

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота на правах рукопису

ЛІНКЕВИЧ ДІАНА ОЛЕГІВНА

УДК 639.5

Кваліфікаційна робота
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РАКОПОДІБНИХ В
УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ

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 _____ Діана ЛІНКЕВИЧ

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

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури № ____
від « ____ » _____ 2025 р.

В. о. завідувача кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури
« ____ » _____ 2025 р.

Діна ЛІСОГУРСЬКА

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Діана ЛІНКЕВИЧ** захистила кваліфікаційну роботу з
оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

Тетяна ПОПАДЮК

АНОТАЦІЯ

Лінкевич Д. О. Аналіз технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

У науковій праці презентовано дослідження технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу водопостачання. Встановлено високий технологічний рівень організації виробництва креветки білонової тихоокеанської, що забезпечує стабільне отримання якісної товарної продукції, поєднуючи екологічну безпеку з економічною ефективністю.

Ключові слова: компоненти установки замкнутого циклу, креветка білонога тихоокеанська, параметри водного середовища, технологічне обладнання.

ANNOTATION

Linkevych D. O. Analysis of the technology of growing crustaceans in closed-recirculating aquaculture system. – Qualifying scientific research as a manuscript.

Qualification work for the bachelor's degree in specialty 207 – Aquatic bioresources and aquaculture. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The scientific work presents a study of the technology of growing crustaceans in closed-recirculating aquaculture system. A high technological level of organization of the production of Pacific white-leg shrimp has been established, which ensures stable production of high-quality marketable products, combining environmental safety with economic efficiency.

Key words: components of a closed-recirculating aquaculture system, Pacific white-leg shrimp, parameters of the aquatic environment, technological equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП	5	
РОЗДІЛ 1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
	1. 1 Концептуальні принципи аквакультури	7
	1. 2. Установки замкнутого циклу в аквакультурі	9
РОЗДІЛ 2.	МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ	
	ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
	2. 1. Місце та умови проведення досліджень	12
	2. 2. Матеріал та методика проведення досліджень	15
РОЗДІЛ 3.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	17
	3. 1. Аналіз технології вирощування ракоподібних в	
	установках замкнутого циклу	17
ВИСНОВКИ		26
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ		27

ВСТУП

Як галузь сільського господарства, аквакультура, займається розведенням, вирощуванням і утриманням водних організмів, таких як риба, ракоподібні, молюски, водорості тощо [1]. Аквакультура – це наразі ключовий ресурс для продовольчої безпеки України, особливо в умовах війни, зміни клімату та зростаючого попиту на доступний білок. Її розвиток – це не лише питання економіки, а й стратегія національного виживання і стабільності [2, 3].

Технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу мають важливе значення для сучасного аквакультурного виробництва, адже має безліч аспектів, що доводять її значення. В першу чергу, йдеться про екологічну стійкість, оскільки установки замкнутого циклу – це системи, де вода фільтрується та повторно використовується, а – мінімізує використання природних водних ресурсів, знижує забруднення довкілля [1, 4]. Контрольовані умови вирощування дозволяють точно контролювати температуру, рівень кисню, якість води, годівлю, а це дає змогу оптимізувати ріст і виживаність ракоподібних, зменшити ризики хвороб і стресу. Також установки забезпечують цілорічне виробництво, позаяк умови штучно створюються, вони незалежні від клімату. Тому це забезпечується стабільний прибуток [5, 6]. Крім того, використання установок замкнутого типу дає змогу ефективно використовувати простір, підвищувати якість продукції, є перспективним напрямом сучасного виробництва продукції. УЗЦ – це інноваційний підхід, який може забезпечити розвиток рибної галузі та імпортозаміщення [7].

Тому ми поставили за **мету досліджень** провести аналіз технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу в умовах СТОВ «Прогрес» Вінницької області.

Предмет досліджень – технологічні аспекти вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу. **Об’єкт досліджень** – аналіз

технологічних параметрів вирощування ракоподібних в контрольованих умовах. **Методи досліджень** – загальноприйняті.

Перелік публікацій

1. Лінкевич Д. О. Особливості вирощування ракоподібних. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*: науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2025. Вип. 19. С. 26.

2. Tkachuk Volodymyr, Shuliar Alina, Linkevych Diana, Korniychuk Mykhailo. Aquaculture as a component of food security. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якість і безпечність харчових продуктів*: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 черв. 2025 р. Житомир: Вид.-во Поліського національного університету, 2025. С. 115–116.

Практичне значення отриманих результатів. Вирощування гідробіонтів в установках замкнутого циклу забезпечує використання сучасних технологічних прийомів та інноваційних рішень, що дозволяє ефективно вирощувати креветку тихоокеанську. Така модель виробництва гарантує регулярне отримання товарної продукції високої якості з урахуванням екологічної та економічної доцільності.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 31 сторінці комп'ютерного тексту, містить 6 рисунків, 4 таблиці. Список використаної літератури налічує 50 джерел.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. 1. Концептуальні принципи аквакультури

Близько 17% світового споживання тваринного білка нині забезпечується водними гідробіонтами. Лідерами з виробництва аквакультурної продукції є такі країни, як Китай, Індія, Таїланд, Норвегія та США. Основна частка продукції марикультури – близько 77,7% – припадає на країни Азійського регіону, передусім Китай і Японію. Найпоширенішими видами морської аквакультури є мідії, устриці, морські водорості, екзотичні перли та різноманітні види морської риби. У сфері прісноводної аквакультури лідирують європейські країни, зокрема й Україна [8, 9].

У зв'язку з постійним зростанням потреби у харчових продуктах та обмеженою здатністю Світового океану забезпечити населення достатньою кількістю водних ресурсів, аквакультура почала активно розвиватися. Це спричинило зростання значення промислового вирощування водних організмів як у морському (марикультура), так і в прісноводному напрямках [10].

Аквакультура – це форма сільськогосподарської діяльності, що передбачає штучне вирощування, утримання та розведення водних біоресурсів у повністю або частково контрольованому середовищі з метою отримання товарної продукції [11].

Основні напрями аквакультури наступні: Товарна аквакультура – передбачає вирощування риби та інших водних організмів для подальшої реалізації як товарної продукції.

Відновлення водних біоресурсів – діяльність, пов'язана із заселенням водойм гідробіонтами для поповнення природних запасів та збереження популяцій.

Рекреаційна аквакультура – включає організацію дозвілля (спортивне і любительське рибальство, екотуризм, «зелений» туризм [12].

