Довжина головогрудей, см	5,88±0,237
Довжина черевця, см	5,21±0,041
Ширина черевця біля початку плевр 3-го порядку, см	2,38±0,103
Довжина тельсона, см	1,60±0,124
Ширина тельсона, см	4,39±0,185
Маса, г	37,35±2,925

За результатами статистичного аналізу морфометричних характеристик вибірки самців річкового рака (*Astacus leptodactylus*), зібраних із річки Самара, порівняно з аналогічним аналізом вибірки самок, було встановлено статистично значущі відмінності за низкою ключових показників. Ці відмінності відображають статевий диморфізм і, можливо, адаптаційні особливості самців до умов середовища річки Самара в межах Дніпропетровської області.

Зокрема, у самців виявлено достовірні розбіжності за такими параметрами (табл. 4):

Повна довжина тіла – цей параметр охоплює загальну довжину рака від кінчика рострума до краю тельсона. Відмінності можуть бути пов'язані з більшими розмірами самців порівняно з самками, що є характерною рисою статевого диморфізму в багатьох ракоподібних.

Довжина тіла без клешень – вимірюється від рострума до кінця черевця, виключаючи клешні. Різниця в цьому показнику може вказувати на особливості пропорцій тіла, які впливають на рухливість і захисні функції самців.

Ширина головогрудей – цей параметр характеризує ширину карапакса в найширшій частині. Більша ширина у самців може бути пов’язана з потребою у захисті внутрішніх органів і більшим м’язовим об’ємом для руху клешень.

Довжина головогрудей – вимірюється вздовж серединної лінії карапакса. Відмінності можуть відображати більшу витягнутість головогрудного відділу у самців, що сприяє кращій гідродинаміці під час пересування.

Ширина черевця – вимірюється в найширшій частині черевного відділу. Різниця у ширині черевця може бути пов’язана з відмінностями в анатомії, зокрема з меншою потребою самців у просторі для виношування ікри порівняно з самками.

Таблиця 4

Порівняльний аналіз морфометричних показників самців та самок раків

Показник	Самці	Самки	t-критерій Стюдента	Відсоток різниці, %
Повна довжина, см	11,01±0,216	13,08±0,762	2,63*	15,83
Промислова довжина, см	9,74±0,237	11,58±0,731	2,41*	15,93
Довжина роstrumu, см	1,68±0,093	1,87±0,134	1,14	9,89
Ширина головогрудей, см	2,95±0,124	3,61±0,196	2,85*	18,18
Довжина головогрудей, см	5,88±0,237	7,05±0,288	3,15*	16,57
Довжина черевця, см	5,21±0,041	6,07±0,453	1,9	14,19
Ширина черевця біля початку плевр 3-го порядку, см	2,38±0,103	2,77±0,124	2,43*	14,07
Довжина тельсона, см	1,60±0,124	1,68±0,134	0,45	4,88
Ширина тельсона, см	4,39±0,185	5,70±0,515	2,41*	23,02
Маса, г	37,35±2,925	72,50±13,112	2,63*	48,48

Ширина тельсона – тельсон, разом із уropодами, формує хвостовий плавець, який використовується для швидкого плавання задом наперед.

Більша ширина тельсона у самців може вказувати на їхню вищу рухливість і здатність до швидкої втечі від хижаків.

Маса тіла – загальна вага самців виявилася статистично відмінною від ваги самок. Це може бути зумовлено більшими розмірами тіла самців і більшим м'язовим об'ємом, необхідним для активного захисту території чи конкуренції за самок.

Отримані результати свідчать про виражений статевий диморфізм у популяції *Astacus leptodactylus* у р. Самара. Самці, ймовірно, мають більші розміри та масу тіла, що може бути адаптацією до їхньої ролі в конкуренції за самок або захисту території. Наприклад, більші клешні та ширший карапакс у самців можуть використовуватися для демонстрації сили під час взаємодії з іншими самцями або для захисту від хижаків.

Відмінності в ширині черевця та тельсона також можуть бути пов'язані з різними репродуктивними стратегіями. У самок ширше черевце необхідне для виношування ікри, тоді як у самців більший акцент робиться на рухливість і маневреність, що відображається в пропорціях тельсона та черевця.

Екологічні умови річки Самара, такі як вміст кисню, температура води та наявність укриттів, також могли вплинути на морфометричні характеристики самців. Наприклад, у верхній течії річки, де кисневий режим більш сприятливий (8,78–13,44 мг/л), самці можуть досягати більших розмірів завдяки кращій доступності корму та меншому стресу від гіпоксії. У нижній течії, де рівень кисню знижується до критичних 0,51–1,07 мг/л через антропогенне забруднення, морфометричні показники можуть бути меншими через обмеження в рості та розвитку.

