

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

07.07 – КР. 1975 «С» 2023.31.10. 009 ПЗ

ПАШКЕВИЧ ОЛЬГИ ОЛЕГІВНИ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

УДК 63.9517.03

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

тваринництва та водних біоресурсів

_____ Р.В. Кононенко

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

аквакультури

_____ В.В. Бех

(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Проект господарства з вирощування товарної продукції раків

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д.Б.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Рудик Леуська Н.Я.
(підпис) (ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.С.-Г..Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Кононенко І.С.
(підпис) (ПБ)

Виконала

_____ Пашкевич О.О.
(підпис) (ПБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет тваринництва та водних біоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аквакультури

(назва кафедри)

<u>Д.С.-Г.Н., професор</u>	<u>Бех В.В.</u>
(науковий ступінь, вчене звання)	(підпис) (ПІБ)
« <u> </u> »	2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТЦІ

Пашкевич Ользі Олегівні

(прізвище, ім'я по батькові)

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Освітня програма «Водні біоресурси та аквакультура»
(код і назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи **«Проект господарства з вирощування товарної продукції раків»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від «31» жовтня 2023 р. №1975 С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.10.01
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: біологічні особливості, господарська та харчова цінність червоного каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*, особливості годівлі каліфорнійського рака, принципи організації роботи басейного господарства по вирощуванню червоного каліфорнійського рака, потреби у біологічному матеріалі, комбікормах (природних та штучних) та технічному обладнанні для роботи господарства, показники економічної ефективності роботи господарства (витрати на виробництво, чистий прибуток, рентабельність).

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз доступних джерел інформації щодо обраної теми та об'єкту дослідження;
2. Вивчити переваги вирощування каліфорнійського рака, порівняно з аборигенними видами раків України;

3. Дослідити технологічні аспекти та нормативну базу вирощування раків в індустріальних умовах;
4. Провести розрахунки за темою дипломного проєкту для виробництва 5000 кг товарної продукції каліфорнійського рака;
5. Провести розрахунок економічної ефективності проєктування господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака.

Перелік графічних документів (за потреби) _____

Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

	ст.
РЕФЕРАТ	7
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ	11
1.1 Біологічні особливості та господарська цінність флоридського (каліфорнійського) рака <i>Procambarus clarkii</i>	11
1.2 Господарська та харчова цінність каліфорнійського рака <i>Procambarus clarkii</i>	19
1.3 Особливості живлення раків <i>Procambarus clarkii</i>	21
Висновки за оглядом літератури	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	30
3.1 Місце розташування проєктованого господарства	30
3.2 Закупівля та транспортування посадкового матеріалу каліфорнійського рака	31
3.3 Організація технологічної складової господарства з вирощування раків	33
3.4 Укриття для раків на різних етапах їхнього розвитку	36
3.5 Годівля раків <i>Procambarus clarkii</i>	38
3.6 Розрахункова частина курсового проєкту	41
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТОВАНОВОГО ГОСПОДАРСТВА	43
4.1 Розрахунок витрат на придбання біологічного матеріалу	43
4.1 Витрати на придбання комбікормів	43
4.3 Розрахунок витрат на придбання основних засобів проєктованого господарства	44
4.4 Розрахунок витрат на заробітну плату робітникам	45
4.5 Розрахунок загальних витрат господарства на вирощування товарної продукції каліфорнійського рака	46
4.6 Розрахунок собівартості, чистого прибутку та рентабельності проєктованого господарства	47
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	50
5.1 Аналіз основних небезпек галузі, пов'язаних з реалізацією різноманітних технологічних процесів	50

5.2	Заходи з підвищення безпечності та якості виробничого процесі вирощування риби	52
	ВИСНОВКИ	55
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на актуальну та перспективну для галузі аквакультури тему: «Проект господарства з вирощування товарної продукції раків». Робота включає вступ, основну частину з 4 розділів, висновки та список використаної літератури.

Магістерська робота виконана на 60 сторінка друкованого тексту, налічує 21 рисунок та 8 таблиць, список використаної літератури містить 36 джерел інформації вітчизняного та іноземного видавництва. Матеріали для розрахункової частини проекту було зібрано протягом проходження переддипломної практики на базі ННВЛ «Водні біоресурси та аквакультура» факультету тваринництва та водних біоресурсів НУБіП України.

Актуальність теми. Галузь аквакультури, як основа продовольчої безпеки, в умовах глобального розвитку потребує пошуку та розвитку оптимальних технологій вирощування існуючих та освоєння нових об'єктів культивування. Зокрема, це пов'язано з необхідністю у короткі строки виробити якісну харчову продукцію для постачання не лише на внутрішній ринок, але і можливого експорту. В контексті нових об'єктів актуальним є введення в індустріальну аквакультуру каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*, який на відміну від аборигенних раків наших водойм здатен нарощувати товарну масу від 40,0 г за 3,5–4,0 міс товарного вирощування. Такий потенціал росту дозволить господарству в короткі терміни вийти та високий рівень рентабельності.

Мета досліджень: розробка проекту господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*.

Об'єкт досліджень: складові технологічного процесу вирощування товарної продукції каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*.

Методи досліджень: теоретичні – аналіз, систематизація, порівняння та узагальнення даних.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз доступних джерел інформації щодо обраної теми та об'єкту дослідження;
2. Вивчити переваги вирощування каліфорнійського рака, порівняно з аборигенними видами раків України;
3. Дослідити технологічні аспекти та нормативну базу вирощування раків в індустріальних умовах;
4. Провести розрахунки за темою дипломного проєкту для виробництва 5000 кг товарної продукції каліфорнійського рака;
5. Провести розрахунок економічної ефективності проєктування господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений проєкт становить перспективу його реалізації, як складову галузі виробництва харчових продукції, що використовує інноваційний підхід для забезпечення продовольчої безпеки країни.

Ключові слова: *каліфорнійський рак, товарна продукція, аквакультура, продовольча безпека, канібалізм, оптимізація, годівля.*

ВСТУП

Протягом століть раки користувалися попитом як одні із найбільш популярних харчових продуктів по всьому світу, і виробники користувалися цим попитом, розробивши та застосували принципи аквакультури для цілеспрямованого вирощування цього прісноводного ракоподібного. Протягом останніх півстоліття сучасний рівень розвитку технологій просунувся і зосередився на кількох видах, представлених трьома різними родинами, з деяким рівнем комерційного виробництва, що спостерігається на всіх континентах, крім Антарктиди.

Так, червоний каліфорнійський рак (*Procambarus clarkii*), що відноситься до родини Cambaridae, уродженець південної частини центральної частини США, культивується в США та Китаї та легко утворює основну масу раків, вирощених на фермах і виловлених у природі, у всьому світі. У той час як промислове розведення раків зазвичай базується на екстенсивному або напівекстенсивному підході до виробництва в земляних ставках, більш інтенсивні підходи можуть включати селективне розведення, покращені види, фази розмноження або розплідника, а також використання каналів або систем рециркуляції. Для вирощування даного виду оптимальний розмір водойми може коливатися від 0,05 до 80,0 га, залежно від виду, що вирощується. Вилов з природних водойм здійснюється в основному за допомогою пасток з наживкою, хоча іноді можуть використовуватися інші снасті та методи.

Глобальне виробництво раків в аквакультурі значно розширилося за останнє десятиліття, головним чином завдяки інтеграції *Procambarus clarkii* з виробництвом рису в США та Китаї. Ця інтегрована система виробництва добре працює, оскільки рисівництво має такі ж вимоги, як і аквакультура раків, наприклад, глинисті ґрунти, іригаційні системи та відповідний клімат; крім того, рисові залишки врожаю є основою харчової мережі для забезпечення живлення раків, що ростуть. В Україні даний вид використовується переважно як об'єкт декоративної аквакультури, однак виходячи з досвіду інших країн даний вид

становить високу харчову цінність за смаковими якостями і може стати прекрасною альтернативою аборигенним ракам українських водойм, які з ряду причин на сьогодні виробляються у невеликих обсягах, а попит на їх продукцію не покривається пропозиціями вітчизняного ринку. Таке положення раківництва стимулює появу імпортованої продукції раків, зокрема червоного каліфорнійського, а також окремих видів австралійських раків, на рибному ринку України. В даному випадку можна говорити про тенденція витіснення вітчизняної продукції імпортованою та зайняття даною продукцією перспективної ніші ринку.

Саме таке положення стимулює більш детальне вивчення питання можливостей вирощування товарної продукції каліфорнійського рака в умовах індустриальної аквакультури на території нашої держави. Однак, варто звернути увагу на той факт, що в процесі підготовки даного дипломного проєкту ми наголошуємо виключно на індустриальному та контрольованому вирощуванні продукції даного об'єкту, оскільки, виходячи з досвіду інших країн Європи, каліфорнійський рак, потрапивши до природних водойм, стає об'єктом швидкої інвазії та вступає в конкурентні харчові зв'язки з місцевими видами, витісняючи їх з природно середовища існування.

