

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

МАКОВІЙ ЄГОР ОЛЕГОВИЧ

УДК: 639.519 : 504.455

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИРОЩУВАННЯ
РАКОПОДІБНИХ У СТАВОВІЙ АКВАКУЛЬТУРІ

207 «Водні біоресурси та аквакультура»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Єгор МАКОВІЙ

Керівник роботи:
Володимир ТКАЧУК,
кандидат с.-г. наук, доцент

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __ від «__» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ Діна ЛІСОГУРСЬКА
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

«__» _____ 20__ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Маковій Єгор Олегович захистив
(прізвище ,ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Тетяна ПОПАДЮК
(прізвище ,ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Маковій Є. О. Порівняльний аналіз методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура». – Поліський національний університет, Житомир, 2025 рік.

У результаті проведених досліджень встановлено, що інтенсивна технологія вирощування забезпечує вищі прирости маси та довжини тіла, більший рівень виживання та біомасу на одиницю площі, а також кращу ефективність кормового використання у порівнянні з екстенсивним методом. Отримані результати мають практичну цінність для впровадження ефективних технологій у ставовій аквакультурі України.

Ключові слова: ставове рибництво, прісноводні ракоподібні, *Macrobrachium rosenbergii*, *Cherax quadricarinatus*, аквакультура, екстенсивна технологія, інтенсивна технологія.

ANNOTATION

Makoviy Ye. O. Comparative Analysis of Crustacean Farming Methods in Pond Aquaculture. – Qualification Thesis (manuscript).

Qualification thesis for the degree of Bachelor in the specialty 207 “Aquatic Bioresources and Aquaculture.” – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The research results showed that intensive farming technology ensures higher growth rates in body mass and length, greater survival rates and biomass per unit area, as well as better feed conversion efficiency compared to the extensive method. The obtained results have practical value for the implementation of effective technologies in pond aquaculture in Ukraine.

Keywords: pond aquaculture, freshwater crustaceans, *Macrobrachium rosenbergii*, *Cherax quadricarinatus*, aquaculture, extensive technology, intensive technology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Біологічні основи ведення ставового рибництва.....	8
1.2. Категорії ставків в тепловодному повносистемному ставковому господарстві, їх характеристика та призначення.....	10
РОЗДІЛ ІІ. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
2.1. Місце та умови проведення досліджень.....	12
2.2. Матеріали та методика проведення досліджень.....	15
РОЗДІЛ ІІІ. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	16
3.1. Порівняльний аналіз методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі.....	16
ВИСНОВКИ 	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	25
ДОДАТКИ	30

ВСТУП

Світовий ринок ракоподібних (рак, креветки, краби) активно розвивається завдяки високій харчовій цінності цих організмів. Ефективні методи вирощування дозволять задовольнити зростаючі потреби споживачів.

Ставова аквакультура є одним із найбільш екологічних способів розведення гідробіонтів. Порівняння методів дозволить визначити оптимальні умови вирощування з мінімальним впливом на довкілля.

Вибір ефективного методу вирощування сприяє зниженню собівартості продукції, підвищенню виживаності молоді та зростанню біомаси ракоподібних.

Сучасні методи вирощування мають враховувати не лише продуктивність, а й мінімізацію негативного впливу на водні екосистеми (забруднення, евтрофікація, біобезпека) [11].

В умовах глобальних змін клімату та виснаження природних запасів водних біоресурсів аквакультура стає стратегічно важливим напрямом. Дослідження сприятиме вдосконаленню технологій вирощування та розвитку галузі.

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі.

Об'єкт дослідження – методи вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі.

Предмет дослідження - технологічні особливості та ефективність різних методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі.

Для досягнення мети було поставлено **завдання** роботи:

1. Проаналізувати наукові джерела та сучасний стан досліджень з питань ставового рибництва, зокрема біологічні основи вирощування прісноводних ракоподібних.

2. Вивчити категорії ставків у тепловодному повносистемному ставковому господарстві, їх характеристики та функціональне призначення у технологічному процесі.

3. Описати матеріал, методику, а також місце і умови проведення експериментальних досліджень вирощування *Macrobrachium rosenbergii* та *Cherax quadricarinatus*.

4. Провести порівняльний аналіз результатів вирощування ракоподібних за екстенсивною та інтенсивною технологіями у ставках.

5. Оцінити вплив різних технологій вирощування на прирости, виживання, біомасу та ефективність використання кормів.

Методи дослідження: екстенсивна та інтенсивна технологія вирощування, порівняльно-описовий метод.

Перелік публікацій автора за темою дослідження

1. Маковій Є. О. Вирощування креветок в Україні: промислове виробництво чи підсобне господарство? *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково теоретичний збірник*. Житомир: Видавництво Поліського національного університету, 2025. Вип. 19. С. 53-55.

2. Маковій Є. О. Характеристика методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково теоретичний збірник*. Житомир: Видавництво Поліського національного університету, 2025. Вип. 19. С. 55-56.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути використані в науковій, промисловій та освітній сферах для вдосконалення технологій вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі, а саме: оптимізації виробництва, підвищенню продуктивності аквакультурних господарств, зниженню екологічного навантаження, розвитку аквакультури як галузі, удосконаленню освітніх програм – використанню отриманих даних у навчальних матеріалах для підготовки спеціалістів у сфері водного господарства та аквакультури.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, основної частини із 3 розділів, висновків, списку літератури. Повний обсяг роботи становить 32 сторінки.