Ці дані мають важливе значення для розуміння біології *Astacus leptodactylus* у контексті регіональних екологічних умов. Виявлені відмінності між самцями та самками можуть бути використані для оцінки стану популяції, зокрема її репродуктивного потенціалу та адаптаційної здатності. Крім того, результати можуть стати основою для розробки стратегій збереження виду,

враховуючи необхідність підтримання стабільних умов у водоймах і зменшення антропогенного впливу.

Для поглиблення розуміння статевого диморфізму та його екологічних детермінант рекомендується:

Провести порівняльний аналіз морфометричних параметрів самців і самок із різних ділянок річки Самара (верхня, середня, нижня течія) для оцінки впливу локальних умов.

Дослідити кореляцію між морфометричними показниками та репродуктивною успішністю самців, зокрема їхньою здатністю до конкуренції за самок.

Вивчити вплив сезонних змін (температура, рівень води) на морфометричні характеристики для визначення динаміки росту та розвитку.

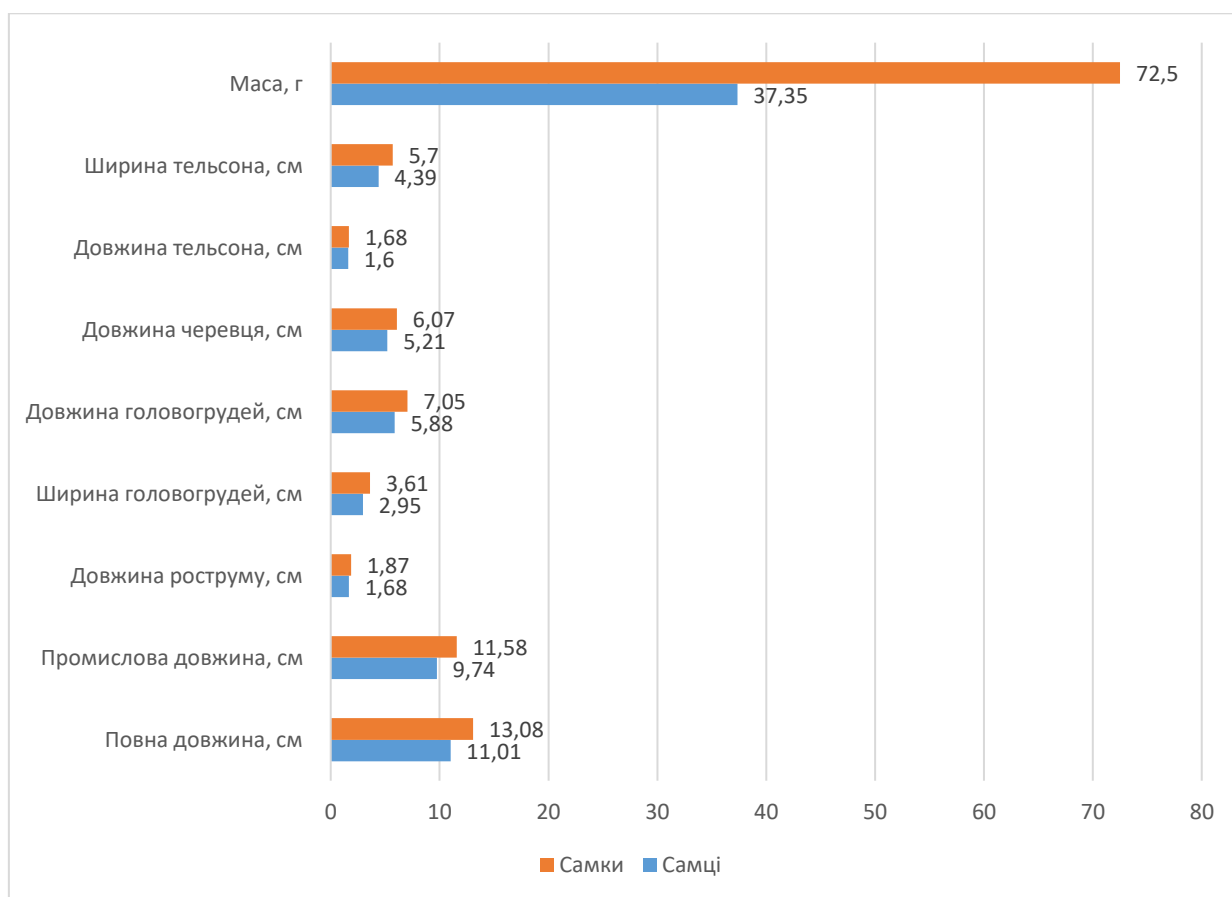


Рис. 7 Порівняльний аналіз морфометричних показників самців та самок раків

Статистичний аналіз показав, що самці річкового рака з річки Самара мають статистично значущі відмінності від самок за повною довжиною тіла,