Типи аквакультури за інтенсивністю виробництва [13]: Інтенсивна аквакультура – передбачає повний технологічний супровід вирощування: контроль умов, годівля, лікування, стимулювання природної кормової бази. Застосовується в індустріальних і частково в ставкових господарствах.

Екстенсивна аквакультура – базується на використанні природних ресурсів без додаткових засобів інтенсифікації. Характерна для ставкових господарств. Має низьку продуктивність, але потребує менших витрат.

Напівінтенсивна аквакультура – поєднує елементи інтенсивної та екстенсивної систем. Найбільш поширена в Україні через баланс між витратами та ефективністю [12, 14].

Форми товарної аквакультури [8]:

Випасна аквакультура – це різновид екстенсивного вирощування, що передбачає зариблення водойм рибою різного віку, вирощеною в умовах аквакультури, з метою підвищення продуктивності. Такий метод можливий лише за сприятливого природного середовища.

Ставкова аквакультура – це розведення риб у штучно створених або пристосованих водоймах: ставках, садках, лиманах, басейнах, обводнених кар'єрах. Ставки можуть бути русловими, балковими або одамбованими залежно від конструкції.

Індустріальна аквакультура – найпрогресивніша та найпродуктивніша форма, яка використовує спеціалізовані технології: басейни, садки, рециркуляційні системи (УЗЦ), акваріуми. Цей метод дозволяє повністю контролювати всі етапи вирощування. Він потребує значних інвестицій, але забезпечує найвищу врожайність [15-18].

Марикультура – це розділ індустріальної аквакультури, який здійснюється у солоній воді. Окрім риб, активно вирощуються молюски (мідії, устриці), ракоподібні (омари, креветки) та інші морські гідробіоти. Вирощування відбувається у плавучих садках, на колекторах або в інших спеціальних морських установах [19, 20].

Отже, аквакультура – це багатогранна галузь, яка охоплює різноманітні напрямки діяльності, технології вирощування та організаційні форми. Вона є важливим джерелом продовольства, збереження біорізноманіття та розвитку сільських територій [10, 21].

1. 2. Установки замкнутого циклу в аквакультурі

Технології з використанням установки замкнутого типу для вирощування ракоподібних – це сучасне рішення, що поєднує екологічну безпеку, економічну ефективність і високу якість продукції. Вони особливо актуальні в умовах глобального потепління, обмеження водних ресурсів та зростання попиту на морепродукти [5, 22].

Установки замкнутого водопостачання (УЗВ) – це високотехнологічні системи, які забезпечують контрольоване середовище для вирощування водних організмів, включно з ракоподібними (наприклад, креветками, лангустами, крабами, раками). Такі системи дозволяють вирощувати ракоподібних незалежно від клімату, пори року або природних водойм. Нижче подано основні технології та особливості використання УЗВ для вирощування ракоподібних[23-26].

Основні компоненти УЗВ для ракоподібних [27]:

- Резервуари для вирощування – басейни або контейнери, де утримуються ракоподібні.
- Фільтрація води: Механічна фільтрація – для видалення твердих частинок (залишки корму, екскременти). Біофільтрація – для нітрифікації аміаку та нітритів (бактерії *Nitrosomonas* і *Nitrobacter*).
- УФ-стерилізація / озонування – знищення патогенів.
- Аерація / оксигенація – постачання кисню, підтримання рівня DO (розчиненого кисню).
- Системи контролю параметрів води – температури, рН, солоності, азоту тощо.

- Обігрів або охолодження – залежно від виду ракоподібних і регіону [12, 28].

Установки замкнутого циклу передбачають використання таких представників ракоподібних – таблиця 1.

Таблиця 1

Поширені види ракоподібних, що вирощуються в УЗВ [29]

Вид організмів	Оптимальні умови	Особливості вирощування
Креветка (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Температура 27–31°C, солоність 15–30‰	Найбільш комерційно вигідний вид
Австралійський червоноклешневий рак (<i>Cherax quadricarinatus</i>)	Температура 22–28°C, прісна вода	Високий попит на азійських ринках
Прісноводний рак (<i>Astacus astacus</i>)	Температура 15–22°C, прісна вода	Потребує прихистків для линьки
Краб (<i>Scylla serrata</i>)	Температура 26–30°C, солоність 20–35‰	Можна вирощувати до товарного розміру або на «підгодівлю»

Ракоподібні мають високу харчову цінність, оскільки є джерелом легкозасвоюваного білка, корисних жирних кислот (зокрема омега-3), вітамінів (B12, D, E) та мінералів (цинк, йод, селен). Їх м'ясо містить мало жиру й калорій, що робить його цінним продуктом у здоровому та дієтичному харчуванні. Завдяки вмісту антиоксидантів, таких як астаксантин, споживання ракоподібних сприяє зміцненню імунітету та профілактиці серцево-судинних захворювань. Вони широко використовуються у світовій кулінарії як делікатес і важливий компонент раціону [30, 31].

Ракоподібні, вирощені в установках замкнутого водопостачання (УЗВ), є екологічно чистим та безпечним джерелом харчових продуктів, оскільки вирощуються в контрольованих умовах без використання антибіотиків та з

мінімальним впливом на довкілля. УЗВ забезпечують оптимальні умови для росту креветок, раків чи крабів: постійна температура, якість води та контроль годівлі сприяють швидкому росту й високій якості продукції [12, 32]. Така система дозволяє вирощувати ракоподібних цілий рік, незалежно від кліматичних умов, і забезпечує стабільне постачання на ринок здорового, високобілкового морепродукту [33].

Технологічні особливості установок замкнутого водопостачання [34]:

Біозавантаження та щільність посадки: УЗВ дозволяє точно розраховувати кількість особин на м³ води для оптимізації росту.

Системи годівлі: Автоматизовані або ручні, з урахуванням фази росту. Надмірна годівля – ризик для якості води.

Моніторинг здоров'я: Регулярна перевірка стану панцира, поведінки, споживання корму.

Інтегровані системи (наприклад, аквапоніка): Вода з УЗВ використовується для поливу рослин, які додатково фільтрують воду [9, 35].

Переваги УЗВ для вирощування ракоподібних полягають в таких факторах:

- ✓ Економія води (до 95% повторне використання).
- ✓ Контроль умов середовища → зниження смертності.
- ✓ Відсутність сезонності.
- ✓ Менша залежність від природних загроз (хижаки, забруднення, хвороби).
- ✓ Висока біобезпека [5, 36].