РОЗДІЛ I

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

З екологічної точки зору, одним із ключових аспектів аквакультури є штучне відтворення водних біоресурсів, що сприяє поповненню або відновленню чисельності природних популяцій. Крім того, розширення масштабів товарного вирощування гідробіонтів дозволяє зменшити промислове навантаження на природні ресурси.

Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), найбільшу промислову цінність серед представників класу вищих ракоподібних мають десятиногі (*Decapoda*) [20].

Ракоподібні є однією з тих груп гідробіонтів, технології штучного вирощування, яких ще перебувають у стадії активної розробки та постійного вдосконалення. При цьому кількість видів, що культивуються в аквакультурі, постійно зростає.

Серед інших провідних країн з вирощування ракоподібних переважають азійські держави: Індонезія (8,9%, 608 тис. т), В'єтнам (7,4%, 612 тис. т), Індія (5,5%, 503 тис. т), Еквадор (4,8%, 403 тис. т), Таїланд (4,4%, 300 тис. т) та Бангладеш (1,4%, 130 тис. т). Загалом на ці країни припадає близько 90% світового виробництва десятиногих ракоподібних в умовах аквакультури [21].

1.1. Біологічні основи ведення ставового рибиництва

Ставове рибиництво ґрунтується на біологічних особливостях гідробіонтів і передбачає штучне створення або модернізацію водних екосистем. Ефективне господарювання вимагає знань про розвиток, ріст, живлення, розмноження та сезонну активність риб і ракоподібних.

Вибір видів ракоподібних залежить від біологічних характеристик, клімату, водних ресурсів і ринкового попиту. Найпоширеніші види:

Procambarus virginalis, *Astacus astacus*, *Pacifastacus leniusculus*, *Macrobrachium rosenbergii*, *Penaeus vannamei* [31].

Біоценоз ставка — взаємодія гідробіонтів, мікроорганізмів, рослин і фауни. Стабільність біоценозу важлива для продуктивності та виживання вирощуваних організмів [15; 16]. Ракоподібні — консументи, які живляться детритом, водоростями, донними організмами. За високої щільності змінюють бентос і структуру дна [9; 12].

Управління біоценозом включає регуляцію щільності, видового складу, аерацію, годівлю, біофільтрацію, біопрепарати [11]. Тип живлення ракоподібних залежить від виду: фітопланктоноїдні (дафнії), фільтратори, хижі (циклопи), донні (рак, гамарус), креветки (*Macrobrachium*) — всеїдні [22; 32].

Ключові екологічні чинники: температура та розчинений кисень — впливають на ріст, живлення, линьку, виживання [6]. Методи регулювання включають аерацію, контроль глибини (1–2 м), затінення, збалансовану годівлю, щоденний моніторинг води [36].

Кожен вид має специфіку вирощування [7].

Методи розведення [2]:

- Інтенсивний: інкубація ікри, годівля личинок живими кормами.
- Екстенсивний: природна кормова база, нерест у ставу, полікультура [11].

Зимівля важлива для збереження особин. Передбачає відбір здорових тварин, інтенсивне підживлення, очищення ставків. Зимувальні споруди: глибокі ставки або басейни з температурним контролем. Необхідний постійний моніторинг льоду, кисню, стану тварин, а при потребі — аерація [4; 8; 10].

Біобезпека [3] — це карантин нових особин (2–4 тижні), контроль води (кисень, pH, аміак, нітрити), дезінфекція обладнання, обмеження доступу до ставків, контроль за переносниками хвороб.

Профілактика хвороб [13] – це якісна, дозована годівля, пробіотики, імуностимулятори, вітаміни, регулярний ветеринарний моніторинг, ротація ставків, навчання персоналу.

Гідробіологічний моніторинг передбачає оцінку чисельності зоопланктону, фітопланктону, бентосу [2; 5], а гідрохімічний — контроль параметрів водного середовища [5].

1.2. Категорії ставків в тепловодному повносистемному ставковому господарстві, їх характеристика та призначення

У тепловодному повносистемному ставковому господарстві ставки поділяються за функціональним призначенням, забезпечуючи повний цикл вирощування — від інкубації до товарної продукції.

1. Інкубаційні ставки. Рідко використовуються у раківництві через внутрішню інкубацію ікри на тілі самки. У сучасних технологіях можуть застосовуватись спеціальні ставки для інкубації [23].

2. Личинкові ставки. Призначені для утримання личинок після відокремлення від самки, формування молоді, зменшення смертності від канібалізму. Обов'язкова аерація. Мають невеликі розміри й глибину [26; 40].

3. Малькові ставки. Використовуються для вирощування молоді до розміру 5–10 г, підготовки до пересадки у виробничі ставки. Глибина до 1,2 м, основна годівля — природна кормова база [24; 29].

4. Передтоварні ставки. Служать для дорощування молоді до товарних розмірів. Глибина до 1,5 м, утримання триває 3–6 місяців, забезпечується укриттями [30].

5. Товарні ставки. Основний етап вирощування до товарної маси (35–100 г). Тривалість утримання — 6–9 місяців, щільність посадки — 5–15 особин/м² [39].

6. Зимувальні ставки. Забезпечують збереження молоді та дорослих особин взимку. Глибина до 2 м, щільність посадки — до 3 кг/м³. Аерація — за потребою [19].