Саме тому, обрана тема дипломного проєкту має особливе значення, оскільки потреба в недорогій, стійкій та екологічно чистій технології, прийнятній для виробників і яку можна використовувати у великих масштабах, є очевидною та заслуговує на увагу.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

1.1. Біологічні особливості та господарська цінність флоридського (каліфорнійського) рака *Procambarus clarkii*

Серед об'єктів з високим потенціалом вирощування слід розглянути червоного каліфорнійського рака *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), який відомий також за назвами флоридський або болотяний рак (рис. 1.1.1). Відношення до таких видів неоднозначне: одні вважають такі види інвазивними та такими, що можуть чинити тиск на екосистеми, збільшуючи витрати на управління водними ресурсами [12, 15, 22], інші ж використовують по максимуму всі можливості їх вирощування, створюючи успішний бізнес.



**Рис. 1.1.1. Червоний каліфорнійський рак
Procambarus clarkii (Girard, 1852)**

Так, *Procambarus clarkii* відповідає критеріям статті 4 (3) Регламенту (ЄС) № 1143/2014 Європейського парламенту (вид, який широко поширений у Європі та неможливо знищити економічно ефективним способом), і був включений до «Союзу». Список» [29].

Каліфорнійський рак є автохтонним видом з північного сходу Мексики та південно-центральної частини США, однак у 1918 р. він був завезений до Японії, а пізніше – у 1929 р. – до Китаю [33]. В Європі історія його інтродукції почалася в Іспанії, куди він був завезений у 1973 р. з аквакультурною метою [23]. Після втечі даний вид поширився водоймами і наразі офіційно зафіксований на 16 територіях Європи та вважається успішним її «колонізатором» [18, 19, 31]. Це прісноводний вид.

На відміну від європейських видів раків (які належать до невеликої родини *Astacidae*), *P. clarkii* здатен переносити посушливі періоди тривалістю до чотирьох місяців. Завдяки цьому він здатний займати найрізноманітніші місця існування, включаючи підземні сховища, вологі луки, сезонно затоплювані болота і постійні болота, а також постійні озера і струмки. Він процвітає в теплих, неглибоких водно-болотних екосистемах, таких як природні та сільськогосподарські території на півдні центральної Європи, де він був інтродукований. У прохолодних регіонах Європи він надає перевагу невеликим постійним ставкам, не витримують хижих риб, що мешкають у великих водоймах. У країнах, де він мешкає, він часто зустрічається в іригаційних водосховищах і каналах, а також на рисових полях. Його можна зустріти навіть у повільних течіях і в умовах низького рівня кисню та високих температур.

Численні наукові дослідження, що зустрічаються в доступних джерелах, свідчать про негативний вплив *Procambarus clarkii* на водойми, зокрема через сильний споживацький тиск на трофічну структуру, який викликав вимирання окремих видів та зміни харчової мережі [10, 14, 16]. Побоювання локального процесу інвазії викликано не лише можливістю представників даного виду переповзати із водойми до водойми (може виживати поза водою більше 10 год) [11], але й імовірністю перенесення молоді раків водно-болотними птахами на певні відстані [7].

За зовнішніми ознаками каліфорнійський рак – типовий представник членистоногих (рис. 1.1.2), який може досягати довжини 7,0–13,0 см, тіло вкрите товстим панцирем темно-червоного кольору. Це витривалий прісноводний рак

теплої води, який зазвичай мешкає в болотах, річках, повільно поточних водоймах, водосховищах, іригаційних системах і рисових полях. Розвиток молоді *P. clarkii*, яка тільки виклюнулася з ікри, проходить 7 послідовних стадій. Після викльову відбувається метаморфоз, за яким слідує два-три тижні ненажерливого харчування. За умов відповідної температури при штучному вирощуванні статевої зрілості досягає після 2 місяців вирощування. Молоді раки можуть рости досить швидко і линяти кожні 10 днів, тоді як дорослі линяють 2–3 рази/рік.

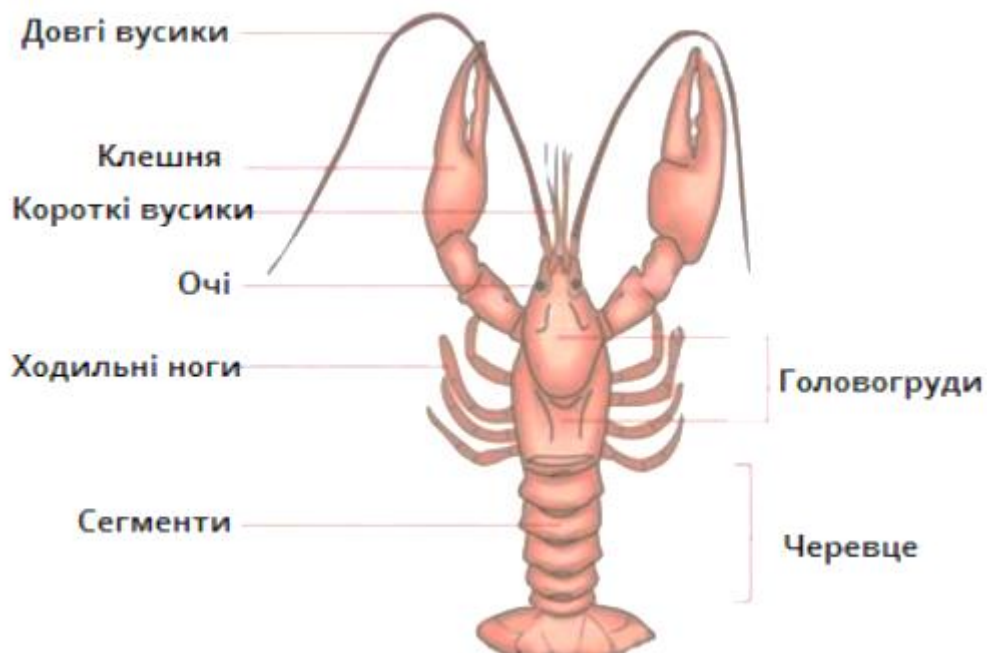


Рис. 1.1.2. Зовнішня будова рака

P. clarkii демонструє дві фази активності: блукаючу фазу без добової періодичності, що характеризується короткими піками високої швидкості руху, і довшу стаціонарну фазу, під час якої раки вдень ховаються в норах, виходячи назовні лише в сутінках, щоб поїсти корм. Інші види поведінки, такі як бійки або спарювання, відбуваються вночі. Ріст *Procambarus clarkii* супроводжується линьками як дозріваючих, так і статевозрілих особин, тому в штучних умовах вирощування важливо забезпечити наявність доступних укриттів протягом всього періоду. Останні важливі із точки зору проявів канібалізму серед представників

виду, особливо у умовах нестачі харчових ресурсів. В цей період страждають особини, що відлиняли та мають м'який панцир [17].

За характером живлення це всеїдні особини, які в природних умовах можуть споживати детрит, полювати на дрібних ракоподібних або водяних комах. Крім того, любляють м'ясо молюсків та можуть харчуватися дрібною рибою. В харчовому раціоні співвідношення тваринної та рослинної їжі становить 20 : 80. Основна частина рослинного раціону – це суміш водяних рослин, таких як елодея тощо, наприклад, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton nodosus* та *Echhornia crassipes*, які є їстівними рослинами або рослинами-укриттями.

При вирощуванні каліфорнійського рака варто знати, що даний вид надає перевагу тіньовим ділянкам або слабкому освітленню. В природних умовах для проживання обирає мілководні ділянки, водно-болотяні угіддя, озера та неглибокі річки (рис. 1.1.3). Під час нересту може рити нори, глибиною від 0,6 до 1,2 м, де проводить більшість часу і покидає їх лише у випадку підтоплення або ночами для пошуку їжі.



Рис. 1.1.3. *Procambarus clarkii* в природному середовищі існування

Procambarus clarkii має явні вторинні статеві ознаки, для цього достатньо оцінити наявність або відсутність додаткової пари колючих придатків на

медіальній стороні 2-го черевного сегменту, характерних для особин чоловічої статі. Крім того, відрізняється форма та розміри тельсона: самці мають товстий яскраво-червоний хвіст з бородавчастим виступом на зовнішньому боці, у самиць він менший, без помітних виступів. Статева зрілість відзначається статевим дозріванням обох статей, після якого деякі риси тіла відхиляються від ізометричного росту. Розвиток статевих гонад самиць після спарювання триває від 2 до 5 місяців, залежно від температури води. При штучному вирощуванні оцінка ступеню дозрівання можлива за кольором ікринок, який умовно ділять на такі стадії: бліда, жовта, оранжева, коричнева та темно-коричнева (рис. 1.1.4).



Рис. 1.1.4. Самичка каліфорнійського рака з ікрою*

*Джерело – власні фото

Після спарювання, яке відбувається при температурі 15,0–31,0°C, самиця заривається в нору, де відбувається процес овуляції, запліднення та розвитку ікринок (рис. 1.1.5).



Рис. 1.1.5. Процес спарювання раків в штучних умовах*

*Джерело – власні фото

На відміну від своїх морських родичів, прісноводні раки не мають личинкових стадій, і весь розвиток, характерний для вільноживучих личинок головоногих, відбувається всередині ікринки, тому з неї з'являється молода особина рака, яка вже має більшість нормальних придатків дорослої особини. Молоді особини залишаються прикріпленими до плеоподів самиць унікальною ниткою тельсона. На цій стадії вони є лецитотрофами, що живляться за рахунок запасів яєчного жовтка. Наявність тельсонової нитки є унікальною особливістю прісноводних раків і є одним з головних аргументів на користь їх монофілетичного вторгнення у прісні води з моря. Молодь залишається з самичкою, оскільки органи чуття, необхідні для самостійного існування, не повністю розвиваються до третьої стадії, тобто після двох линьок. Крім того, утримання молоді біля самиці забезпечується приваблюючою дією хімічного сигналу, яка поступово знижується протягом наступних 7–21 днів, залежно від виду. Хімічна природа атрактанту розмноження залишається невідома, хоча його

функція, схоже, полягає в захисті беззахисних молодих особин від хижаків, утримуючи їх поруч з самицею.