довжиною без клешень, шириною та довжиною головогрудей, шириною черевця, шириною тельсона та масою тіла.

Ці результати підкреслюють виражений статевий диморфізм і вказують на необхідність врахування екологічних умов річки Самара при розробці заходів для збереження популяції *Astacus leptodactylus*.

Результати статистичного аналізу морфометричних параметрів популяції річкового рака (*Astacus leptodactylus*) виявили достовірні відмінності між самцями та самками за низкою ключових показників, що свідчить про виражений статевий диморфізм. Зокрема, самиці перевищували самців за повною довжиною тіла (від рострума до краю тельсона) та промисловою довжиною (довжина без клешень) на 15,88 %. Ці відмінності можуть бути пов'язані з репродуктивними потребами самиць, які потребують більшого розміру тіла для виношування ікри.

Окрім довжини, самиці також вирізнялися більшими значеннями ширини. Наприклад, ширина головогрудей (карапакса) у самиць була на – 22,37 % більшою порівняно з самцями. Така різниця може відображати потребу в додатковому просторі для захисту внутрішніх органів і забезпечення м'язової сили для репродуктивних функцій. Крім того, ширина тельсона у самиць була на – 5 % більшою, а ширина черевця біля основи плевр третього порядку – на 16,38 % вищою. Ці морфологічні особливості, ймовірно, зумовлені репродуктивною роллю черевця та тельсона, які відіграють ключову функцію у виношуванні, захисті, аерації ікри та догляді за молодняком.

Для узагальнення морфометричних даних і визначення основних закономірностей подібності та відмінностей між раками з різних водойм Дніпропетровської області застосовано метод кластерного аналізу. Цей підхід дозволяє групувати особин на основі лінійно-вагових характеристик, виявляючи схожість і розбіжності у їхній морфології.

Аналіз показав, що як самці, так і самки з р. Самара формують окремі кластери, що вказує на їхні унікальні морфометричні характеристики

порівняно з особинами з інших водойм регіону. Зокрема, раки з Самарської водойми мали головогруді на – 19,90 % ширші.

Ці відмінності можуть бути спричинені екологічними умовами р. Самара, яка протягом тривалого часу зазнає значного антропогенного впливу, включаючи забруднення промисловими та побутовими стоками, що призводить до погіршення якості води та зміни гідрохімічного режиму.

Морфологічні відмінності між самцями та самками *Astacus leptodactylus* у р. Самара можуть бути результатом як природних еволюційних адаптацій, так і впливу антропогенних факторів. Наприклад, більші розміри головогрудей і черевця у самок можуть бути пов'язані з необхідністю забезпечення достатнього простору для ікри та молодняка, а також із захистом від хижаків під час репродуктивного періоду. Водночас більша маса тіла у раків із водойми Самара може вказувати на адаптацію до умов із обмеженою кормовою базою або високим рівнем конкуренції, що змушує особин накопичувати більше енергетичних запасів.

Антропогенний вплив, зокрема забруднення р. Самара, ймовірно, відіграє значну роль у формуванні морфометричних особливостей місцевої популяції. Низький вміст розчиненого кисню (0,51–1,07 мг/л у критичних зонах), високі концентрації амонійного азоту (до 1,54 мг/л) та інші забруднювачі можуть створювати стресові умови, які впливають на ріст і розвиток раків. Це може призводити до змін у пропорціях тіла, таких як більша ширина головогрудей чи тельсона, як компенсаторного механізму для виживання в несприятливих умовах.

Отримані дані підкреслюють важливість урахування статевого диморфізму та регіональних екологічних умов при оцінці стану популяцій *Astacus leptodactylus*. Виявлені морфометричні відмінності між самцями та самками, а також між особинами з різних водойм, можуть бути використані для:

- Оцінки репродуктивного потенціалу популяції, зокрема здатності самок до виношування ікри.

– Моніторингу екологічного стану водойм, оскільки морфологічні зміни можуть слугувати індикатором антропогенного стресу.