7. Карантинні ставки. Призначені для ізоляції новоприбулих або потенційно інфікованих особин, профілактики та адаптації. Площа — 0,01–0,05 га, щільність — 20–50 особин/м², тривалість — 2–4 тижні [35] (додаток А).

Отже, ставове рибництво ґрунтується на знаннях біології об'єктів аквакультури та раціональній організації технологічного процесу. Розуміння життєвих циклів, харчування, поведінки та середовища ракоподібних дозволяє ефективно планувати всі етапи вирощування.

У тепловодному повносистемному господарстві важливим є функціональне розмежування ставків за призначенням (інкубаційні, личинкові, товарні тощо), що сприяє високій продуктивності, біобезпеці та оптимальному розвитку організмів.

Такий підхід забезпечує ефективність виробництва, стабільне відтворення популяцій, раціональне використання ресурсів і екологічну стійкість систем.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження були проведені на виробничій базі товариства з обмеженою відповідальністю «Українська креветка» — підприємства, яке спеціалізується на промисловому вирощуванні прісноводних ракоподібних в умовах закритої та напіввідкритої аквакультури. Юридична адреса підприємства: 04128, м. Київ, вул. Туполева, 18в, оф. 4. Фактична адреса: 09161, Київська область, м. Узин, вул. Симиренка Володимира, 46. Об'єктом діяльності підприємства є розведення високоякісної продукції прісноводних креветок для внутрішнього ринку України.

Період проведення досліджень охоплював лютий 2025 року, що дозволило оцінити ефективність вирощування ракоподібних в умовах контрольованого мікроклімату, незалежно від погодних умов зовнішнього середовища. Впродовж цього періоду здійснювалося регулярне спостереження за фізико-хімічними параметрами водного середовища, поведінкою та ростом особин, а також аналізувалося дотримання технологічного процесу вирощування згідно з методикою, затвердженою на підприємстві.

Для проведення дослідження були створені відповідні технологічні умови, які максимально наближені до оптимальних для вирощування прісноводних ракоподібних. Випробування здійснювались у спеціалізованих басейнах, розміщених у закритих приміщеннях з можливістю автоматичного контролю основних параметрів середовища. Басейни мали середню глибину від 0,5 до 1,0 м, що забезпечувало достатню циркуляцію води та комфортні умови для утримання тварин. Усі ємності були оснащені штучними укриттями, зокрема пластиковими ящиками, обтягнутими сіткою, які

створювали простір для укриття, що є важливим елементом для зменшення стресу та агресії серед ракоподібних.

У кожному дослідному басейні підтримувалися стабільні параметри водного середовища, а саме:

- температура води трималася на рівні 27–28 °C, що відповідає оптимальним умовам для активного росту та розвитку більшості тропічних видів ракоподібних;
- рівень розчиненого кисню становив не менше 5 мг/л, що забезпечувало належну оксигенацію води та попереджувало гіпоксичні стани;
- показник кислотності води (pH) утримувався у межах 7,2–8,0, що є нейтрально-слабколужним середовищем, прийнятним для життєдіяльності прісноводних креветок;
- прозорість води, визначена за допомогою диска Секкі, знаходилася у межах 30–45 см, що свідчить про належну фільтрацію та відсутність надмірної кількості завислих часток;
- щільність посадки варіювалася від 20 до 40 особин на м², залежно від обраного методу вирощування, що дозволяло оцінити вплив щільності на ріст, виживаність і загальну продуктивність.

Для кращого розуміння умов утримання ракоподібних, у таблиці 2.1 наведено рекомендовані оптимальні температурні показники для різних видів, що були використані як орієнтир під час досліджень [37].

Таблиця 2.1

**Температурний режим для утримання ракоподібних у ставовій
аквакультурі**

Вид ракоподібних	Оптимум, °С	Гранично допустимі межі
Дафнія	18–24 °С	10–30 °С
Циклоп	20–25 °С	12–30 °С
Гамарус	16–22 °С	4–28 °С
Річковий рак	18–22 °С	5–27 °С
Креветка Макробрахіум Розенберга (<i>M. rosenbergii</i>)	27–31 °С	20–35 °С
Австралійський червоно-клевшевий рак (<i>Ch. quadricarinatus</i>)	24–30 °С	15–36 °С

Для вирощування молоді ракоподібних потрібно дотримуватися певних умов [2] (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Оптимальні умови для розвитку ракоподібних у ставовій
аквакультурі**

Параметр	Оптимальні умови
Температура води	20–28 °С
Рівень кисню	>5 мг/л
Глибина ставу	0,8–1,5 м
Швидкість росту	Залежить від корму та линьок
Корм	Детрит, зоопланктон, водорості, штучні корми

Годування здійснювалося 8 разів на добу, порційно. Для інтенсивної технології використовували гранульовані корми з вмістом білка 28–32%.

2.2. Матеріали та методика проведення досліджень

Об'єктами дослідження стали прісноводні ракоподібні, що активно культивуються в ставковій аквакультури України:

- креветка Макробрахіум Розенберга (*M. rosenbergii*).
- Австралійський червоно-клевшевий рак (*Ch. quadricarinatus*).

Для порівняння були використані чотири виробничих басейнів площею від 10 до 20 м², умовно розподілених на дві технологічні групи:

- I — екстенсивна технологія вирощування (природна кормова база);
- II — інтенсивна технологія (додавання комбікорму, аерація, укриття).