Коли особини стають вільноживучими, линька передбачає відливання неушкодженої оболонки, що дозволяє м'якому тілу збільшуватися в розмірах. Періодичне линяння призводить до того, що з часом розміри збільшуються за принципом сходів: короткі періоди швидкого збільшення розмірів змінюються набагато довшими періодами між линяннями, коли розміри залишаються незмінними. Прісноводні раки мають невизначений ріст, а линяння триває після досягнення статевої зрілості і до самої смерті.

Турбота про потомство є необхідною для раків у прісноводному середовищі (як у річках, так і в озерах) і навіть відбувається у раків, що зариваються в землю, де мати та її потомство перебувають в усамітненні. Самиця забезпечує захист від хижаків, серед яких можуть бути й інші раки. Молодь залишається з самицею від кількох тижнів до кількох місяців, залишаючи її на короткий час, а потім повертаючись.

Ключовою потребою прісноводних раків є укриття і захист від хижаків (рис.1.1.6), а якщо такого немає, то вони можуть легко викопати собі нору. Завдяки цьому важливому ресурсу їх відносно легко відловити, затопивши стару відкриту перфоровану нору.



Рис. 1.1.6. Типи укриттів для раків

Самці раків не відіграють безпосередньої активної ролі в батьківській турботі про молодь. Однак вони можуть відігравати опосередковану роль, якщо самиця, з якою спаровується самець, використовує його нору для вигодовування

потомства. В літературі зустрічаються приклади співіснування самців і самиць у норах. Загалом не слід очікувати батьківської турботи від самця, якщо він не впевнений у своєму батьківстві. Так само, якщо самки не впізнають своїх нащадків і приймають будь-яких молодих особин, що знаходяться поруч, то вони можуть виховувати потомство інших самок. Однак це може бути лише теоретичною можливістю, а не практичною, оскільки самиці часто живуть у власній норі або сховищі без інших самиць. Для раків «батьківський догляд» точніше було б описати як «материнський догляд» (більш інформативний, ніж «догляд за виводком»). Тривала батьківська турбота є важливим елементом успіху колонізації рачатами прісноводних середовищ, оскільки ці ракоподібні не мають дисперсної личинкової стадії у прісноводних середовищах.

До недавнього часу даний вид розглядався виключно з точки зору декоративного акваріумного вирощування. Проте, аналізуючи біологічні особливості каліфорнійського рака можна прийти до логічного висновку, що даний вид має абсолютні переваги з точки зору штучного вирощування, зокрема за рахунок широкого спектру біологічних та технологічних особливостей: всеїдність, швидкий темп росту, невимогливість до умов середовища та широка адаптаційна здатність та висока пластичність. Так, вид здатен рости та розвиватися при температурі 10,0–30,0°C, однак їх діапазон значно ширший та варіює від -14,0 до 40,0°C; кількість розчиненого у воді кисню може знаходитися на рівні від 3,0 мг/л і вище, хоча при 1,0 мг/л рак здатен тривалий час зберігати свою діяльність; аміак очевидного негативного впливу на раків даного виду не має, особини здатні нормально рости при його концентрації 2,0–5,0 мг/л, проте надмірний його вміст пригнічує їх ріст та викликає велику кількість загиблених особин; рН – 7,5–8,5; прозорість 20–25 см; *Procambarus clarkii* має високу стійкість до солоності – до 25 ppt [5]). Даному виду також властива репродуктивна пластичність, зокрема при температурі, нижчій за температурний оптимум [13, 27]. Все це в сукупності формує істотну конкурентну перевагу даного виду в технологічному аспекті та економічній ефективності

вирощування. Саме тому, *Procambarus clarkii* входить до переліку 27 найпопулярніших чужорідних видів, інтродукованих до Європи [30].

Наразі раки поділяються на 4 надродина, 5 родин, 44 роди та 653 види на основі дослідження Брекен-Гріссом та ін., і багато з них зустрічаються в Австралії та Північній Америці. Однак деякі дослідження показують, що існує 640 видів прісноводних раків, які в природних умовах поширені на всіх континентах світу, крім Антарктиди [32].

Раки настільки інтегровані у водні екосистеми багатьох країн світу, що їх можна було б вважати місцевими. Але більшість є результатом інтродукції як їжа для людей або як корм чи наживка для мисливської риби. І більшість каліфорнійських раків живе в нових екосистемах. Ці екосистеми мають біоту, яка є сумішшю місцевих і немісцевих видів, що живуть у середовищах існування, які сильно змінені постійними діями людей. Тому раки добре підходять, харчуючись органічними речовинами, водоростями, мертвою рибою або будь-чим іншим, що вони можуть переробити, а потім їх поїдають місцеві хижаки, такі як видри, чаплі та щуки, або немісцеві хижаки. Однак ця інтеграція коштує дорого, особливо в менш змінених водних шляхах. Немісцеві раки, незалежно від виду, можуть витіснити рибу та місцевих раків із укриття, роблячи їх більш уразливими до хижаків, зменшувати щільність водних рослин, роблячи воду чистішою, конкурувати з рибою за водних безхребетних, оскільки їжі, особливо равликів, і витіснити місцевих раків з місць їхнього існування.

1.2. Господарська та харчова цінність каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*

P. clarkii – популярний делікатес, що становить переважну більшість раків, які комерційно вирощуються в США (Департамент рибного господарства та дикої природи штату Вашингтон, 2003). Це був найбільш домінуючий прісноводний рак у світі протягом 20-го століття, і його комерційний успіх призвів до цілеспрямованої інтродукції в Іспанії, Франції та Італії протягом 1970-х і 1980-х років

М'ясо раків солодке і багате білком, відрізняється від інших морепродуктів, хоча на частку м'яса припадає лише близько 15% ваги раків, а поживна цінність раків дуже висока. Панцир рака міцний, але під час приготування панцир легко знімається, не такий жорсткий, як у креветок, або твердий, як у морського краба [8].

Як і інші морепродукти, раки є хорошим джерелом білка з низьким вмістом жиру, необхідних вітамінів і мінералів (рис. 1.2.1). Кожен кг раків містить близько 14,0 г білка, всього 70 калорій, 115 мг холестерину та інші поживні речовини, такі як вітамін В₆, В₁₂, вуглеводи та інші. Вживання раків допомагає покращувати зір, доповнює поживні речовини для нервової системи, печінки, волосся та шкіри. Крім того, раки – прекрасне джерело фосфору, магнію і цинку, що сприяє зміцненню кісток, м'язів і підтриманні діяльності нервової системи.

Показники	Річковий рак	Тунець	Морський окунь	Морський гребінець	Омар
Суха речовина, г	14,7	26,0	21,0	13,9	19,3
Білки, г	13,7	25,1	17,5	9,1	15,1
Жири, г	1,3	0,2	2,8	0,4	0,6
Натрій, мг	765	40	108	56	560
Калій, мг	105	485	378	161	150
Кальцій, мг	222	11	21	6,7	120
Залізо, мг	2,4	2,3	0,3	0,6	0,6
Цинк, мг	2,4	0,6	0,03	1,8	4,0
Фосфор, мг	150	266	180	150	150
Мідь, мг	1,9	0,1	0,06	0,1	1,9

Рис. 1.2.1. Порівняльна характеристика м'яса раків та інших видів риб за харчовою цінністю [6]

Дослідження, проведені групою вчених, показали, що частка м'яса у тілі каліфорнійського рака становить близько 20,21 %, а вміст води, золи, сирого протеїну та ліпідів відповідно 79,46 %, 1,17 %, 16,67 % та 0,77 %. За консистенційними властивостями м'язи раків менш тверді і легко розжовуються. Крім того, у м'ясі рака налічується вісімнадцять амінокислот, включаючи 8 незамінних амінокислот, індекс незамінних амінокислот (EAAI) становить 80,02%, загальний вміст амінокислот становить 16,06%, а вміст смакових

амінокислот – 5,98%. Згідно з хімічним балом, першою лімітуючою амінокислотою є сірковмісна амінокислота (амінокислота метіонін і цистеїн), а другою амінокислотою – валін. У м'язах налічується 15 жирних кислот, а вміст ненасичених жирних кислот становить приблизно 4,94‰ від загальної маси вологих м'язів, а співвідношення n-3 і n-6 поліненасичених жирних кислот – 1,73. Ці результати свідчать про те, що раки мають високу харчову та економічну цінність [8, 33].

Його здатність швидко рости і дозрівати, а також адаптуватися до сезонних водойм дозволила стати найбільш домінуючим прісноводним раком у світі протягом 20-го століття. Фактично, він вважається найбільш екологічно пластичним видом з усього ряду *Decapoda*. У Луїзіані (США) це створило багатомільйонну індустрію з вирощуванням на площі понад 50 000 га. В Європі інтродукція особливо принесла користь Іспанії, створивши процвітаючу ракову індустрію і пожвавивши місцеву економіку в певних районах. Комерційний успіх *P. clarkii* частково пояснюється його здатністю колонізувати порушені біотопи і протистояти грибковій чумі раків, *Aphanomyces astaci*, яка вражає європейських раків [8].