– Розробки стратегій збереження виду, включаючи заходи з покращення якості води та зменшення забруднення.

Для глибшого розуміння морфологічних і екологічних особливостей *Astacus leptodactylus* рекомендується:

Провести порівняльний аналіз морфометричних параметрів раків із різних ділянок річки Самара (верхня, середня, нижня течія) для оцінки впливу локальних гідрохімічних умов.

Дослідити зв'язок між морфометричними характеристиками та репродуктивною успішністю, зокрема плодючістю самок і виживанням молодняка. Вивчити вплив довготривалого антропогенного забруднення на генетичну різноманітність і морфологічні адаптації популяції. Застосувати сучасні молекулярно-генетичні методи для оцінки популяційної структури раків у р. Самара та інших водоймах регіону.

Статистичний і кластерний аналізи підтвердили наявність значних морфологічних відмінностей між самцями та самками *Astacus leptodactylus* із річки Самара, зокрема за повною та промисловою довжиною, шириною головогрудей, тельсона та черевця. Самиці перевищують самців за цими параметрами на 14,49–23,71 %, що, ймовірно, пов'язано з їхньою репродуктивною роллю. Раки з р. Самара вирізняються більшими розмірами головогрудей (на 18,2–20,3 %) і масою тіла (на 48 %), що може бути результатом адаптації до антропогенно забрудненого середовища. Ці дані підкреслюють необхідність посилення екологічного моніторингу та розробки заходів для збереження популяцій річкового рака в умовах зростаючого антропогенного тиску.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ РІЧКОВОГО РАКА (ASTACUS LEPTODACTYLUS)

Для забезпечення доставки річкових раків (*Astacus leptodactylus*) у живому вигляді до місць споживання застосовуються спеціальні методи пакування та транспортування.

Раків розміщують у коробки або кошики, на дно яких укладають чистий пакувальний матеріал, такий як солома або мох. Раків розташовують черевцем донизу, між шарами прокладають папір, уникаючи підгинання їхніх шийок. Упаковані таким чином раки негайно відправляються до замовника.

Для перевезень тривалістю понад 2–3 доби використовують ізотермічні вагони, які забезпечують стабільні умови зберігання.

Якщо перевезення триває до 2–3 діб, раків транспортують у багажних вагонах пасажирських поїздів.

Авіаперевезення застосовуються для спрощення логістики та зменшення втрат, оскільки снулість (втрата живих раків) при залізничному транспортуванні може сягати 25 %.

Вимоги до швидкості доставки: Оскільки м'ясо раків швидко псується (вже через 10 годин після загибелі набуває сірого або коричневого кольору, з'являється гнильний запах і стає непридатним для споживання), доставлені раки мають бути реалізовані або перероблені якомога швидше.

Основна форма реалізації річкових раків – у вареному вигляді. Процес переробки включає кілька етапів:

Після охолодження раків сортують, перевіряючи їхній зовнішній вигляд. Якісні варені раки мають рожевий або яскраво-червоний колір, твердий панцир, чистий хітин і цілі клешні.

Упаковують у тару, придатну для транспортування та продажу. Зберігання в холодильнику не повинно перевищувати 13 годин, щоб зберегти якість продукту.

Через високий вміст сірки в м'ясі раків їх не можна зберігати в лудженому посуді, оскільки це призводить до почорніння м'яса та швидкого погіршення його якості. Рекомендується використовувати скляний посуд.

Біохімічні особливості забарвлення.

Колір живих раків: Живі *Astacus leptodactylus* мають зеленувато-бурий колір через присутність каротиноїдів, пов'язаних із білками в покривах.

Зміна кольору під час варіння: Під впливом термічної обробки білково-каротиноїдні комплекси розпадаються, вивільняючи астаксантин – пігмент, який надає вареним ракам яскраво-червоного кольору. Цей процес є результатом біохімічних змін, що відбуваються в покривах і м'ясі рака.

РОЗДІЛ 6 ЕКОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ

6.1 Меліоративні заходи при вирощуванні раків у природних водоймах

При тривалому використанні природних водойм для вирощування річкових раків впровадження меліоративних заходів є ключовим для підтримання їхньої продуктивності та створення сприятливих умов для розвитку популяцій. Такі заходи спрямовані на відновлення екологічного балансу водойм і підвищення їхньої біологічної продуктивності. Вони включають регулювання гідрохімічних параметрів, необхідних для молоді раків, контроль надмірного росту водної рослинності, видалення мулових відкладень, проведення вапнування, літування та інших агротехнічних процедур [31, 32, 36].