Виклики та ризики при використанні установок замкнутого циклу – це високі початкові інвестиції, потреба в кваліфікованому персоналі, накопичення токсинів при недосконалій фільтрації, порушення балансу азоту, періодична санація системи [37, 38].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2. 1. Місце та умови проведення досліджень

На етапі планування досліджень важлива роль належить вибору місця їх проведення. Це визначає контекст, у якому здійснюється збір даних, і може суттєво впливати на доступність технічних, кадрових та інформаційних ресурсів, що, своєю чергою, позначається на якості та масштабі дослідження. Екологічні та фізичні умови конкретної локації також впливають на можливість спостереження або аналізу певних явищ. Вибір місця дослідження визначає, наскільки отримані результати можна поширити на ширший контекст. Тому правильний вибір локації є критичним для забезпечення достовірності, об'єктивності та практичної цінності отриманих результатів [39, 40].

Місце проведення наших досліджень за темою кваліфікаційної роботи – це сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю (СТОВ) «Прогрес», що розташоване за адресою – 23000, Україна, Вінницька область, Жмеринський район, місто Бар, вулиця Претвича Б., будинок 39 – риунок 1. Підприємство було засноване 21 травня 2001 року, директором є Мельник Микола Іванович [41].

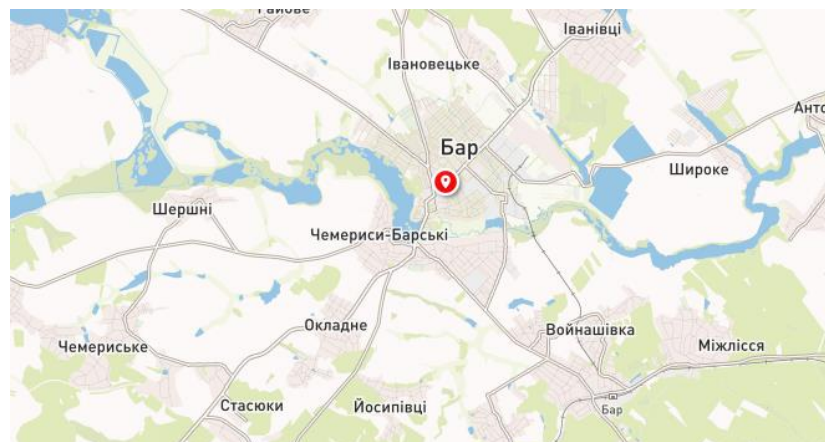


Рис. 1. Місце розташування підприємства [42]

На момент започаткування діяльності статутний капітал товариства складав 107 572 ₴, з кодом ЄДРПОУ 30072357. Бухгалтер – Яцентюк Ольга Федорівна, усі власники та бенефіціари зазначені на рисунку 2 [43].

Мельник Микола Іванович Україна Засновник 89 872 ₴ 83.55%	Мельник Галина Кирилівна Україна Засновник 14 117 ₴ 13.12%	Заїка Тетяна Іванівна Україна Засновник 1 195 ₴ 1.11%	Богатир Володимир Григорович Україна Засновник 593 ₴ 0.55%
Колесник Ганна Іванівна Україна Засновник 531 ₴ 0.49%	Колесник Юрій Іванович Україна Засновник 389 ₴ 0.36%	Кирилюк Олена Олександрівна Україна Засновник 336 ₴ 0.31%	Мельник Юрій Євстафійович Україна Засновник 278 ₴ 0.26%
Заїка Лідія Романівна Україна Засновник 263 ₴ 0.24%	Мельник Микола Іванович Україна Кінцевий бенефіціарний власник	Мельник Галина Кирилівна Україна Кінцевий бенефіціарний власник	

Рис. 2. Дані про власників товариства [41]

Основний вид діяльності товариства: Прісноводне рибицтво (аквакультура) – код 03.22. Проте тут діють також інші види діяльності: Вирощування зернових, бобових культур і насіння олійних рослин (крім рису). Супровідні послуги в галузі рослинництва. Прісноводне рибальство. Оптова торгівля зерном, насінням, кормами для тварин та необробленим тютюном. Оптова реалізація різноманітних продуктів харчування, зокрема риби, молюсків та ракоподібних. Роздрібна торгівля іншими товарами з лотків і на ринках. Роздрібна торгівля у неспеціалізованих магазинах з акцентом на продукти харчування, напої та тютюн. Надання послуг тимчасового розміщення (готелі та подібні заклади). Ресторанний бізнес та мобільне харчування. Експлуатація атракціонів і тематичних парків. Організація дозвілля та розважальних заходів. Діяльність, пов'язана із забезпеченням фізичного комфорту. Пасажирські перевезення внутрішніми водними шляхами. Постачання готових страв. Обслуговування напоями. Операції з власною нерухомістю: купівля та продаж. Здавання в оренду та управління нерухомим майном (власним або орендованим). Оренда легкових автомобілів. Оренда вантажного транспорту. Прокат побутових речей та

особистих предметів користування. Інші види діяльності в сфері охорони здоров'я [44, 45].

Фінансову діяльність можна простежити за допомогою наступної інформації – таблиця 2.

Таблиця 2

Фінансові показники товариства [41]

Номер по порядку	Назва показника	Рік діяльності			
		2021	2022	2023	2024
1	Дохід, грн.	5 577 000 ₴	3 408 000 ₴	2 721 000 ₴	4 402 000 ₴
2	Чистий прибуток, грн.	361 000 ₴	265 000 ₴	211 000 ₴	349 000 ₴
3	Активи товариства, грн.	9 227 000 ₴	9 492 000 ₴	9 703 000 ₴	10 052 000 ₴

Як видно з таблиці, то діяльність товариства приносить дохід, а чистий прибуток зростає з 2022 року, попри повномасштабне вторгнення ворожої держави на територію України.

СТОВ «Прогрес» є зареєстрований як платник податків у наступних державних органах: Реєстр платників податків:

Головне управління ДПС у Вінницькій області, Барська державна податкова інспекція (код: 44069150).

Дата реєстрації: 26 січня 1999 року

Реєстраційний номер: 2146 [44].

Реєстр платників єдиного внеску: Головне управління ДПС у Вінницькій області, Барська державна податкова інспекція (код: 44069150)

Дата реєстрації: 14 січня 1999 року.

Реєстраційний номер: 0201040106.

Облік у Державній службі статистики України (код: 37507880):

Дата постановки на облік: 28 грудня 1998 року [43].