Наразі найбільшим виробником та споживачем *P. clarkii* у світі є Китай: площа виробничих ставів становить 18 667 км². У 2019 році виробництво раків досягло 2 089 000 т, що приблизно на 27,5% більше, ніж у 2018 році. Обсяг виробництва у 2022 році сягнув показника 2,89 млн т. Провінції Хубей, Аньхой, Хунань, Цзянсу та Цзянсі виділяються як п'ять основних регіонів виробництва червоного каліфорнійського рака в Китаї [36].

В окремих джерелах зустрічається інформація, що раки є ключовими видами, які можуть бути обрані для підтримання прісноводних екосистем, що перебувають під загрозою зникнення.

1.3. Особливості живлення раків *Procambarus clarkii*

Загалом, раки *P. clarkii* всеїдні і їдять все, на що можуть полювати, але оскільки вони повільно рухаються, вони рідко здатні завдати шкоди більшості

видів риб або іншим мешканцям. Раки використовують різноманітні джерела їжі, включаючи мертву рибу, макрофіти, водорості, зообентос і, а це означає, що вони можуть займати трофічні ніші різної ширини. У буквальному сенсі, раки віддають перевагу такій їжі, як висушені гранули безхребетних або бланшировані овочі (такі як кабачки, морква і шпинат), але також любляють рибні корми і водорості. Стратегія харчування раків змінюється залежно від зміни сезону та використання метаболічної енергії протягом онтогенезу.

Самці та самиці раків мають схожі харчові звички протягом першого року життя, які пізніше відрізняються внаслідок зміни травної системи в період статевої зрілості [21]. Збільшення довжини супроводжується зміною раціону харчування, про що свідчать результати досліджень [21]. Висновки з отриманих даних вказують на те, що тваринні тканини є більш важливим компонентом у раціоні молодих особин, які мають більш швидкі темпи росту порівняно з дорослими. Більше того, зміна харчових звичок може бути пов'язана з життєвим циклом. Крім того, тип і кількість їжі залежать від рівня активності окремих раків.

Наукова література вказує на те, що багато видів раків стають детритоїдами з віком; проте вони все ще харчуються водними безхребетними. Іноді вони можуть споживати ікру риб. Відомо, що в умовах, коли джерела їжі обмежені, раки шукають нові джерела їжі [21].

При промисловому вирощуванні раків основною проблемою є забезпечення збалансованого раціону, який би забезпечував ріст, розвиток і виживання молоді. Потреби різних видів раків у поживних речовинах різняться залежно від системи виробництва та стадії росту і розвитку. Існує припущення, що молоді раки використовують особливий механізм для поглинання, перетравлення та використання різних джерел поживних речовин і здійснення складних фізіологічних і біохімічних процесів в організмі для синтезу компонентів організму. Після викльову молоді раки харчуються яєчним жовтком, після чого залишаються на плеоподах самиць і проходять екдиз для зміцнення екзоскелету і розвитку ротових органів, необхідних для того, щоб

почати харчуватися. На ранніх стадіях після збору врожаю може спостерігатися високий рівень смертності через погане харчування, що обмежує їх виживання. Раціон молодих і дорослих самок раків може складатися з личинок комах, тоді як раціон самців може складатися, зокрема, з рослинної їжі.

Харчові вподобання раків змінюються залежно від доступних джерел їжі. Відповідні раціони для видів раків, що вирощуються в неволі, були визначені та розроблені на основі результатів дослідження вибору корму та харчових звичок раків дикого типу. Результати досліджень показують, що ракам можна пропонувати зоопланктонний раціон замість комерційних кормів, які здебільшого є дорогими та недоступними. В одному із досліджень науковці продемонстрували це, використовуючи раціони на основі зоопланктону при вирощуванні раків виду *P. clarkii*. Науковці виявили значно більшу питому швидкість росту та плодючість у особин, які харчувалися експериментальним раціоном [31].

Artemia spp. також використовували для годівлі раків. Дослідження González et al. (2008) щодо використання збагаченої живої *Artemia nauplii* в годівлі раків призвело до підвищення рівня виживання на 80% у раків виду *P. leniusculus*. Для підтримки високих темпів росту та виживання таких видів раків, як *A. pallipes*, важливо забезпечити їх збагаченим живим раціоном у період між вилупленням і зрілістю, коли протеолітичні ензими вже розвинуться. Збагачені раціони планктону мають високу поживну цінність і дуже смачні, що забезпечує ріст і виживання молодих особин [20].

У комерційних системах важливо враховувати, що гранули не забезпечують адекватне живлення, оскільки деякі види, як правило, харчуються планктоном порівняно з комерційними кормами. Тому доведено що у всіх вікових класах різних видів раків зоопланктон є необхідними компонентами їх живлення. Загалом, вимоги до кормів для прісноводних раків, як повідомляється, включають вміст білка від 25 до 30% і вміст ліпідів близько 10% [35].

Таким чином, червоний каліфорнійський рак є перспективним об'єктом для індустріального розведення (рис. 1.3.1 та 1.3.2)



**Рис. 1.3.1. Каліфорнійський рак в ННВЛ Водні біоресурси та
аквакультур**



**Рис. 1.3.2. Вилон червоного каліфорнійського рака для вимірювань
маси**

Висновки за оглядом літератури

Таким чином, червоний каліфорнійський рак являється перспективним об'єктом для індустріального розведення (рис.). Враховуючи високі життєві показники та пластичність даного виду важливо ретельно контролювати його розведення з метою уникнення потрапляння у природні водойми. В даному випадку каліфорнійський рак може зайняти природні ніші аборигенних видів, витіснивши їх з природних водойм за рахунок своєї живучості та екологічної пластичності.

Водночас, червоний каліфорнійський рак може стати ключовим видом, який може бути обраний для підтримання прісноводних екосистем, що перебувають під загрозою зникнення. Проте, дане питання ватро більш детально вивчати з врахуванням особливостей окремої водойми або біотопу чи навіть водойм окремого регіону, оскільки даний вид здатен швидко заселити всі можливі водойми. Йому властиве переповзання за значні відстані з водойми у водойму, виживання навіть в надзвичайно нестабільних природних біотопах із можливістю подальшого розвитку та розмноження.

Однак, у випадку нестачі продукції раківництва, що склалася в нашій державі, а також у ситуації хиткого становища аборигенних раків України – довгопалого та широкопалого – даний вид може стати прекрасною альтернативою для заповнення ринку товарної продукцією, яку можливо виростити вже за 5,0–6,0 міс, проти 2,0–3,0 років у випадку з аборигенними раками наших водойм. Крім того, введення даного виду в аквакультуру України дасть змогу зменшити навантаження на природні популяції раків, та виділить значний час для їх відновлення та розмноження. Водночас, з'явиться можливість замінити імпортовану продукцію каліфорнійського червонопалого рака на продукцію вітчизняного виробництва, що сприятиме економічному розвитку країни.

Вітчизняний комерційний підхід переважно розглядає *P. Clarkii* як об'єкт декоративної аквакультури. Саме цей момент створює напругу на ринку із достатньою кількістю посадкового матеріалу. В Україні немає достатньо

сформованої бази плідників, які б забезпечували безперебійне постачання посадкового матеріалу в усі регіони нашої держави. Тому такий варіант господарства також становить перспективу для подальшого більш детального його вивчення та втілення у життя.

Однак, для будь-якого господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака необхідна нормативні база, інструкції або рекомендації для оптимального їх вирощування. На жаль, таких документів на сьогодні немає, що говорить про ще одну перспективну ланку для наукових досліджень, які б в сукупності із виробничою базою могли б створити потужне підґрунтя для стрімкого розвитку раківництва на базі червоного каліфорнійського рака.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена питанню розробки проєкту господарства з вирощування товарної продукції раків та ефективності їх вирощування в контрольованих умовах.

Метою роботи була розробка проєкту ефективного господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*.

Об'єктом досліджень стали складові ланки технологічного процесу вирощування товарної продукції каліфорнійського рака *Procambarus clarkii*.

Методи досліджень: теоретичні – аналіз, систематизація, порівняння та узагальнення даних.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз доступних джерел інформації щодо обраної теми та об'єкту дослідження;
2. Вивчити переваги вирощування каліфорнійського рака, порівняно з аборигенними видами раків України;
3. Дослідити технологічні аспекти та нормативну базу вирощування раків в індустриальних умовах;
4. Провести розрахунки за темою дипломного проєкту для виробництва 5000 кг товарної продукції каліфорнійського рака;
5. Провести розрахунок економічної ефективності проєктування господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака.

Господарство буде розташовуватися в Київській області, м. Васильків.

Проектована потужність господарства становить 500 кг раків за рік або 250 кг за цикл вирощування.

Цикл вирощування товарної продукції 5–6 міс; оборотність за рік – 2 обороти. Інтервал між циклами – 2–3 тижні.

Початкова маса посадкового матеріалу – 0,3–0,5 г; вік 25–30 діб.