Регулярне тимчасове осушення водойм дозволяє проводити меліоративні роботи, створюючи оптимальні умови для вирощування раків. Осушення сприяє очищенню дна, оновленню ґрунтового шару та підготовці водойми до нового циклу використання. Однак поточна меліорація сама по собі недостатня для довгострокового підтримання продуктивності водойм. Важливим є також літування – періодичне виведення водойми з експлуатації з метою її природного відновлення.

Ефективним методом є засівання дна водойм зерновими культурами (наприклад, овес) або однорічними травами, які стимулюють розвиток личинок хірономід – основного корму для раків усіх вікових груп [41].

Пожнивні рештки після таких культур залишають на дні, оскільки вони сприяють збагаченню кормової бази та покращенню умов для росту раків. Частота та тривалість літування мають визначатися залежно від стану водойми, а цей захід також допомагає запобігати спалахам інфекційних захворювань.

Надмірний розвиток нитчастих водоростей становить загрозу для водойм, особливо для молодих раків, які можуть заплутуватися в їхніх нитках. Такі водорості часто з'являються в водоймах із низьким водообміном або при

дисбалансі фосфорних і азотних добрив, що застосовуються як мінеральні підживлення [37, 28]. Для боротьби з нитчаткою рекомендуються такі заходи:

- Осушення водойми на один вегетаційний період із подальшим засіванням дна сільськогосподарськими культурами, такими як овес або трави.
- Якщо осушення неможливе, нитчатку видаляють вручну за допомогою граблів чи бреднів, особливо обережно у водоймах із молоддю.
- Застосування мідного купоросу в контрольованих концентраціях для знищення водоростей [50].

У водоймах, де молодь раків вирощується у великих кількостях, можливе поширення листоногих ракоподібних, які конкурують за кормову базу. Для їхнього знищення використовують хлорне вапно в безпечних дозах. Обов'язковим є контроль за дрібною бур'янистою рослинністю та хижими рибами. Щоб запобігти проникненню сторонніх видів раб, застосовують механічні бар'єри, такі як сітки чи фільтри.

Під час осушення водойм проводять облов: спочатку використовують пастки для вилову раків, а решту збирають після спуску води. Для точного підрахунку кількості виловлених раків застосовують об'ємний метод, який базується на вимірюванні заповнених ємностей. Перед транспортуванням раків утримують протягом доби в чистих умовах, щоб забезпечити очищення їхнього шлунково-кишкового тракту, що відповідає вимогам до їхнього стану.

Ці заходи, комплексно застосовані, сприяють підвищенню продуктивності природних водойм, створенню оптимальних умов для розвитку річкових раків і підтриманню стабільності їхніх популяцій у довгостроковій перспективі.

ВИСНОВКИ

Річковий рак *Astacus leptodactylus* успішно адаптується до умов верхньої течії річки Самара завдяки своїй всеїдності, здатності копати нори та маскувальному забарвленню. Проте екологічні проблеми, зокрема забруднення води та гідрологічні зміни, створюють загрозу для популяцій цього виду. Для збереження чисельності раків необхідні заходи з моніторингу якості води, регулювання вилову та відновлення природних екотопів у р. Самара.

Умови р. Самара в межах Дніпропетровської області створюють як сприятливі, так і обмежувальні фактори для існування *Astacus leptodactylus*. Верхня течія з високим вмістом кисню, стабільним термічним режимом і наявністю водної рослинності є оптимальною для розмноження та живлення раків.

Однак забруднення, зокрема каналізаційні стоки та високі концентрації амонію, а також сезонні коливання рівня води становлять загрозу для популяцій. Для збереження чисельності раків необхідні заходи з покращення якості води, регулювання антропогенного впливу та моніторингу екологічного стану річки.

Транспортування річкових раків вимагає ретельної упаковки та використання відповідних транспортних засобів (ізотермічні вагони або авіап перевезення) для зменшення снульності.

Біохімічні особливості, зокрема зміна кольору через астаксантин, роблять варених раків привабливими для споживачів, але потребують чіткого дотримання технологічних умов для забезпечення свіжості продукту.

Дослідження річкових раків, зокрема *A. leptodactylus*, у водоймах Придніпров'я підтверджує їхню роль як біоіндикаторів екологічного стану. Антропогенне навантаження, зокрема забруднення важкими металами, стічними водами та добривами, негативно впливає на популяції раків, змінюючи їхні морфометричні характеристики та плодючість. Водойми Центральної та Східної України, зокрема річка , є перспективними для

подальших досліджень біології та екології раків із метою збереження їхнього біорізноманіття та розробки технологій аквакультури.