Отже, СТОВ «Прогрес» – це багатогалузеве підприємство, яке займається прибутковою діяльністю та знаходиться на таких відстанях від адміністративних центрів: До м. Київ – 333 км. До м. Вінниця – 68 км. До м. Жмеринка – 45 км [46].

Кліматичні умови товариства «Прогрес» сприятливі. Клімат: Помірно-континентальний. Середня річна температура: близько +7...+9 °С. Середня температура січня: близько -5 °С. Середня температура липня: близько +19...+22 °С. Опади: 500–600 мм на рік, найбільше в літні місяці. Період вегетації: приблизно 170-190 днів. Переважають західні та північно-західні вітри. Ці умови характерні для центральної частини України, що впливає на сільське господарство, природні екосистеми і житлово-комунальні потреби. Ґрунтові умови визначаються типами ґрунтів. В основному поширені чорноземи – типові для степової зони України. Чорноземи: дуже родючі, з високим вмістом гумусу (4-6%), добре зберігають вологу і забезпечують хороші умови для сільськогосподарських культур. Легкі та середні за механічним складом: Переважають суглинки і супіски, які добре аеруються і пропускають воду. Глибина залягання ґрунтових вод: варіюється, але зазвичай глибока, що сприяє хорошему дренажу [42, 47].

2. 2. Матеріал та методика проведення досліджень

Кваліфікаційна робота по темі «Аналіз технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу» виконана у

сільськогосподарському товаристві з обмеженою відповідальністю «Прогрес» Вінницької області на базі галузі аквакультури, тобто розведення прісноводних ракоподібних у прісній воді – за схемою на рисунку 3.

Характеристика технологічних елементів здійснена за загальноприйнятими методичними рекомендаціями [5, 7, 9, 12, 14, 29, 36].

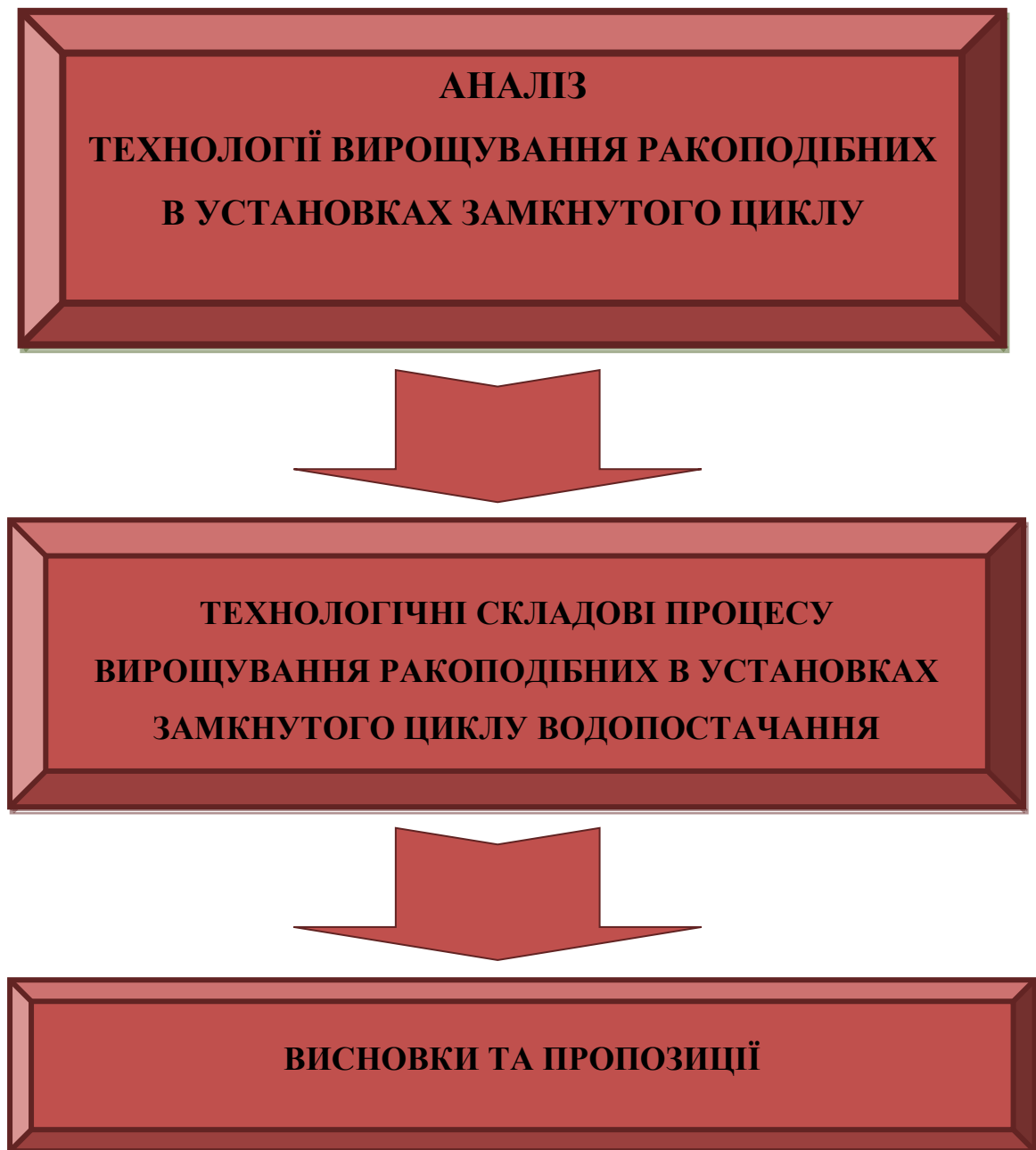


Рис. 3. Схема проведення дослідження по темі кваліфікаційної роботи

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3. 1. Аналіз технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого циклу

У сучасному сільському господарстві, зокрема й рибництві, все більше підприємців обирають інноваційні, економічно вигідні й екологічно безпечні технології. Однією з таких прогресивних систем є установка закритого водопостачання, яка суттєво змінює підхід до вирощування риби, раків та креветок тощо. Установка закритого водопостачання – це високотехнологічна система, що забезпечує багаторазове використання води шляхом її фільтрації, очищення та циркуляції без постійного оновлення. Така система створює замкнуте екосередовище, ідеальне для вирощування гідробіонтів. Основний принцип роботи УЗВ полягає у безперервній циркуляції води в замкнутому колі. Вода з басейнів проходить через кілька етапів очищення і після цього повертається назад у резервуари з гідробіонтами. Такий підхід дозволяє зберігати чистоту води та підтримувати стабільні умови для росту живих організмів при мінімальному споживанні ресурсів [9, 16].