Кінцева товарна маса раків – 55,0–65,0 г (60.0 г).

Транспортування молоді раків – у поліетиленових пакетах для транспортування молоді риб, або у пластикових контейнерах із дотриманням ветеринарно-санітарних вимог до транспортування [4].

Параметри водного для оптимального росту та розвитку *Procambarus clarkii*: температура води – 22,0–24,0°C, розчинений у воді кисень O₂ – 5,0–6,0 мг/л, рН – 6,5–7,0 [1, 5].

Контроль за параметрами водного середовища – шляхом щоденного вимірювання за допомогою багатофункціональний прилад для вимірювання параметрів води AZ-86031 (оксиметр/рН-метр/кондуктометр/TDS/солемір (4 в 1)) (17 298 грн).

Годівля раків: молодь – щоденно в темну пору доби; старші вікові групи: 1,5–3,0 міс – 1 раз/добу, 3,0–5,5/6,0 міс – 1 раз/2 доби [2].

Підхід до організації годівлі раків: співвідношення штучні корми : природні корми = 60 : 40 [3, 24, 25, 26].

Комбікорми для годівлі – Alltech Coppens:

- advance корм для креветки, 0,2–0,3 мм (1428 грн/5,0 кг);
- vital корм для креветки, 0,5–1,2 мм (4061 грн/20,0 кг);
- advance корм для креветки, 1,5 мм (4577 грн/20,0 кг):

Нормативи внесення кормів: до віку 1,5 міс – 15% від загальної маси; від 1,5 міс – до кінця періоду вирощування – 10% від загальної маси.

Організація вирощування товарної продукції – у басейнах, площею 19,6 м² (d – 2,5 м), висота укриттів – 0,3 м, висота шару води – 0,25 м (V = 1,22 м³, 1220 л); під укриттями буде зайнято $\approx 11,8$ м² площі (60%).

Інше допоміжне обладнання для забезпечення технологічного процесу вирощування товарної продукції раків:

– водонагрівачі Eheim thermocontrol 250W (на 400–600 л) – по 2 шт. на басейн (1369 грн);

– 4-канальний компресор для акваріуму Resun AIR 8000 – 640 л/год (8 Вт/год) (939 грн);

–УФ-стерилізатор Resun UV08 55 Вт, до 1500 л (4746 грн);

– зовнішній фільтр для акваріуму Resun EF-2800 U (2800 л/год) (5261 грн).

Вартість посадкового матеріалу раків 0,3–0,5 г – 8,0 грн/екз.

Вартість товарної продукції раків 55,0–65,0 г – 1450,00 грн/екз.

Реалізація товарної продукції буде проводитися в торгівельні мережі або на пряму споживачам за попередньою домовленістю.

Маркетинговий підхід до організації господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака включатиме ведення сторінок у соціальних мережах для поширення інформації та реклами товару, а також організації платних екскурсій на господарство. Останнє також служитиме джерелом додаткового доходу.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений проєкт становить перспективу його реалізації, як складову галузі виробництва харчових продукції, що використовує інноваційний підхід для забезпечення продовольчої безпеки країни.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що будь-який вид діяльності, пов'язаний із виробництвом продукції, вимагає істотних інвестицій, в тому числі і вирощування раків. Не дивлячись на той факт, що каліфорнійський рак не є вимогливим до умов водного середовища: t – від 0 до 40,0°C, O_2 – від 3,0 мг/л, NH_3 – 2,0–5,0 мг/л, рН – 7,5–8,5; прозорість 20–25 см, всеїдність (рослинна + тваринна їжа), швидкий темп росту (4 міс – 40,0 г) та висока екологічна пластичність, для отримання стабільних результатів вирощування потрібно врахувати всі аспекти та утримувати їх на оптимальному рівні.

3.1. Місце розташування проєктованого господарства

Проєктоване господарство з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака буде розташовуватися в м. Васильків Київської обл (рис. 3.1.1).

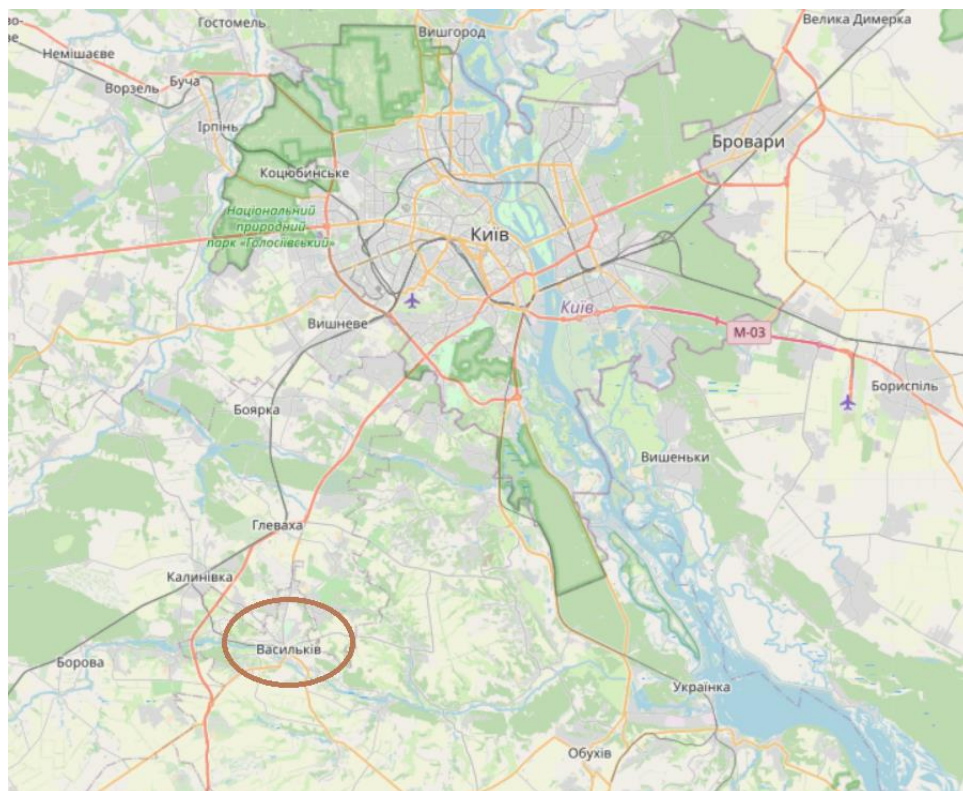


Рис. 3.1.1. Карта розташування проєктованого господарства

Вибір місця розташування обґрунтовано вигідним місцем розташування: відстань до м. Київ – 38,0 км, до м. Черкаси – 177,0 км, до м. Вінниця – 226,0 км. Транспортування товару не викликатиме жодних труднощів, оскільки місто має прекрасно розвинену інфраструктуру різних видів транспорту.

Ми не розглядаємо вплив кліматичних та погодних умов на проєктоване господарство, оскільки воно розміщуватиметься у закритому приміщенні із системою клімат-контролю. Враховуючи не високу вимогливість каліфорнійського рака до джерела водопостачання – головною умовою буде наявність самого джерела, все решта – це питання водопідготовки за допомогою технічних пристроїв та обладнання, яке буде описано нижче. Так, для забезпечення потреб водопостачання проєктованого господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака в басейнах планується використання води із свердловини, розміщеної на території проєктованого господарства.

3.2. Закупівля та транспортування посадкового матеріалу каліфорнійського рака

Посадковий матеріал – головне слабе місце технологій вирощування товарної продукції каліфорнійського рака. В зв'язку з тим, що даний вид не широко поширений для товарного вирощування в Україні, переважно як об'єкт декоративної аквакультури, головним завданням буде формування власного маточного стада каліфорнійського рака з метою зменшення залежності від постачальників. Однак, першопочатково, господарство стартує із закупленого посадкового матеріалу за попередньою домовленістю із постачальником.

Початкова товарна маса посадкового матеріалу становитиме 0,3–0,5 г, це 25–30-денні особини, які повністю сформовані та здатні самостійно споживати комбікорми (рис. 3.2.1).

Транспортування молоді раків має здійснюватися за такими ж вимогами, як і перевезення молоді будь-яких видів риб: в умовах достатнього вмісту кисню та за мінімальних коливань температури водного середовища. Хоча дані

параметри не мають значного впливу на молодь під час транспортування, однак є важливими при адаптації їх до нових умов, оскільки через перепад температур та різкі зміни кількості кисню молодь може загинути. Зазвичай, відхід при транспортування не перевищує 1–2%.



Рис. 3.2.1. Посадковий матеріал каліфорнійського рака (0,3–0,5 г)

Важливо провести адаптацію молоді після транспортування до нових умов вирощування, що підвищить їх виживання. Для цього у ємності з водою вимірюватиметься рівень розчиненого у воді кисню і температура вода. Транспортування раків можливе у пластикових контейнерах або поліетиленових пакетах для транспортування риби. Якщо транспортування буде проводитися у пластиковому контейнері – вирівнювання параметрів водного середовища буде відбуватися шляхом доливання у невеликих кількостях (у кілька прийомів) води з основної ємності – для вирівнювання температури, і встановленням повітряного розпилювача від компресора. Якщо ж транспортування відбуватиметься у пакетах, то алгоритм дій відповідно такий, як при транспортуванні молоді риб [4].