Методика проведення досліджень

Порівняння ефективності різних методів вирощування проводилося за такими біологічними та продуктивними показниками:

- прирости довжини та маси тіла (г, мм);
- коефіцієнт виживання, %;
- біомаса на 1 м² наприкінці вирощування;
- коефіцієнт кормової конверсії (FCR).

Контрольні вилови для біометричного аналізу проводилися щотижнево. Біологічний матеріал відбирали шляхом ручного відлову з дна та з використанням пасток. Вимірювання проводилися з використанням цифрового штангенциркуля та електронних ваг з точністю до 0,01 г.

Отримані результати оброблялися з використанням стандартних методів біометричного аналізу. Статистична обробка даних здійснювалася з використанням програми Microsoft Excel та статистичних методів, зокрема *t*-критерію Стюдента для визначення достовірності різниць між групами.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Порівняльний аналіз методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі

У результаті комплексних експериментальних досліджень, проведених у лютому 2025 року на базі сучасного виробничого комплексу ТОВ «Українська креветка», було отримано значний обсяг емпіричних даних, що дозволили всебічно оцінити вплив різних технологічних підходів на динаміку росту, виживаність, кормову ефективність та загальну продуктивність двох видів прісноводних ракоподібних — індо-тихоокеанської креветки *Macrobrachium rosenbergii* та австралійського червоно-клевшевого рака *Cherax quadricarinatus*. Обидва ці види набувають дедалі більшої популярності в аквакультурі завдяки високим темпам росту, цінним смаковим якостям та добрій адаптації до умов штучного вирощування, що робить їх перспективними об'єктами для розвитку ставкових господарств в Україні.

Метою даного дослідження було проведення порівняльного аналізу ефективності екстенсивного (традиційного) та інтенсивного (контрольованого) методів вирощування у ставкових умовах із точки зору біологічної доцільності та економічної доцільності. Особливу увагу було приділено таким важливим параметрам, як середньодобові прирости довжини та маси тіла, коефіцієнт виживаності, накопичення біомаси на одиницю площі водойми, коефіцієнт кормової конверсії (FCR), а також якість водного середовища у процесі вирощування.

Крім того, дослідження дозволило оцінити ефективність різних режимів годівлі — зокрема порівняти природну кормову базу в умовах екстенсивного утримання з використанням повноцінних збалансованих гранульованих кормів у системах інтенсивного типу. Також було розглянуто

вплив різної щільності посадки та наявності/відсутності інфраструктурних елементів (укриттів, аераційних систем, засобів моніторингу параметрів водного середовища) на загальний рівень продуктивності вирощування.

У межах експериментальної частини реалізовано два чітко відмежовані технологічні підходи:

- Група I (екстенсивна технологія) — моделювала умови традиційного ставкового вирощування з мінімальним втручанням людини, де основними джерелами корму були природні біоресурси, а контроль за фізико-хімічними параметрами води здійснювався лише періодично;
- Група II (інтенсивна технологія) — представляла систему з високим рівнем керованості, включаючи регулярне годування повноцінними комбікормами, постійний моніторинг температури, кисню, pH, та стабільне управління якістю водного середовища.

Таким чином, дослідження дало змогу не лише встановити переваги тієї чи іншої системи вирощування за конкретними біологічними критеріями, але й сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації ставкових технологій вирощування ракоподібних на території України з урахуванням сучасних екологічних, технічних та економічних реалій.

Біологічні та продуктивні показники

Прирости довжини та маси тіла

У ході дослідження було встановлено, що застосування інтенсивної технології вирощування має беззаперечні переваги з точки зору швидкості росту ракоподібних. У групі II, де використовувалася система контрольованого годування та управління середовищем, прирости як довжини, так і маси тіла досліджуваних видів були істотно вищими порівняно з екстенсивною моделлю утримання. Зокрема, середній приріст маси тіла *M. rosenbergii* у цій групі становив 1,7 г/тиждень, тоді як у групі I (екстенсивна технологія) цей показник не перевищував 1,1 г/тиждень. Для *Ch. quadricarinatus* показники були ще більш контрастними: у групі II приріст сягав 2,1 г/тиждень, що є свідченням інтенсивного засвоєння

поживних речовин, тоді як в екстенсивних умовах — лише 1,3 г/тиждень. Відповідна різниця спостерігалася і в приростах довжини панцира, що підтверджує вплив умов утримання та режиму годівлі на темпи морфологічного розвитку (табл. 3.1).

Коефіцієнт виживання

Одним із найважливіших критеріїв оцінки ефективності аквакультурної технології є рівень виживаності особин упродовж всього циклу вирощування. Згідно з отриманими результатами, у групі II, де використовувалася інтенсивна технологія, коефіцієнт виживання був значно вищим. Так, у креветки *M. rosenbergii* виживаність сягала 82%, а у австралійського рака *Ch. quadricarinatus* — 79%. Для порівняння, в умовах екстенсивного утримання ці показники становили відповідно 68% і 65%. Таке покращення можна пояснити рядом факторів: зменшенням стресу завдяки наявності достатньої кількості штучних укриттів, вищою якістю корму, стабільністю фізико-хімічних параметрів води, а також зниженням інтенсивності внутрішньовидового канібалізму та травматизму.