Галузь аквакультури представлена у СТОВ «Прогрес» Вінницької області вирощуванням ракоподібних в установках замкнутого водопостачання, загальна схема роботи якої та її основні компоненти зазначені на рисунку 4. Це резервуари для утримання та вирощування гідробіонтів, система фільтрації, аерації, стерилізації та циркуляції води.

Переваги використання установки закритого водопостачання величезні. Це раціональне використання води. УЗВ дає змогу скоротити витрати води на 90-95% у порівнянні з традиційними методами вирощування у ставках або відкритих системах, що особливо важливо в умовах обмежених водних ресурсів. Також це повний контроль умов утримання, можна точно регулювати температуру, рівень кисню, кислотно-лужний баланс, солоність

та інші показники, що впливають на здоров'я гідробіонтів, незалежно від кліматичних змін [24, 26]. Звісно велика перевага – це можливість цілорічного виробництва. Завдяки штучно контрольованим умовам вирощування, виробництво не залежить від сезонності, що дозволяє стабільно отримувати продукцію протягом усього року. Також установки дозволяють забезпечити високу щільність посадки на обмеженій площі без ризику для їх здоров'я, що підвищує ефективність виробництва та прибутковість. Також завдяки замкнутому циклу, викиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище зводяться до мінімуму, що робить УЗВ екологічно безпечною технологією. Висока перевага у оперативній окупності, адже інвестиції в УЗВ можуть швидко себе виправдати завдяки зменшенню витрат на ресурси, оптимізації виробничого процесу та високій рентабельності [23, 28].

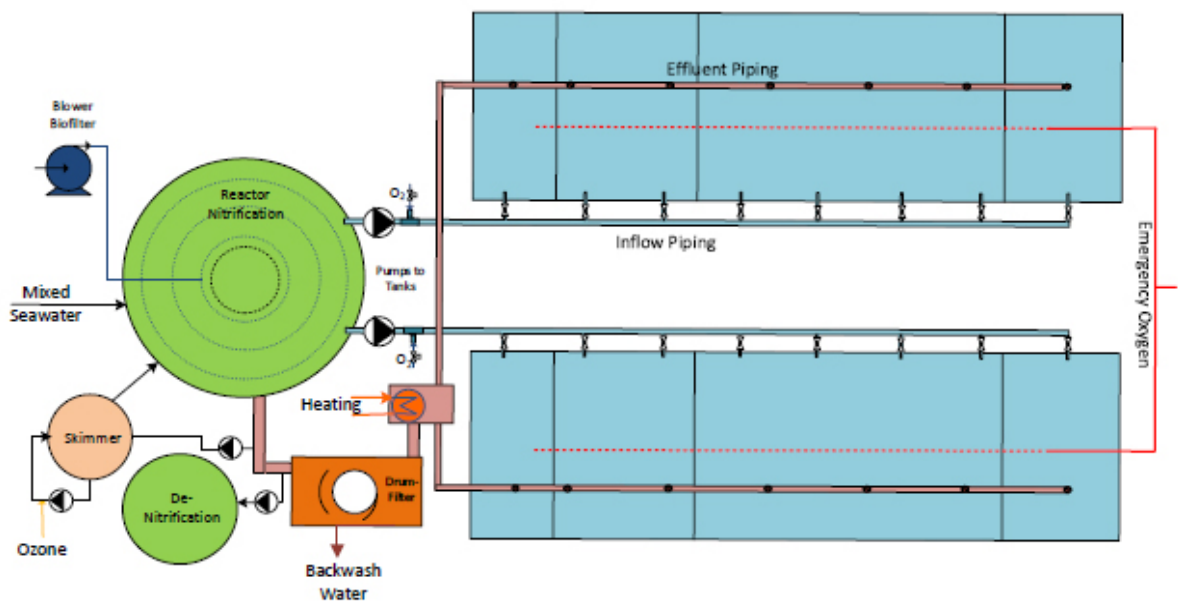


Рис. 4. Загальна блок-схема роботи УЗВ [48]

Технологія вирощування креветок в установках замкнутого водопостачання в умовах СТОВ «Прогрес» – це високотехнологічний метод аквакультури, який дозволяє вирощувати креветок у контрольованому середовищі без доступу до відкритих водойм. Основні переваги – економія води, стабільні умови вирощування та зниження ризиків захворювань.

В умовах товариства «Прогрес» як об'єкт аквакультури використовують креветку тихоокеанську – *Litopenaeus vannamei* / *Penaeus vannamei* (інші назви – біла або білонога тихоокеанська креветка, або королівська креветка ваннамей), оскільки вона характеризується швидкими темпами росту та високою адаптивною здатністю в умовах УЗВ – рисунок 5.



Рис. 5. Вид креветки *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*)

Вирощування креветок здійснюється у басейнах із теплою водою (26–28°C) за допомогою спеціальної біофлок-технології. Ця технологія базується на інтенсивній аерації та наявності азоту й вуглеводів (протеїнів і вуглеводів), у результаті чого в процесі життєдіяльності креветок утворюється біологічно активна суспензія – біофлок, або активний мул. Біофлок є мікробною спільнотою, яка складається з бактерій, найпростіших організмів та інших зоогенних елементів (скупчень), що беруть участь у переробці залишків корму, білків і вуглеводів. У процесі ці частинки об'єднуються у пластівці – флокули, звідки й походить назва «біофлок» [49]. Біофлок включає в себе флокульовані згустки з водоростей, бактерій,

найпростіших і різних органічних частинок, таких як фекалії, уламки карапаксів (спинна частина панцира) і залишки корму. У біофлок-системах застосовується вимірювально-інтуїтивний метод керування, що дозволяє мікробним колоніям та твердим частинкам накопичуватися у воді. Через це керування такою системою є досить складним і вимагає технічної підготовки для досягнення її ефективності та продуктивності [50].

Біофлок виконує дві ключові функції: знижує рівень аміаку шляхом утилізації відходів корму та забезпечує додаткове джерело живлення завдяки поїданню флокульованих частинок. Проте варто враховувати, що з часом накопичення осаду й зростання бактеріального навантаження можуть сприяти розвитку хвороб креветок, зокрема EMS (Early Mortality Syndrome) [49].