3.3. Організація технологічної складової господарства з вирощування раків

Вирощування товарної продукції каліфорнійського рака буде проходити у пластикових круглих басейнах, площею $19,6 \text{ м}^2$ ($d = 2,5 \text{ м}$), об'ємом $= 1,22 \text{ м}^3$ (1220 л), висота шару води – 0,25 м.

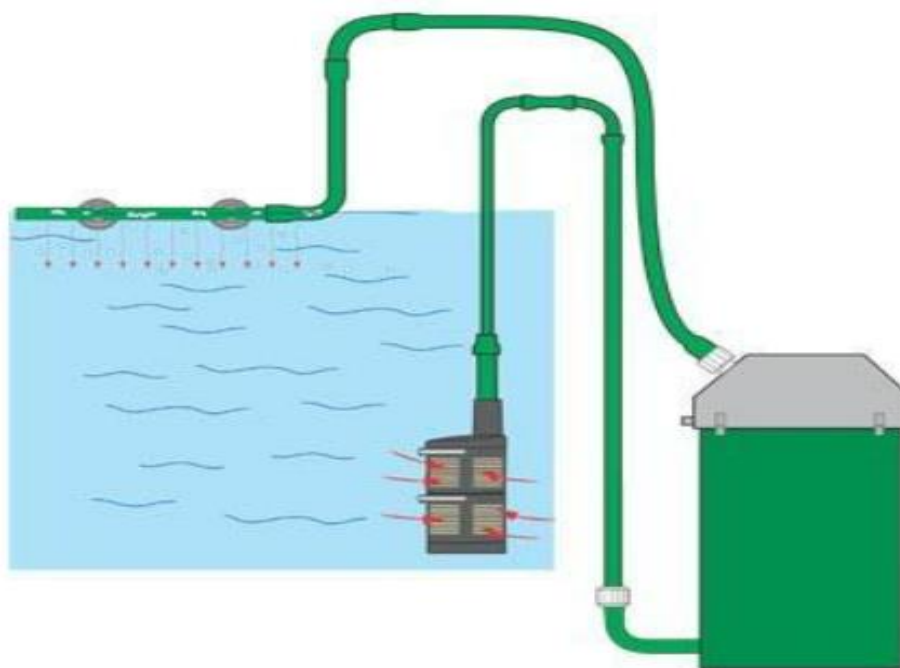
Перед кожним наповненням і заміною води в басейнах вода проходитиме попередню обробку та підготовку з метою зниження ризику виникнення хвороб різної етіології. Між циклами дотримуватиметься інтервал у 2–3 тижні, необхідний для профілактичної обробки басейнів та всього обладнання, перевірка його справності та готовності до наступного циклу вирощування товарної продукції раків. Для профілактичної обробки всього обладнання буде використовуватися малахітовий зелений або малахітовий синій.

Для водопідготовки буде використовуватися УФ-стерилізатор Resun UV08 55 Вт, який знизить ризик виникнення бактеріальних та вірусних хвороб (рис. 3.3.1)



Рис. 3.3.1. Принцип роботи УФ-стерелізатора

В процесі вирощування раків важливим аспектом є постійне очищення води та її підготовка, для цього буде використовуватися зовнішній фільтр для акваріумів Resun EF-2800 U (2800 л/год). Це технічне обладнання здійснює триступеневе очищення води (механічне, біологічне та хімічне), досить простий у встановленні та зручний в обслуговуванні, тому при максимальній простоті він буде забезпечувати найвищі показники якості води. Загальний принцип роботи фільтра та водопідготовки наведено на рисунку 3.3.2, місця водозабору та водовипуску – зелені прямокутники на рисунку 3.3.3.



**Рис. 3.3.2. Принцип водопідготовки за допомогою
фільтра Resun EF-2800 U**

За рахунок такого встановлення обладнання планується забезпечення кругової циркуляції води у басейнах (рис. 3.3.3), що сприятиме хорошому водообміну (на рисунку зображено стрілочками плановий рух води у басейні), очищенню води та підтриманню оптимальних показників водного середовища.

Крім того, для підтримання якості водного середовища планується щотижнево (на ранніх стадіях розвитку раків) та 1 раз/10 діб – для старших вікових груп – проводити підміну близько 20% води. За таких умов у воді не накопичуватимуться залишки кормів або фекалії раків, а також стимулюватиметься линька раків, особливо на ранніх етапах їх розвитку.

Крім того, для оптимального росту та розвитку раків потрібно утримувати показники температури води на рівні 22,0–24,0°C. Для цього в басейнах передбачено використання водонагрівачів Eheim thermocontrol, потужністю 250W (на 400–600 л) – по 2 шт. на басейн. Місця встановлення обігрівачів у басейнах позначені на рисунку 3.3.3 оранжевими точками.

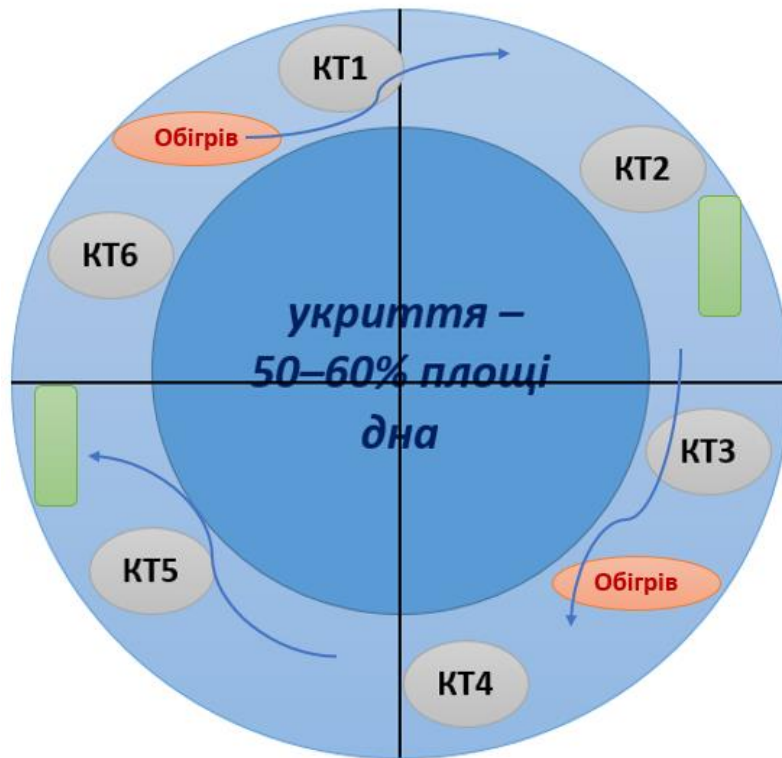


Рис.3.3.3. Точки встановлення підігрівачів у басейнах (оранжеві)

Для забезпечення оптимального вмісту розчиненого у воді кисню планується використовувати 4-канальний компресор для акваріуму Resun AIR 8000, продуктивністю 640 л/год та споживання електроенергії 8,0 Вт/год (рис. 3.3.4). Для оптимального росту та розвитку каліфорнійського рака рівень розчиненого у воді у воді кисню буде утримуватися на рівні 5,0–6,0 мг/л.



Рис. 3.3.4. Компресор Resun AIR-8000 з розпилювачем (30,0 см)

Не дивлячись на той факт, що каліфорнійський рак здатен виживати навіть при мінімальному вмісті розчиненого у воді кисню (3,0 мг/л і менше), в індустріальних умовах його вирощування варто приділяти даному параметру достатньо уваги. Адже саме вміст розчиненого у воді кисню впливатиме на ефективність споживання та засвоєння комбікормів, що, відповідно, відобразиться на ефективності приросту їхньої маси. Однак, каліфорнійський рак здатен дихати киснем повітря, тому у проєкті запланована висота укриттів 30,0 см, висота шару води – 25,0 см. Такий підхід забезпечить доступ раків до відкритого повітря у випадку відключень електроенергії або ж аварійних ситуацій, пов'язаних із несправностями систем водопідготовки.

3.4. Укриття для раків на різних етапах їхнього розвитку

Найважливішим етапом у вирощуванні каліфорнійського рака є підбір та встановлення достатньої кількості ефективних укриттів, де раки проводитимуть 90% свого часу. Під час вибору типу укриття для проєктованого господарства було проаналізовано всі можливі варіанти і обрано тип укриття, виконаний у формі довгих пустотілих сітчастих трубок, поєднаних у секції (рис. 3.4.1). Кожна така секція налічуватиме близько 50 трубок (5 по висоті та 10 по довжині), загальною висотою 0,3 м. Орієнтовно, у кожному басейні розміщуватиметься по 4 таких секції. При цьому, верхній шар трубок залишатиметься вільним від води (висота шару води у басейні – 0,25 м), що створюватиме площу для виходу раків на поверхню для дихання у випадку потреби. Всього для забезпечення потреб росту та розвитку каліфорнійського рака такими укриттями планується заповнити близько 60% площі дна басейну ($\approx 11,8 \text{ м}^2$). Вважаємо, що такої кількості укриттів буде достатньо для каліфорнійського рака на всіх етапах його розвитку, а також для забезпечення оптимального кругообігу та водообміну у басейнах.

Водночас, сітчаста конструкція укриттів для раків не затримуватиме у собі залишки комбікормів та продукти життєдіяльності раків, вони вимиватимуться

потокем води та надходитимуть у фільтр, або групуватимуться в певних місцях басейну, де видалятимуться при підміні води.