Біомаса на 1 м²

Параметр накопичення біомаси на одиницю площі дозволяє об'єктивно оцінити загальну ефективність виробництва. Наприкінці експериментального періоду в групі II зафіксовано біомасу до 1,8 кг/м², що майже вдвічі перевищує показники групи I (1,0–1,2 кг/м²). Досягнення такого результату стало можливим завдяки системному підходу до управління усіма елементами технології вирощування — від якості стартового матеріалу та кормів до регулярного моніторингу умов середовища та рівномірного розподілу корму. Ефективне використання простору ставків у поєднанні з високою щільністю посадки при збереженні належних умов утримання дозволило досягти значного економічного ефекту.

Коефіцієнт кормової конверсії (FCR)

FCR є важливим економічним показником, який демонструє, скільки корму потрібно для приросту одиниці маси організму. У групі II коефіцієнт

кормової конверсії для *M. rosenbergii* становив 1,8, а для *Ch. quadricarinatus* — 2,1. Ці значення відповідають прийнятим стандартам промислового вирощування і свідчать про високу ефективність використання кормів. Варто зазначити, що у групі I, де джерелом живлення були природні ресурси (детрит, мікрозообентос, зоопланктон), прямий розрахунок FCR не здійснювався. Однак непрямі оцінки продуктивності показали, що за відсутності контрольованого раціону темпи росту ймовірно були обмежені обсягами та якістю природної їжі.

Умови середовища

Протягом усього періоду дослідження контроль за якістю водного середовища здійснювався щоденно з використанням стандартного гідрохімічного обладнання. Усі параметри перебували в межах, які вважаються оптимальними для росту й розвитку прісноводних ракоподібних.

- Температура води стабільно підтримувалась у межах 27–28 °С. Цей показник відповідає біологічним потребам як *M. rosenbergii* (оптимум 27–31 °С), так і *Ch. quadricarinatus* (оптимум 24–30 °С), що позитивно впливало на темпи росту, рівень активності та засвоєння кормів.
- Вміст розчиненого кисню не опускався нижче 5 мг/л, що забезпечувало нормальну респірацію гідробіонтів і зменшувало ризик гіпоксії.
- Рівень рН коливався в межах 7,2–8,0, що вказує на стабільний кислотно-лужний баланс, сприятливий для підтримання гомеостазу у водному середовищі.
- Прозорість води, виміряна за допомогою диска Секкі, становила 30–45 см, що свідчить про помірну трофність води та відсутність надлишкового забруднення органікою.

Загалом, дотримання стабільних гідрофізичних та гідрохімічних умов створювало оптимальне середовище для реалізації генетичного потенціалу росту ракоподібних, знижувало стресові навантаження та сприяло високим показникам виживаності.

Організація годівлі

Один із ключових аспектів інтенсивної технології — організація раціонального, збалансованого та регулярного годування. У групі II була реалізована система багаторазового порційного годування — вісім разів на добу невеликими об'ємами. Такий режим сприяв рівномірному надходженню поживних речовин протягом дня, мінімізував агресивну конкуренцію за корм, зменшував ризик недоїдання у менш домінантних особин, а також запобігав накопиченню надлишків корму у воді, що могло призвести до погіршення її якості.

Використовувалися повнораціонні гранульовані корми зі вмістом білка 28–32%, збагачені мінералами, вітамінами та імуномодуляторами. Ці корми були адаптовані до фізіологічних потреб креветок і раків, з урахуванням їх виду, віку та темпів росту.

У екстенсивній групі (група I) джерелом живлення залишалася виключно природна кормова база — детрит, зоопланктон, фітопланктон, мікробіота дна. Такий тип живлення хоч і знижує собівартість вирощування, однак не дозволяє досягти стабільно високих темпів росту через обмеженість ресурсів, особливо при високій щільності посадки.

Аналіз отриманих у ході експерименту даних дозволяє зробити комплексні висновки щодо переваг та обмежень кожного з досліджуваних технологічних підходів до вирощування прісноводних ракоподібних у ставкових умовах. Як інтенсивна, так і екстенсивна системи мають свої особливості, однак за сукупністю продукційних, біологічних та економічних показників саме інтенсивна модель виявилася більш ефективною та адаптованою до сучасних вимог аквакультурного виробництва.

Зокрема, інтенсивна технологія забезпечила:

- прискорене зростання особин обох видів завдяки контрольованій годівлі та оптимізованим умовам утримання;
- підвищення виживаності на 14–15% порівняно з екстенсивною технологією, що особливо важливо при масштабуванні виробництва;

- накопичення майже вдвічі більшої біомаси з одиниці площі, що є критичним фактором для економічної доцільності використання ставкового фонду;
- покращену конверсію корму, що знижує витрати на одиницю продукції та робить виробництво більш рентабельним;
- стабільне функціонування гідробіоценозу, зменшення стресових чинників та профілактику хвороб завдяки підтриманню сталих гідрохімічних показників.

Разом із тим, слід зазначити, що ефективність інтенсивної технології значною мірою залежить від правильного менеджменту: своєчасного моніторингу параметрів водного середовища, дотримання біобезпеки, грамотного складання годівельних програм, а також високої якості стартового матеріалу. У разі нехтування цими умовами система може втратити свою ефективність та навіть призвести до погіршення результатів.