Конструкція та обладнання установки замкнутого циклу водопостачання в умовах СТОВ «Прогрес» включає – рисунок 6:



Рис. 6. УЗВ в умовах СТОВ «Прогрес»

Басейни (резервуари) для вирощування, виготовлені з поліпропілену. До басейнів подається чиста вода, збагачена киснем, а відведення води з них відбувається вже після її забруднення продуктами життєдіяльності креветок.

Ступінь забруднення води на виході безпосередньо залежить від обсягів корму, що згодовується, а також від кількості організмів, що утримуються у басейнах.

Біофільтр – для переробки аміаку, який виділяється з продуктів життєдіяльності креветок.

Механічний фільтр – для видалення твердих частинок (екскременти, залишки корму). У процесі споживання кормів і кисню креветками, вода в системі забруднюється екскрементами, вуглекислим газом та аміаком, тому необхідно забезпечити її ефективне очищення. Першим етапом цього процесу є механічна фільтрація – вона дозволяє видалити з води органічні залишки та дрібні завислі частинки. Для цього у товаристві «Прогрес» застосовують барабанні фільтри.

Далі йде біологічне очищення, яке усуває розчинені у воді токсичні речовини, такі як аміак і нітрити. Цю функцію виконує біофільтр, де за допомогою колоній аеробних бактерій шкідливі сполуки трансформуються у менш токсичні форми (наприклад, нітрати). Біофільтр представляє собою об'ємну ємність, заповнену спеціальним матеріалом, на якому формуються колонії бактерій. Завдяки постійному надходженню кисню через аератори, створюються умови для активного розвитку корисної мікрофлори, яка розкладає токсини та очищує воду.

Дегазатор, «Тонкий душ» – це простий і ефективний дегазатор, який використовується для видалення надлишкового вуглекислого газу (CO_2), збагачення води киснем (частково, але не так ефективно, як при аерації), зниження концентрації летких шкідливих газів.

Вода з басейнів подається тонким струменем через дрібні форсунки і капає зверху вниз просто у відкритий резервуар. Під час падіння вода контактує з повітрям, активно вивільняючи розчинений CO_2 та дещо насичує воду киснем.

У системах з високим біозавантаженням (наприклад, креветки в щільних посадках) утворюється багато CO_2 . Якщо його не видаляти, то падає

рівень рН (вода закислюється), креветки стають млявими, ростуть повільніше, ризик загибелі зростає.

УФ-стерилізатор або озонатор – для знезараження води. Ультрафіолетове знезараження застосовується для боротьби з патогенними мікроорганізмами, зокрема бактеріями й одноклітинними, які можуть проникнути в рециркуляційну аквакультурну систему (РАС) і негативно вплинути на здоров'я креветок.

Нагрівачі/охолоджувачі – контроль температури води. Контроль температурного режиму також є критично важливим, оскільки більшість об'єктів, яких вирощують у РАС, є теплолюбними. Для цього використовують різноманітні нагрівальні елементи. Рециркуляцію води в системі забезпечують гідронасоси, що зазвичай встановлюються у відстійних резервуарах, куди зливається вода з усього комплексу.

Аератор або оксигенатор – подача кисню (іноді використовують чистий кисень).

Відіграє критично важливу роль у підтриманні здоров'я гідробіонтів і стабільності екосистеми. Їх основна функція – насичення води киснем, адже креветки і мікроорганізми, які переробляють органіку у фільтрах, потребують розчиненого кисню. При нестачі кисню у воді креветки можуть задихатися, сповільнюється ріст, падає імунітет, а фільтраційні бактерії гинуть або втрачають ефективність, тому оксигенація води критично важлива. Аерація також сприяє видаленню з води вуглекислого газу (CO_2), сірководню (H_2S) та інших летких шкідливих сполук, які можуть накопичуватися в замкнутому середовищі. При достатньому рівні кисню креветки активні, мають здоровий апетит і нормально ростуть. Недостатня оксигенація може спричинити стрес, агресивну поведінку або навіть загибель.

Аератор – зазвичай використовує повітря (компресори, дифузори, фонтанні аератори). Недоліком є менша ефективність порівняно з чистим киснем. Оксигенатор – використовує чистий кисень (кисневі конуси,

ін'єкційні системи). Дорожчий, але набагато ефективніший. Такий використовують у товаристві «Прогрес».

Автоматизована система контролю рН/кисню/температури. Автоматизована система управління (PLC-контролер + датчики) дає змогу керувати УЗВ дистанційно. Є ключовим елементом для стабільного, ефективного та безпечного функціонування системи. Її роль полягає в постійному моніторингу та регулюванні найважливіших параметрів водного середовища, від яких напряму залежить здоров'я креветок та ефективність біофільтрів. Контролює рН (рН-метри), рівень кисню (DO-метри), температуру (термометри). Контролери підключаються до датчиків, керують обладнанням, у разі повідомлення про вихід параметрів за межі спрацьовує сигналізація. Система контролю забезпечує оперативність, адже реакція на критичні зміни миттєва, без людського втручання. Крім того, відбувається економія ресурсів через оптимізацію витрат кисню, електроенергії, реагентів.

Автогодівниці – для подачі корму в автоматичному режимі. У товаристві «Прогрес» використовують таймерні годівниці, які працюють за заданим графіком та є простими у використанні. Гарантують ефективне використання корму, оскільки креветки мають постійний або частий апетит, особливо в молодому віці. Подають корми дозовано, зменшуючи залишки і забруднення води. Це знижує біологічне навантаження (менше аміаку, нітритів, залишків корму). Зменшують витрати ручної праці, сприяють підвищенню продуктивності, адже регулярна годівля сприяє швидшому росту, кращій конверсії корму та зменшують стрес для креветок через рівномірний доступ до корму.

Отже, установки замкнутого водопостачання (УЗВ), або рециркуляційні аквакультурні системи (РАС), є сучасною технологією, що передбачає використання комплексу обладнання та технічних засобів для вирощування гідробіонтів у середовищі з повністю контрольованими параметрами, які регулюються людиною.

Основне обладнання УЗВ наведене в таблиці 3.