Рис. 3.4.1. Тип укриттів, що використовуватиметься для раків

Крім того, достатня кількість укриттів зменшуватиме загибель раків під час линьки, коли особини ймовірноше можуть стати жертвами канібалізму.

Такі укриття будуть ефективними як для молоді (рис. 3.4.2), так я для раків старших вікових груп.



Рис. 3.4.2. Молодь каліфорнійського рака 1,5–2,0 г

3.5. Годівля раків *Procambarus clarkii*

Важливим моментом в штучному вирощуванні є організація раціонального підходу до годівлі раків, від якої залежить ефективність приросту маси та виживаність раків протягом всього періоду вирощування. В даному випадку необхідно звернути увагу на те, що в стадії раків завжди є домінантна особина, яка тією або іншою мірою створюватиме тиск на інших особин в плану доступності до корму. Крім того, активна харчова поведінка раків проявляється через 20 хв після внесення корму, після чого знову падає. В такому випадку корми будуть поїдатися або лише домінантною особиною, або ж у мізерній кількості залишатиметься для інших особин групи. Тому в даному випадку раціональним буде точкове внесення кормів, коли в басейні буде створено кілька місць, куди постійно буде вноситися корм, так званих кормових точок (КТ). У нашому випадку, у басейні, діаметром 2,5 м, буде створено умовно 6 кормових точок (рис. 3.5.1). Таким чином, на нашу думку, збільшиться ймовірні живлення більшої кількості осіб групи, навіть за умови наявності домінантного самця.

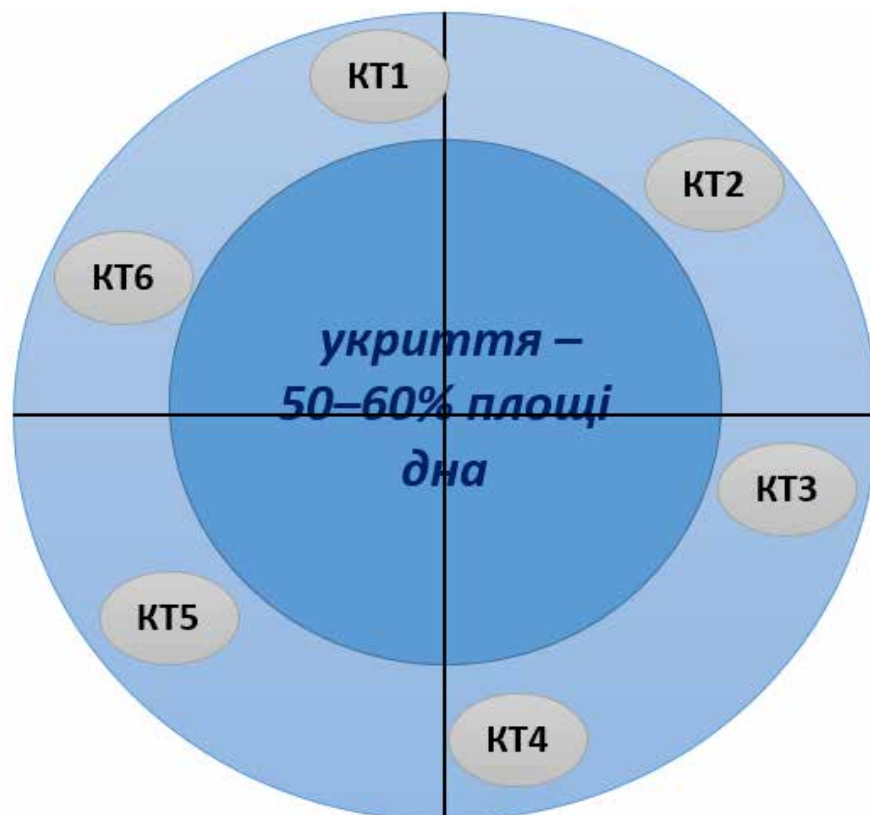


Рис. 3.5.1. Умовний поділ басейну на кормові точки (КТ)

Раки – нічні тварини, тому перевага надаватиметься годівлі раків всіх вікових груп в темну пору доби, або ж в другій половині дня ближче до сутінок. Годівля молоді проводитиметься щоденно з врахуванням норм добового раціону (таблиця 3.5.1), раки старших вікових груп отримуватимуть корми 1 раз/2 доби.

Таблиця 3.5.1

Розрахунок норм годівлі раків протягом всього періоду вирощування

Корм	Посадковий матеріал 0,3–0,5 г до 1,5 міс	Молодь 1,5 міс (20,0 г) – 2,5 міс	Раки 2,5 міс – 3,5 міс	Раки від 4,5 міс
	<u>Всього/ штучні/природні корми (60/40), кг</u>			
Advance (0,2–0,3 мм)	0,33/0,2/0,13	-	-	-
Vital (0,5–1,2 мм)	-	7,5/4,5/3,0	-	-
Advance (1,5 мм)	-	-	12,0/7,0/5,0	-
Advance (1,5 мм)	-	-	-	16,0/9,6/6,4

Складність процесу годівлі каліфорнійського рака викликана в першу чергу відсутністю специфічних кормів безпосередньо для них, однак, на проєктованому господарстві нами планується використовувати комбікорм, призначений для годівлі креветок. Склад комбікормів, що використовуватиметься для годівлі каліфорнійського рака на різних етапах його вирощування, наведено у таблиці 3.5.2.

Таблиця 3.5.2

Склад комбікормів для годівлі каліфорнійського рака

Корм	Протеїн	Жири	Клітковина	Зола	Фосфор
Advance (0,2–0,3 мм)	56,0%	15,0%	0,3%	11,3%	1,77%
Vital (0,5–1,2 мм)	46,0%	10,0%	0,9%	11,9%	2,05%
Advance (1,5 мм)	54,0%	15,0%	0,3%	12,0%	1,75%

Комбікорми, наведені у таблиці 3.5.2 призначені також для використання в індустриальних установках, тому при їх внесенні у воду не виникатиме високий рівень забруднення води нітратами та нітритами. Водночас, згідно із заявленими виробником характеристиками, у всіх кормах даної фірми використовується спеціальний пробіотик Alltech для покращення травлення [9].

Крім того, для годівлі каліфорнійського рака буде використовуватися природний корм (40,0% від розрахованого добового раціону) (рис. 3.5.2).



Рис. 3.5.2. Природні корми у раціоні живлення каліфорнійського рака*

* джерело – власні фото

В якості природних кормів будуть використовуватися гарбуз (на 100 г продукту: 26,0 Ккал, ліпіди 0,1 г, натрій 1,0 мг, калій 340 мг, вуглеводи 7,0 г, білки 1,0 г, вітамін С 9,0 мг, залізо 0,8 мг, вітамін В6 0,1 мг, магній 12 мг, кальцій 21 мг), кабачок (на 100 г продукту: 16,0 Ккал, ліпіди 0,2 г, натрій 2,0 мг, калій 262 мг, вуглеводи 3,4 мг, білки 1,2 г, вітамін С 17 мг, залізо 0,4 мг, вітамін В6 0,2 мг, магній 17,0 мг, кальцій 15,0 мг), морква (на 100 г продукту: 41,0 Ккал, 9,6 г вуглеводів, жири 0,2 г, білки 0,9 г, воді 88,3 г, зола 1,0 г, сумарний вміст цукрів 4,7 г, клітковини 2,8 г, крохмалю 1,4 г, холестерину 0,0 мг), листя салату (на 100 г продукту: 16,5 Ккал, енергія 69,0 кДж, білки 1,2 г, вуглеводи 1,3 г, цукор 0,9 г, жири 0,3 г), петрушка (на 100 г продукту: 36 ккал, ліпіди 0,8 г, натрій 56 мг, калій

554 мг, вуглеводи 6,0 мг, білки 3,0 г, вітамін С 133 мг, залізо 6,2 мг, вітамін В6 0,1 мг, магній 50,0 мг, кальцій 138 мг), кропива (на 100 г продукту: 309 ккал / тисячу двісті дев'яносто п'ять кДж, Білки – 31,0 г, жири – 4,0 г, вуглеводи – 26,0 г, харчові волокна – 24,0 г, сіль – 0,95 г), шпинат (на 100 г продукту: 23,0 ккал, натрій 79,0 мг, калій 558 мг, вуглеводи 3,6 г, білки 2,9 г, вітамін С 28,1 г, залізо 2,7 г, вітамін В6 0,2 г, магній 79,0 г, кальцій 99,0 г), цвітна капуста (на 100 г продукту: 24,0 ккал, ліпіди 0,3 г, натрій 299,0 г, вуглеводи 5,0 г, білки 1,9 г, вітамін С 48,2 мг, залізо 0,4 мг, вітамін В6 0,2 мг, магній 15,0 мг, кальцій 22,0 мг.).

3.6. Розрахункова частина курсового проєкту

Проведемо всі розрахунки для визначення потреб у біологічному матеріалі та технічному обладнанні для реалізації планової потужності проєктованого господарства – 500 кг товарної продукції каліфорнійського рака за рік. Цикл вирощування до товарної маси становитиме 5,0–6,0 міс, протягом яких раки досягнуть середньої товарної маси 60,0 г (55,0–65,0 г).