У свою чергу, екстенсивна технологія хоча й поступається за ключовими показниками, залишається привабливою для малих господарств і фермерів завдяки нижчим стартовим витратам, простоті реалізації та використанню природної кормової бази. Вона може бути рекомендована для використання в регіонах із обмеженим доступом до технічних ресурсів або в умовах органічного виробництва.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність подальшого розвитку інтенсивного вирощування креветки *M. rosenbergii* та рака *Ch. quadricarinatus* у ставках як перспективного напрямку для аквакультури України. З урахуванням кліматичних умов, наявності водних ресурсів і зростаючого попиту на аквакультурну продукцію, дана технологія може стати основою для створення ефективних виробничих систем із високою продуктивністю, біобезпекою та екологічною збалансованістю.

Таблиця 3.1

Зведена таблиця результатів експериментальних досліджень

Показник	<i>M. rosenbergii</i>	<i>Ch.quadricarinatus</i>
Прирости довжини та маси тіла		
I — екстенсивна технологія	1,1 г/тиждень	1,3 г/тиждень
II — інтенсивна технологія	1,7 г/тиждень	2,1 г/тиждень
Коефіцієнт виживання		
I — екстенсивна технологія	68%	65%
II — інтенсивна технологія	82%	79%
Біомаса на 1 м ²		
I — екстенсивна технологія	1,0–1,2 кг/м ²	1,0–1,2 кг/м ²
II — інтенсивна технологія	до 1,8 кг/м ²	до 1,8 кг/м ²
Коефіцієнт кормової конверсії (FCR)		
I — екстенсивна технологія	-	-
II — інтенсивна технологія	1,8	2,1

ВИСНОВКИ

Ефективне вирощування прісноводних ракоподібних у ставковій аквакультурі ґрунтується на глибокому розумінні їхніх біологічних особливостей, зокрема потреб у температурному режимі, вмісті кисню, типах корму та поведінкових характеристиках. Дотримання оптимальних параметрів середовища, забезпечення належного харчування й умов для линьки дає змогу максимально реалізувати потенціал росту й виживання таких видів, як *M. rosenbergii* та *Ch. quadricarinatus*. Результати дослідження підтвердили, що інтенсивна технологія вирощування із застосуванням збалансованих кормів і технічного забезпечення (аерація, укриття) значно перевищує екстенсивну за біологічною та господарською ефективністю.

У структурі повносистемного господарства кожна категорія ставків виконує специфічну функцію: інкубаційні — для виведення личинок, личинкові — для первинного вирощування, передтоварні й товарні — для подальшого підрощування до комерційних розмірів, зимувальні — для зберігання особин у холодний період, а карантинні — для профілактики хвороб. Раціональне функціональне розмежування ставків сприяє оптимізації технологічного процесу, зниженню втрат, підвищенню продуктивності й загальному оздоровленню біоценозу. У дослідженні була реалізована подібна структура, що дозволило створити сприятливі умови для повного циклу вирощування ракоподібних та забезпечити контроль за біобезпекою.

Проведені дослідження засвідчили суттєву різницю в ефективності між екстенсивною та інтенсивною технологіями вирощування прісноводних ракоподібних у ставкових умовах. Застосування інтенсивного методу, що передбачає використання комбікорму, аерації, штучних укриттів і регулярного годування, дало змогу досягти значно вищих показників приросту маси та довжини тіла, коефіцієнта виживання, а також підвищити загальну біомасу на одиницю площі.

Особливо високі результати були зафіксовані у креветки *M. rosenbergii*, яка найкраще реалізувала свій потенціал при температурі 27–28 °С та стабільному кисневому режимі. Також було відзначено, що інтенсивна технологія дозволила знизити негативний вплив стресових чинників, зменшити канібалізм і забезпечити кращу біобезпеку.

Таким чином, впровадження інтенсивних методів вирощування в ставкову аквакультуру є доцільним і перспективним напрямом підвищення продуктивності та рентабельності господарств, що спеціалізуються на культивуванні прісноводних ракоподібних в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алимов І. С., Кононенко Р. В. Інтенсивні технології в аквакультурі : навчальний посібник. Київ. 2011. 280 с.
2. Андрющенко А. І., Вовк Н. І. Аквакультура штучних водойм (Індустріальна аквакультура). Київ: НУБіП України, 2013. 589 с.
3. Березовський І. В. Інфекційні хвороби риб: навч. посіб. з дисципліни «Іхтіопатологія» для здобувачів вищої освіти факультету хімії, біології і біотехнологій спеціальності СО «Бакалавр» 091 Біологія. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2021. 47 с.
4. Белокуров Г. А. Біотехнологічні аспекти утримання і розведення мармурового рака *Procambarus virginalis* в акваріумальних умовах : магістр. дипломна робота : 207 Водні біоресурси та аквакультура. наук. керівник Рожков В. В.; Дніпровський держ. аграр.-економ. ун-т , Ф-т біотехнологічний, Каф. водних біоресурсів та аквакультури. Дніпро, 2020. 62 с.
5. Вдовенко Н. М., Шарило Ю. Є., Герасимчук В. В. Інструментарій регулювання розвитку аквакультури в умовах глобальних трансформацій. *Новітні інструменти формування сукупної пропозиції на рибу та інші водні біоресурси в умовах глобальних продовольчих викликів: збірник тез I Міжнародного науково-практичного семінару*. Київ: НУБіП України, 2020. 84-88 с.
6. Герасимчук В. В., Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М. Практичні рекомендації щодо виробництва раків для створення додаткових переваг на ринку. Київ: АСТЕКС, 2019. 26 с.
7. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі. Київ: «ЦП» КОМПРИНТ», 2017. 551 с.

8. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультури: навч. посіб. : «Центр учбової літератури», 2016. 410 с.
9. Мавроді С. Р., Мухіна О. Ю. Видовий склад ракоподібних водойм околиць м. Полтави. *Харківський природничий форум, 18-19 травня 2023 р.* 2021. С. 361-364.
10. Оптимальні умови зимівлі водних біоресурсів. *Житомирський рибоохоронний патруль.* 2020. URL : https://zt.darg.gov.ua/_optimaljni_umovi_zimivli_0_0_0_933_1.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 03.04.2025).
11. Петерс М. М. Удосконалення технології вирощування товарної риби у ставках. Полтава. 2020. 74 с.
12. Практичні рекомендації щодо виробництва раків для створення додаткових порівняльних переваг на ринку. Герасимчук В. В., Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М. та ін. Київ: АСТЕКС, 2019. 26 с.
13. Сондак В. В., Петрук А. М. Ставове рибництво: практикум. Рівне: НУВГП, 2020. 115 с.
14. Тищенко В. І., Божко Н. В., Коверга В. В. Перспективи розведення широкопалого річкового рака. Вісник СНАУ. 2011. № 7 (18). С. 42–44.
15. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Герасимчук В. Г., та ін. Сучасна аквакультура: від теорії до практики. Київ: Простобук, 2016. 149 с.
16. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва. Київ: 2011. 499 с.
17. Ackefors H., Lindqvist O. V., Edsman L., Nystrom P. Farming of freshwater crayfish in Europe. *Freshwater Crayfish.* 1995. Vol. 10. P. 362–372.
18. Charles Lutz, Shirley, Mark G. Best Management Practices for Crawfish Aquaculture. URL : <https://www.lsuagcenter.com/articles/page1678807642636> (дата звернення: 05.04.2025).

19. Culture model of *Cherax quadricarinatus*: Temporary shelter in shed and pond culture. [Shun, Cheng, Yong-yi, Jia, Mei-li, Chi, Jian-bo, Zheng, Shi-li, Liu, Zhi-min, Gu]. 2020. URL : <https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65dec7dab766d82b18fe4443> (дата звернення: 05.04.2025).

20. FAO Report: Global fisheries and aquaculture production reaches a new record high. URL : https://fao.sitefinity.cloud/americas/news/news-detail/fao-report--global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/en?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.04.2025).

21. Global aquaculture surging, with production surpassing wild-catch fisheries, 2024 UN FAO SOFIA report finds. URL : https://www.seafoodsource.com/news/supply-trade/global-aquaculture-surging-with-production-surpassing-wild-catch-fisheries-2024-un-fao-sofia-report-finds?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 01.04.2025).

22. Grow-out phase. URL : <https://www.fao.org/4/y4100e/y4100e08.htm> (дата звернення: 02.04.2025).

23. Horton H. Hobbs "Biology of Freshwater Crayfish," Journal of Crustacean Biology 22(4), 969, (1 November 2002). URL : [https://doi.org/10.1651/0278-0372\(2002\)022\[0969:BOFC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1651/0278-0372(2002)022[0969:BOFC]2.0.CO;2) (дата звернення: 04.04.2025).

24. How to farm red claw crayfish. URL : <https://thefishsite.com/articles/cultured-aquatic-species-red-claw-crayfish> (дата звернення: 04.04.2025).

25. Jones C. M. Redclaw Crayfish Aquaculture: A Review. Queensland : DPI Publications, 1995.

26. Kozák P., Policar T., Buřič M. Production technologies for signal crayfish and noble crayfish juveniles in the Czech Republic. *Know How Transfer in Aquaculture*. Vodňany : USB, 2009. P. 67–74.

27. Lavinia Núñez-Amao, José Naranjo-Páramo, Alfredo Hernández-Llamas, Mayra Vargas-Mendieta, Humberto Villarreal. Estimating production

costs of preadult redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, reared in a commercial nursery system: A stochastic bioeconomic approach. *J World Aquacult Soc.* 2018. P. 1–14.

28. Lecture Wintering Pond, Quarantine pond and Isolation Pond. URL : <https://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/05/Lecture-Wintering-Pond.pdf> (дата звернення: 05.04.2025).

29. Managing crawfish ponds. *Alabama Aquaculture Best Management Practice (BMP)*. URL : <https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/al/g21managingcrawfishponds.pdf> (дата звернення: 04.04.2025).

30. Michael P. Masser and David B. Rouse. Australian Red Claw Crayfish. *SRAC Publication*. No. 244. 1997. P. 1-8.

31. New M. B. Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper. No. 428. Rome, FAO. 2002. 212 p.

32. *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) [Penaeidae]. URL : https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/en/en_whitelegshrimp.htm (дата звернення: 02.04.2025).

33. *Procambarus clarkii*. In Cultured aquatic species fact sheets. 2009. URL : https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/en/en_redswampcrawfish.htm (дата звернення: 05.04.2025).

34. Redclaw crayfish aquaculture. URL : <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/fisheries/aquaculture/species/redclaw-crayfish> (дата звернення: 04.04.2025).

35. Roy P. E. Yanong, Claire Erlacher-Reid. Biosecurity in Aquaculture, Part 1: An Overview. *Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication*. URL : <https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/4707%20Biosecurity%20in%20Aqua>

culture%2C%20Part%201-%20An%20Overview.pdf (дата звернення: 05.04.2025).