При дослідженні річкового рака було проведено аналіз його рибничо-біологічних характеристик, включаючи розмір, швидкість росту та життєвий цикл. Цей аналіз надав важливі дані для розуміння біології цього виду та розробки ефективних стратегій вирощування.

Важливо враховувати екологічні та етичні аспекти вирощування річкового рака. Забезпечення належних умов утримання та дотримання стандартів доброго господарювання може сприяти збереженню дикорослих популяцій та зменшенню негативного впливу на природу.

Статистичний аналіз показав, що самці річкового рака з р. Самара мають статистично значущі відмінності від самок за повною довжиною тіла, довжиною без клешень, шириною та довжиною головогрудей, шириною черевця, шириною тельсона та масою тіла. Ці результати підкреслюють виражений статевий диморфізм і вказують на необхідність врахування екологічних умов річки Самара при розробці заходів для збереження популяції *Astacus leptodactylus*.

Раціональна організація вирощування річкового рака в водоймах річки Самара, за умови використання природних переваг (високий вміст кисню у верхній течії, багата рослинна кормова база) та впровадження меліоративних і біотехнічних заходів, дозволить значно підвищити продуктивність аквакультури. Це не лише сприятиме отриманню цінної делікатесної продукції, але й підтримуватиме екологічну стабільність водойм і біорізноманіття регіону.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Річковий рак, зокрема довгопалий (*Astacus leptodactylus*), є цінним джерелом високобілкової їжі, що має попит як делікатесний продукт. Проте в Україні рівень споживання цього виду залишається низьким, що частково пояснюється недостатнім розвитком його промислового вирощування. У багатьох європейських країнах, а також в Україні, цей вид активно розводять у штучних умовах, однак в нашій державі аквакультура раків ще не досягла належного рівня через організаційні, технічні та економічні обмеження. За умови раціонального використання природних ресурсів річки Самара та впровадження сучасних біотехнічних заходів, вирощування раків може стати економічно вигідним, забезпечуючи значні обсяги високоякісної делікатесної продукції при мінімальних витратах.

Використання сприятливих природних умов річки Самара, таких як гідрокарбонатний склад води, наявність мілководних ділянок із водною рослинністю (очерет, рогоз) та достатній вміст кальцію, дозволяє організувати ефективне вирощування раків із низькими економічними затратами. Оптимізація умов у водоймах Самара може значно підвищити продуктивність ракового господарства, сприяючи отриманню цінної харчової продукції для внутрішнього ринку та експорту.

Рекомендації для розвитку вирощування річкового рака у водоймах річки Самара:

1. Покращення гідрохімічних умов:

Регулярно моніторити вміст розчиненого кисню (оптимальний рівень 5–8 мг/л), амонійного азоту (<0,05–0,5 мг/л) та фосфатів для забезпечення комфортних умов для раків. У нижній течії Самара, де кисень знижується до 0,51–1,07 мг/л через каналізаційні стоки, необхідно впроваджувати аераційні системи та зменшувати скид забруднень.

Підтримувати гідрокарбонатний склад води, що сприяє формуванню міцного панцира раків.

2. Меліоративні заходи:

Проводити періодичне осушення водойм для очищення дна від мулових відкладень і надмірної рослинності. Засівати дно зерновими культурами (овес) або однорічними травами для стимуляції розвитку хірономід – основного корму для молодняка.

Контролювати ріст нитчастих водоростей, які загрожують молоді раків, за допомогою механічного видалення (граблі, бредні) або застосування мідного купоросу в безпечних концентраціях.

Використовувати вапнування для нейтралізації кислотності ґрунтів і профілактики епізоотій.

3. Оптимізація кормової бази:

Зберігати природну водну рослинність (елодея, рдесники), що становить до 90 % раціону раків, та уникати надмірного її видалення.

Додатково вводити рослинні та тваринні корми (зернові відходи, молюски, личинки комах) у штучних водоймах для прискорення росту молодняка.

4. Захист від конкурентів і хижаків:

Встановлювати механічні бар'єри (сітки, фільтри) для запобігання проникненню хижих риб і сторонніх видів, таких як листоногі ракоподібні, які конкурують за корм.

Застосовувати хлорне вапно в контрольованих дозах для знищення листоногих раків у виростних водоймах.