Обладнання УЗВ для вирощування креветок

Назва обладнання	Призначення	Орієнтовна потужність / продуктивність
Резервуари (басейни) для води	Розміщення креветок	10–20 м ³ кожен (кілька штук)
Циркуляційний насос	Забезпечення руху води	0,75–2,2 кВт (в залежності від об'єму системи)
Механічний фільтр	Фільтрація залишків корму, фекалій	Барабанний фільтр 20–40 м ³ /год
Біофільтр (біореактор)	Нітрифікація (аміак → нітрати)	Об'єм 15–30% від загального об'єму води
Аератор (повітряний компресор)	Насичення води киснем	0,5–2,2 кВт, або по 1 компресору на кожен 10 м ³
Озонатор / УФ-стерилізатор	Знезараження води	УФ: 40–80 Вт / Озонатор: 5–20 г/год (0,2–0,5 кВт)
Нагрівач води (електронагрівач)	Підтримка температури (в холодний сезон)	1–3 кВт на кожні 10 м ³
Охолоджувач води (чиллер)	Охолодження води (влітку)	1,5–3 кВт на кожні 10 м ³
Контролер рН/кисню/т	Автоматичний моніторинг параметрів	50–150 Вт / 1–3 прилади
Автогодівниця	Автоматична подача корму	10–50 Вт / 1 на кожен басейн
Дегазатор / «Тонкий душ»	Видалення СО ₂ , часткове збагачення води киснем	Без потужності або мінімальний насос (0,3–0,5 кВт)
Резервна дизель-генераторна станція	Живлення в разі аварії	5–10 кВт (для малої ферми)

Розглянемо оптимальні параметри аквасередовища для тихоокеанської креветки, яких дотримуються в умовах СТОВ «Прогрес» – таблиця 4.

Таблиця 4

**Оптимальні параметри водного середовища для вирощування
креветки *Litopenaeus vannamei* (*Penaeus vannamei*)**

№ п/п	Назва параметра	Значення
1	Температура	27–31 °С
2	Солоність	15–30‰
3	pH	7,5–8,5
4	Рівень кисню	≥5 мг/л
5	Рівень амонію ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$)	<0,1 мг/л
6	Нітрити (NO_2^-)	<1 мг/л

Годівля креветок відбувається автоматизовано 5-10 разів на день (залежно від етапу вирощування) комбікормами з високим білковим вмістом (35-45%). Біозавантаження становить в середньому 450 креветок/м², зазвичай в межах 300–500 креветок/м², залежно від ефективності фільтрації.

Етапи вирощування креветок наступні:

личинки → молодняк → товарна креветка (13-15 см, 30–40 г).

Менеджмент та моніторинг системи відбувається через щоденний контроль параметрів води, регулярне очищення механічних фільтрів та промивання біофільтра, контроль здоров'я креветок (поведінка, споживання корму).

Отже, вирощування креветок в умовах СТОВ «Прогрес» в установках замкнутого постачання дозволяє здійснювати виробництво товарної креветки незалежно від клімату та сезону, дає змогу знижувати захворюваність завдяки ізоляції та системі контролю умов середовища, отримувати високу продуктивність з невеликими затратами площі, та зменшувати негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ

Аквакультура, як галузь сільського господарства, охоплює розведення, вирощування та утримання водних організмів — риб, ракоподібних, молюсків, водоростей тощо. У сучасних умовах вона набуває особливого значення для продовольчої безпеки України. В умовах війни, кліматичних змін та зростання попиту на доступні джерела білка, аквакультура стає стратегічним ресурсом, що має вирішальне значення для підтримання економічної стабільності, забезпечення населення продуктами харчування та зміцнення національної стійкості.

Особливу роль у розвитку галузі відіграють технології вирощування ракоподібних в установках замкнутого водопостачання (УЗВ). Ці системи дозволяють багаторазово використовувати воду завдяки фільтрації та очищенню, що знижує потребу у використанні природних водних ресурсів і мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище. Екологічна стійкість таких технологій, разом із їх високою ефективністю, робить їх важливим елементом сучасного аквакультурного виробництва.

СТОВ «Прогрес» є багатогалузевим підприємством зі сприятливими фактора розвитку сільськогосподарського виробництва, у тому числі продукції аквакультури.

Вирощування креветок у СТОВ «Прогрес» здійснюється в установках замкнутого водопостачання із застосуванням сучасних технологічних прийомів. Такий підхід дозволяє забезпечити стабільне виробництво товарної креветки незалежно від зовнішніх факторів. Отримані результати досліджень демонструють ефективність цього підходу та можуть бути використані як основа для впровадження й розвитку виробництва тихоокеанської креветки в інших регіонах. Така модель виробництва відкриває нові перспективи для вітчизняної аквакультури, дозволяючи задовольняти високий попит на якісну товарну креветку з урахуванням екологічної та економічної доцільності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інтенсивні технології в аквакультурі / Р. Кононенко, П. Шевченко, В. Кондратюк, І. Кононенко. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 410 с.
2. Лінкевич Д. О. Особливості вирощування ракоподібних. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*: науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2025. Вип. 19. С. 26.
3. Tkachuk Volodymyr, Shuliar Alina, Linkevych Diana, Korniyshuk Mykhailo. Aquaculture as a component of food security. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якості і безпечності харчових продуктів*: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., 5-6 черв. 2025 р. Житомир: Вид.-во Поліського національного університету, 2025. С. 115–116.
4. Українська аквакультура: як з перспективної стати успішною. URL : <https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainska-akvakultura-ak-z-perspektivnoi-stati-uspisnou> (дата звернення: 14.03.2025).
5. Шевченко В. Ю. Аквакультура перспективних об'єктів : навчальний посібник. Запоріжжя : Гельветика, 2020. 402 с.
6. Андрющенко А. І., Вовк Н. І. Аквакультура штучних водойм : підручник. Київ : Мастер Принт, 2014. 586 с.
7. Шекк П. В., Бургаз М. І. Аквакультура прісноводних і морських риб, молюсків і безхребетних (відтворення і вирощування, світовий досвід) : навчальний посібник. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2022. 177 с.
8. Аквакультура: її види та напрями. URL : https://kv.darg.gov.ua/_akvakuljtura_jiji_vidi_ta_0_0_0_844_1.html (дата звернення: 18.03.2025).
9. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі. Одеса : Олді+, 2020. 492 с.