36. Signal Crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). URL : <https://www.fws.gov/sites/default/files/documents/Ecological-Risk-Screening-Summary-Signal-Crayfish.pdf> (дата звернення: 03.04.2025).

37. Uli B. Seemann, Kai Lorkowski, Matthew J. Slater, Friedrich Buchholz, Bela H. Buck. Growth performance of Noble Crayfish *Astacus astacus* in recirculating aquaculture systems. *Aquacult Int.* 2014. URL : https://epic.awi.de/id/eprint/37708/1/Seemann_et_al_2015_Aqua_Int.pdf (дата звернення: 03.04.2025).

38. Vogt G. Biology and aquaculture of the marbled crayfish, the first self-cloning decapod crustacean. *Aquaculture International*. 2018. Vol. 26. P. 817–828.

39. W. Ray McClain. Crawfish Production: Pond Construction and Water Requirements. *Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication*. No. 240. 2012. URL : <https://srac.msstate.edu/pdfs/Fact%20Sheets/240%20Crawfish%20Production-%20Pond%20Construction%20and%20Water%20Requirements.pdf> (дата звернення: 05.04.2025).

40. Westin Lars, Gydemo Rolf. Influence of light and temperature on reproduction and moulting frequency of the crayfish, *Astacus astacus* L. *Aquaculture*. Volume 52, Issue 1, 1 February 1986. 43-50 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Тип ставка	Личинкові ставки	Малькові ставки	Передтоварні ставки	Товарні ставки	Зимувальні ставки	Карантинні ставки
Характеристика						
Площа	50–500 м ² (іноді до 0,1 га)	0,05–0,2 га	0,1–0,5 га	0,5–2 га	600–1 000 м ²	0,01–0,05 га
Глибина	0,3–0,8 м	0,5–1,2 м	0,8–1,5 м	0,8–1,5 м	До 2 м	0,8–1,2 м
Температура води	18–24°C	18–24 °C	18–28 °C	18–28 °C	Нижче 10 °C	18–25 °C
Аерація	Обов'язкова для підтримки кисню (4–6 мг/л)	Обов'язкова для підтримання рівня кисню >5 мг/л	Обов'язкова для підтримки рівня кисню >5 мг/л	Обов'язкова для підтримки рівня кисню >5 мг/л	Не обов'язкова, але бажана для підтримки рівня кисню	Обов'язкова для підтримки рівня кисню >5 мг/л
Укриття	Дрібні труби, черепиця, сітки – для уникнення канібалізму	Пластикові труби, сітки, черепиця для зменшення канібалізму	Труби, черепиця, пластикові контейнери	Труби, черепиця, пластикові контейнери	Природні або штучні укриття для зменшення стресу	Труби, черепиця, пластикові контейнери
Щільність посадки (особин/м ²)	~100–300	100–300	50–150	5–15	До 3 м ³	20–50
Тривалість дорошування	3-5 тижнів	3–4 місяці	3–6 місяців	6–9 місяців	Не проводиться при температурі води нижче 7 °C	2–4 тижні
Годівля	Природна мікрофлора, додатково – варені яйця, артемія, спеціальні стартові корми	Комбінована: природна кормова база та додаткове підгодовування гранульованими кормами	Комбінована: природна кормова база + штучні корми	Комбінована: природна кормова база + штучні корми	Комбінована: природна кормова база + штучні корми	Збалансовані штучні корми з високим вмістом білка

Джерела [27; 30; 32; 34; 36]

Порівняльна таблиця методів вирощування ракоподібних у ставках

Критерій	Екстенсивний	Напів-інтенсивний	Інтенсивний
Щільність посадки	Низька (1–3 екз./м ²)	Середня (5–10 екз./м ²)	Висока (15–30 екз./м ²)
Джерело корму	Природна кормова база	Природна + додаткове підгодовування	Повноцінні комбікорми, штучне годування
Технічне забезпечення	Мінімальне	Помірне (годівниці, елементи аерації)	Високе (аерація, фільтрація, контроль параметрів води)
Продук-тивність	40–80 кг/га	100–250 кг/га	400–800 кг/га і більше
Витрати на вирощування	Низькі	Помірні	Високі
Ризики	Низькі (при добрій якості води)	Середні	Високі (при порушенні технології – масова загибель)
Основні об'єкти	<i>Astacus astacus</i> , <i>A. leptodactylus</i>	<i>Pacifastacus leniusculus</i> , <i>Cherax destructor</i>	<i>Cherax quadricarinatus</i> , <i>Procambarus clarkii</i> , <i>P. virginalis</i>
Призначення продукції	Відновлення популяцій, напівпромислове вирощування	Комерційне вирощування, експорт	Масове товарне виробництво

Схема порівняльного аналізу методів вирощування ракоподібних у ставовій аквакультурі

Критерій	Екстенсивний	Інтенсивний	Напівінтенсивний
Щільність посадки	Низька	Висока	Середня
Живлення	Природна кормова база	Штучні корми	Комбіноване живлення
Продуктивність	Низька	Висока	Середня
Затрати ресурсів	Мінімальні	Високі	Помірні
Технічне обладнання	Мінімальне	Сучасне (аерація тощо)	Часткове
Екологічний вплив	Низький	Потенційно високий	Помірний
Контроль за умовами середовища	Обмежений	Повний	Частковий