5. Організація штучного розведення:

Створювати спеціалізовані виростні ставки з оптимальною глибиною (0,5–1,5 м) і швидкістю течії (до 1,0–1,5 м/с) для молодняка, враховуючи чутливість раків до гіпоксії.

Забезпечувати укриття (каміння, штучні нори) для захисту від хижаків і стресу під час линяння.

Контролювати щільність посадки (не більше 5–10 особин/м²), щоб уникнути конкуренції за їжу та простір.

6. Ефективний вилов і транспортування:

Проводити облов за допомогою пасток, а після осушення водою збирати решту раків вручну. Використовувати об'ємний метод для точного підрахунку вилову.

Утримувати раків перед транспортуванням у чистих умовах протягом доби для очищення шлунково-кишкового тракту, що підвищує їхню якість як харчового продукту.

7. Екологічний моніторинг і зменшення антропогенного впливу:

Впроваджувати програми очищення річки Самара від промислових і побутових стоків, особливо в нижній течії, де високі концентрації амонію (до 1,54 мг/л) створюють токсичні умови.

Проводити регулярний моніторинг морфометричних (довжина, маса, ширина головогрудей) і репродуктивних параметрів (плодючість – 222 ікринки в Самарі) для оцінки стану популяції.

Очікувані результати:

Збільшення продуктивності ракового господарства в басейні Самара завдяки створенню оптимальних умов для росту та розмноження *Astacus leptodactylus*.

Підвищення обсягів виробництва делікатесної продукції для внутрішнього ринку та експорту, що сприятиме економічному розвитку регіону.

Зміцнення продовольчої безпеки в Україні через зростання споживання високобілкових морепродуктів, яке нині становить лише 16 кг на душу населення проти норми 22 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ackefors H. Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*. 2000. Vol. 1(4). pp. 337–359. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2000.00023.x>
2. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2020. Vol. 1. pp. 44–60. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>
3. Azhar M.H., Suciyo S., Budi D.S. et al. Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. *Aquacult. Int.* 2020. Vol. 28. pp. 1293–1304 Doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
4. Bezusiy O.L., Borbat M.O. To the problem of obtaining planting material of crayfish. *Fisheries science of Ukraine*. 2008. Vol. 2. pp. 72–74.
5. Blaha M., Patoka J., Kozak P. et al. Unrecognised diversity in New Guinean crayfish species (*Decapoda, Parastacidae*): The evidence from molecular data. *Integrative Zoology*. 2016. Vol. 11. pp. 457–468. Doi: <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12211>
6. Calvo N.S., Stumpf L., Sacristan H.J. et al. Energetic reserves and digestive enzyme activities in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* nearby the point-of-no-return. *Aquaculture*. 2013. Vol. 416–417. pp. 85–91. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.08.017>
7. Calvo N.S., Tropea C., Anger K. et al. Starvation resistance in juvenile freshwater crayfish. *Aquatic biology*. 2012. Vol. 16. pp. 287–297. Doi: <https://doi.org/10.3354/ab00451>
8. Crustacean Farming: Ranching and Culture (2nd Edition), John F. Wickins, Daniel O’C. Lee, Daniel O’C Lee, 2002
9. Dammannagoda L.K., Pavasovic A., Hurwood D.A. and Mather P.B. Effects of soluble dietary cellulose on specific growth rate, survival and digestive enzyme activities in three freshwater crayfish (*Cherax*) species. *Aquaculture Research*. 2015. Vol. 46(3). pp. 626–636. Doi: <https://doi.org/10.1111/are.12209>

10. Fedorovich L.I., Muzhenko A.V., Slyusar M.V. Relationship between chemical and physical parameters of water with morphological features of cancers of different species. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2020. Vol. 4(47). pp. 165–170. Doi: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28>
11. Ghanawi J., Saoud I.P. Molting, reproductive biology, and hatchery management of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). *Aquaculture*. 2012. Vol. 358–359. pp. 183–195. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.019>
12. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae – Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 2008. 595. P. 295–301: [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/226077330>
13. Golub G.A., Zavadzka O.A., Kukharets V.V. Development of block diagrams of closed water supply installation for aquaculture production. *Scientific horizons*. 2019. Vol. 5(78). pp. 105–111. Doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-105-111>
14. Hrynevych N.E., Khomyak O.A., Prysyzhnyuk N.M. et al. Analysis of the hydraulic component of industrial aqua farms with closed water supply. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2019. Vol. 2. pp. 59–76. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.5>
15. Masser M.P. and Rouse B.D. Australian Red Claw Crayfish. 1997. SRAC Publication № 244. The Alabama Cooperative Extension Service, USA.
16. Melnichenko S.G., Babushkina R.O., Markelyuk A.V. Analysis of the current state of aquatic bioresources of Ukraine. *Aquatic bioresources and aquaculture*. 2020. Vol. 2. pp. 42–47. Doi: <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.4>
17. Mezhzherin S.V., Kostyuk V.S., Garbar A.V., Zhalai E.I., Kutishchev P.S. The thick-clawed crayfish, *Astacus pachypus* (Crustacea, Decapoda, Astacidae), in Ukraine: karyotype, allozymes and morphological parameters. *Bulletin of Zoology*. 2015. Vol. 49(1). pp. 41–48. Doi: <https://doi.org/10.1515/vzoo-2015-0004>