10. Якубчак О. М., Хоменко В. І., Мельничук С. Д., Ковбасенко В. М. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підручник. Київ : Біопром, 2005. 800 с.
11. Мазуркевич А., Трокоз В., Карповський В. Фізіологія сільськогосподарських тварин : практикум. Київ : Центр навчальної літератури. 2020. 240 с.
12. Сучасна аквакультура: від теорії до практики: практичний посібник / Шарило Ю. Є. та ін. Київ : Простобук, 2016. 149 с.
13. Шерман І. М. Розведення і селекція риб : підручник. Київ : БМТ, 1999. 239 с.
14. Гринжевський М. В. Аквакультура України. Львів : Вільна Україна, 1998. 364 с
15. Шерман І. М. Екологія та технологія рибальства в малих водосховищах. Київ : Вища школа, 1992. 214 с.
16. Шерман І. М., Євтушенко М. Ю. Теоретичні основи рибництва : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 484 с.
17. Аквакультура: основні законодавчі аспекти. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/u-pravovomu-poli/item/1842-akvakultura-osnovni-zakonodavchi-aspekty.html> (дата звернення: 18.03.2025).
18. Аквакультура (рибництво). URL : <https://bumtca.com.ua/akvakultura-ribnictvo/> (дата звернення: 18.03.2025).
19. Аквакультура. URL : <https://uifsa.ua/about-fish/aquaculture> (дата звернення: 18.03.2025).
20. Законодавство про аквакультуру.
21. Аквакультура, як один із напрямів реалізації державної політики у галузі рибного господарства. URL : <https://nubip.edu.ua/node/129885> (дата звернення: 18.03.2025).
22. Poplavskaaya O. S., Gerasimchuk V. V. Opportunities for import substitution of aquaculture products in Ukraine. *Fisheries science of Ukraine*. 2020. V. 4, № 54. P. 22–37. DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2020.04.022>.

23. УЗВ. URL : <https://pivden-ryba.com.ua/> (дата звернення: 23.03.2025).
24. УЗВ. Як працює установка замкнутого водопостачання і в чому її переваги. URL : <https://uzvmarket.com.ua/uzv-ustanovka-zamknenoho-vodopostachannia-pryntsypy-roboty-ta-perevahy/40/> (дата звернення: 23.03.2025).
25. Технологія керованого замкнутого водопостачання. URL : <https://www.aquamar.com.ua/tehnologii/bassejnovoe-uzv-vyrashhivanie/> (дата звернення: 23.03.2025).
26. Теорія УЗВ. URL : <https://fishindustry.com.ua/eshhyo-raz-pro-ustanovki-zamknutogo-vodosnabzheniya-uzv/> (дата звернення: 23.03.2025).
27. Kononenko R. Use installation of a closed water supply for the intensification of production fishery products. URL : <https://www.researchgate.net/publication/285900574.pdf> (дата звернення: 23.03.2025).
28. Як працює УЗВ. URL : <https://bellona.org/pro-tekhnohohiyu-uzv/yak-pratsyuue-uzv> (дата звернення: 27.03.2025).
29. Шерман І. М., Рілов В. Г. Технологія виробництва продукції рибництва. Київ : Вища освіта, 2005. 351 с.
30. Розведення риби в УЗВ. Скільки коштує створення рибної ферми з УЗВ? URL : <https://stemar.com.ua/rozvedennia-ryby-v-uzv.-skilky-koshtuie-stvorennia-rybnoi-fermy-z-uzv/?srsId=AfmBOorb01vt4zR3p5nGQvKxTBIfG2Rwo3xv3oJ97V0GCzpHVthaоАку> (дата звернення: 27.03.2025).
31. Технологія вирощування осетрових риб в установках із замкненим водопостачанням. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9560/1/100-106.pdf> (дата звернення: 27.03.2025).
32. Технологія вирощування та вибір обладнання для УЗВ. URL : <https://marlinaqua.com.ua/tehnologiya-viroshchuvannya-rybi-uzv/> (дата звернення: 27.03.2025).

33. Technology of fish farming in closed systems RAS. URL : <https://uzv.com.ua/tekhnologiya-vyrashchivaniya-ryby-v-zamknutykh-sistemakh-uzv/> (дата звернення: 27.03.2025).
34. Андрющенко А. І., Алимов С. І., Захаренко М. О., Вовк Н. І. Технології виробництва об'єктів аквакультури. Київ : Вища освіта, 2006. 336 с.
35. Інтенсивне рибництво: збірник інструктивно-технологічної документації/ за ред. П. М. Марценюка. Київ : Аграрна наука, 1995. 186 с.
36. Андрющенко А. І. Технологія виробництва продукції аквакультури : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 336 с.
37. Теорія та методологія аквакультурних систем і технологій. URL : http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2022/2_2022/9.pdf (дата звернення: 27.03.2025).
38. Guide to aquaculture in closed installations water supply Introduction to new ecological and highly productive closed fish breeding systems/Yakob Brynballe. Copenhagen. 2010. 87 p.
39. Корягін М., Чік В. Основи наукових досліджень. Київ : Алерта, 2019. 492 с.
40. Євтушенко М., Хижняк М. Методологія та організація наукових досліджень : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури. 2019. 350 с.
41. СТОВ «ПРОГРЕС». URL : <https://opendatabot.ua/c/30072357> (дата звернення: 10.04.2025).
42. Місто Бар на карті. URL : <https://maps.visicom.ua/c/27.64229,49.07398,12/f/POIJFPG3BU?lang=uk> (дата звернення: 10.04.2025).
43. ПРОГРЕС, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ТОВ. URL : <https://www.ua-region.com.ua/30072357> (дата звернення: 10.04.2025).
44. Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Прогрес». URL : <https://clarity-project.info/edr/30072357> (дата звернення: 10.04.2025).

45. СТОВ «Прогрес». URL : <https://catalog.youcontrol.market/03.22/vinnytska-oblast> (дата звернення: 10.04.2025).
46. Розрахунок відстаней між містами України, Європи, Азії. URL : <https://della.com.ua/distance/?cities=5099,5137> (дата звернення: 10.04.2025).
47. Клімат і рельєф Вінницької області. URL : https://ukrssr.com.ua/vinn/klimat-i-relyef-vinnitskoyi-oblasti#google_vignette (дата звернення: 10.04.2025).
48. Intensive Shrimp Production. URL : <https://www.futurefish.de/intensive-shrimp-production/> (дата звернення: 15.04.2025).
49. Тихоокеанська білонога креветка. URL : <https://www.aquamar.com.ua/kultury/tihookeanska-belonoga-krevetka/> (дата звернення: 15.04.2025).
50. Closed-recirculating shrimp farming system. URL : <https://repository.seafdec.org.ph/bitstream/handle/10862/6035/9718511482.pdf;jsessionid=B5D1EEE12F5E964B8B0C3E5F08C743A8?sequence=1> (дата звернення: 15.04.2025).