18. Mezhzherin S.V., Kostyuk V.S., Zhalai E.I. Peculiarities of the genetic structure of populations and morphological variability of populations of crayfish *Astacus Fabricius*, 1775 in the south–east of Ukraine. *Scientific Bulletin of Uzhgorod University*. 2012. Vol. 33. pp. 33–136.
19. Mitchell B.D. and Collins R. Development of field–scale intensive culture techniques for the commercial production of the yabbie (*Cherax destructor/albidus*). Centre for Aquatic Science, Warrnambool Institute of Advanced Education, Warrnambool. 1989. Victoria.
20. Poplavskaia O.S., Gerasimchuk V.V. Opportunities for import substitution of aquaculture products in Ukraine. *Fisheries science of Ukraine*. 2020. Vol. 4(54). pp. 22–37. Doi: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.022> pp. 355–362. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.033>
21. Rigg D.M., Seymour J.E., Courtney R.L. et al. A review of juvenile Redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) aquaculture: global production practices and innovation. *Freshwater Crayfish*. 2020. Vol. 25(1). pp. 13–30. Doi: <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25–1.013>
22. Saoud I.P., Ghanawi J, Thompson K.R, Webster C.D. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*. 2013. Vol. 44. pp. 1–29. Doi: <https://doi.org/10.1111/jwas.12011>
23. Thompson K.R., Muzinic L.A., Engler L.S., Morton S–R, Webster C.D. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research*. 2004. Vol. 35(7). pp. 659–668. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365–2109.2004.01063.x>.
24. Volpe M.G., Santagata G., Coccia E., Di Stasio M., Malinconico M. and Paolucci M. Pectin–based pellets for crayfish aquaculture: structural and functional characteristics and effects on Redclaw *Cherax quadricarinatus* performances. *Aquaculture Nutrition*. 2015. Vol. 21(6). pp. 814–823. Doi: <https://doi.org/10.1111/anu.12204>

25. Zakharchenko I.L., Maksymenko M.L. Structural indicators of the industrial herd of crayfish of the Kakhovka reservoir. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*. 2017. Vol. 1. pp. 35–43.
26. А що ви знаєте про раків ? : [електронний ресурс]. Режим доступу: http://darg.gov.ua/a_shcho_vi_znajete_pro_rakiv_0_0_0_6963_1.html
27. Безусий О. Л., Борбат М. О. До проблеми отримання посадкового матеріалу річкових раків. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 2. С. 72–74.
28. Безусий О.Л. До питання вивчення деяких фізіологічних характеристик річкових раків / О.Л. Безусий // *Рибне господарство*. – 2004. – Вип. 63. – С. 21–23.
29. Горчанок А.В., Рожков В.В., Поротікова І.І. Вплив водного середовища на біологічні особливості ракоподібних. *The I International Science Conference on Multidisciplinary Research*. (January 19-21). Berlin, Germany. 2021. P. 150–152. 7.
30. Дроник В. С., Давидов О. М. Присадибне раківництво. К. : Вісник зоології, 2012. 184 с.
31. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Аквакультурне виробництво: від наукових експериментів до промислових масштабів. Інвестиції практика та досвід. 2011. № 20. С. 7–11.
32. Кудряшов С. С., Кудряшова М. В. Вирощування посадкового матеріалу довгопалого раку (*Astacus leptodactylus*) в умовах Одеської області. Основні завдання рибогосподарської науки щодо вирішення нагальних проблем розвитку рибного господарства України: Матеріали науково–практичного семінару «FishExpo–2014». 2014. С. 40–42.
33. Носенко Ю. Прибуток у клешнях: чи вигідно вирощувати раків ? : [електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/agro/idei-trendy/item/8361-prybutok-ukleshniakh-chy-vyhidnovyroshchuvaty-rakiv.html>