500 кг раків по 60 г 1 екз (0,06 кг) за рік роботи господарства, відповідно, за один цикл планується виростити 250 кг раків. Проводимо розрахунки потреб господарства у біологічному матеріалі для реалізації потреб одного циклу вирощування:

$$250 \div 0,06 = 4\,167 \text{ екз каліфорнійського рака, масою по 60 г кожен.}$$

Враховуючи, що виживаність раків від моменту посадки молоді 0,3–0,5 г на вирощування до моменту отримання товарної продукції становитиме близько **75%** (залежно від умов коливається на рівні 60–90%), отримаємо:

$$4\,167 \text{ екз} - 75\%$$

$$x \text{ екз} - 100 \%$$

$$x = 5\,556 \text{ екз (по 0,3–0,5 г)}$$

Таким чином, для реалізації *одного циклу вирощування* товарної продукції каліфорнійського рака потрібно закупити близько **5 556 екз** посадкового матеріалу, масою 0,3–0,5 г.

Для реалізації планової *річної потужності* проєктованого господарства потрібно закупити $5\,556 \text{ екз} \times 2 = \mathbf{11\,112 \text{ екз}}$ посадкового матеріалу каліфорнійського рака.

Розраховуємо потреби у технічному обладнанні для реалізації планової потужності господарства на цикл вирощування.

Розраховуємо потреби у басейнах, враховуючи, що в одну басейні, об'ємом 1220 л, утримуватиметься близько 235 дорослих особин. Таким чином отримаємо:

$$4\,167 \text{ екз} \div 235 \text{ екз} = \mathbf{18 \text{ басейнів}} (\times 2\,500 \text{ грн/шт})$$

Басейни будуть встановлені у два ряди по 9 шт. у кожному.

Технічне обладнання для супроводу роботи кожного басейну:

- водонагрівачі Eheim thermocontrol 250W (на 400–600 л) – по 2 шт. на басейн, всього 36 шт.;
- 4-канальний компресор для акваріуму Resun AIR 8000 – 640 л/год (8 Вт/год) – всього 18 шт.;
- УФ-стерилізатор Resun UV08 55 Вт, до 1500 л (один на 9 басейнів, оскільки потреби у його постійній роботі немає) – всього 2 шт.;
- зовнішній фільтр для акваріуму Resun EF-2800 U (2800 л/год) (по одному на кожен басейн) – всього 18 шт.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТОВАНОГО ГОСПОДАРСТВА

Оцінка економічної ефективності проєктованого господарства та доцільності його проєктування буде проводитися на основі аналізу показників собівартості вирощеної продукції, чистого прибутку та рентабельності виробництва.

Для розрахунку показника собівартості виробництва одиниці продукції потрібно врахувати всі витрати, що йдуть на придбання біологічного матеріалу, комбікормів та технічному обладнанні для забезпечення роботи господарства.

4.1. Розрахунок витрат на придбання біологічного матеріалу

Відповідно до проведених розрахунків потреб проєктованого господарства у посадковому матеріалі для реалізації виробничої потужності 500 кг раків/рік потрібно закупити 11 112 екз посадкового матеріалу раків. Ринкова ціна 1 екз. раків становить 8,0 грн. Відповідно, витрати на придбання біологічного матеріалу становитимуть:

$$11\ 112 \text{ екз} \times 8,0 \text{ грн} = 88\ 896 \text{ грн.}$$

Таким чином, на придбання посадкового матеріалу каліфорнійського рака буде витрачено **111 120 грн/рік**.

4.2. Витрати на придбання комбікормів

Витрати на придбання комбікормів розраховані на основі актуальних цін на сайті виробника кормів:

Advance (0,2–0,3 мм) – 1428,00 грн/5,0 кг;

Vital (0,5–1,2 мм) – 4061,00 грн/20,0 кг;

Advance (1,5 мм) – 4577,00 грн/20,0 кг.

Таким чином, знаючи потреби у кормах (підрозділ 3.5), розраховуємо витрати на придбання комбікормів (таблиці 4.2.1):

Таблиця 4.2.1

Назва комбікорму	Вартість	Потреба господарства, кг/рік	Сума витрат, грн
Advance (0,2–0,3 мм)	1428,00 грн/5,0 кг	0,4	114,24
Vital (0,5–1,2 мм)	4061,00 грн/20,0 кг	9,0	1835,46
Advance (1,5 мм)	4577,00 грн/20,0 кг	33,2	9447,56
Природні корми	-	-	≈1000,00
Всього	-	-	10447,56

Таким чином, розрахунок показав, що для годівлі каліфорнійського рака на рік потрібно придбати комбікормів на загальну суму 10447, 56 грн, з них на природні корми буде витрачено порядку 1000,00 грн, оскільки це недорогі типи кормів, які можна придбати у фермерів, та 9447,56 грн на комбікорми.

4.3. Розрахунок витрат на придбання основних засобів проєктованого господарства

Головні витрати на оснащення проєктованого господарства пов'язані із необхідністю придбання основних засобів, зокрема басейнів та супутнього обладнання для них, необхідного для забезпечення стабільної роботи всього господарства та підтримання оптимального процесу вирощування товарної продукції раків. Для зручності підрахунку зведемо всі дані про кількість та вартість основних засобів у таблицю 4.3.1.

Вартість основних засобів для проєктованого господарства

Назва основного засобу	Вартість за одиницю, грн.	Потреба господарства, шт.	Загальна сума витрат, грн
Басейни	2 500,00	18	45 000,00
Водонагрівачі	1369,00	36	49 284,00
Компресор Resun AIR 8000	939,00	18	16 902,00
УФ-стерилізатор Resun UV08	4746,00	2	9 492,00
Зовнішній фільтр Resun EF-2800 U	5261,00	18	94 698,00
Всього	-	-	215 376,00

Таким чином, загальні витрати на придбання основних засобів для забезпечення роботи проєктованого господарства з вирощування товарної продукції каліфорнійського рака становитиме **215 376,00 грн.**

4.4. Розрахунок витрат на заробітну плату робітникам

Для забезпечення роботи проєктоване господарство не потребує широкого штатного розпису, однак потребує кваліфікованих працівників із спеціальною освітою. Так, штатний розпис проєктованого господарства включатиме наступні посади: головний рибовод, охоронець та SMM-менеджер, який займатиметься просуванням господарства та товаром у соціальних мережах, створюватиме рекламу та відповідний контент.

В обов'язки головного рибовода входить виконання та контроль виконання основних виробничих процесів, пов'язаних із вирощуванням продукції, контроль за роботою технічних засобів, контроль стану здоров'я біологічних об'єктів, охоронець контролюють цілісність та збереження майні господарства, графік їх роботи 2/2 або 3/3 – за домовленістю з директором. Директор господарства отримуватиме заробітну плату у вигляді чистого прибутку господарства, що є цілком справедливим. Саме він займається пошуком інвесторів (за потреби), пошуком ринку збуту товару, пошуком

постачальників посадкового матеріалу та іншою бухгалтерською звітністю. Робота з працівниками буде здійснюватися за договором, у якому будуть прописані всі відповідні обов'язки та відповідальність кожного.

Розрахунок витрат на виплату заробітної плати персоналу проєктованого господарства наведено у таблиці 4.4.1.

Таблиця 4.4.1

Розрахунок витрат на заробітну плату персоналу господарства

№	Посада	Зайнятість	Оклад, грн	Всього за рік, грн
1.	Головний рибовод	1,0	18 000,00	216 000,00
2.	Охоронець 1	1,0	14 000,00	168 000,00
3.	SMM-менеджер	0,5	8 000,00	96 000,00
Усього		-	-	480 000,00

Таким чином, витрати на виплату заробітної плати становитимуть близько **480 000,00 грн/рік**.

4.5. Розрахунок загальних витрат господарства на вирощування товарної продукції каліфорнійського рака

Для зручності розрахунку загальних витрат проєктованого господарства, а також собівартості вирощеної продукції зведемо всі дані у таблицю 4.5.1.

Таблиця 4.5.1

Загальні витрати на вирощування товарної продукції каліфорнійського рака

№	Стаття витрат	Сума, грн
1.	Посадковий матеріал	88 896,00
2.	Комбікорми	10 447,56
3.	Основне обладнання	215 376,00
4.	Заробітна плата	480 000,00
5.	Інші непередбачувані витрати	50 000,00
Усього		844 719,56

Таким чином, витрати на вирощування товарної продукції каліфорнійського рака протягом першого року вирощування становитимуть **844 719,56 грн.**

Розіб'ємо основні витрати на 5 років, отримаємо:

$$844\,719,56 \div 5 \text{ р} = 168\,943,9 \text{ грн}$$

Таким чином отримаємо:

№	Стаття витрат	Сума, грн
1.	Посадковий матеріал	88 896,00
2.	Комбікорми	10 447,56
3.	Основне обладнання	168 943,9
4.	Заробітна плата	480 000,00
5.	Інші непередбачувані витрати	50 000,00
Усього		798 287,46

4.6. Розрахунок собівартості, чистого прибутку та рентабельності проєктованого господарства

Розрахунок рентабельності проєктованого господарства варто розпочати з виходу проєктованого господарства на чистий прибуток. Першопочатково, розрахуємо виручку господарства від реалізації товарної продукції:

$$500 \text{ кг} \times 1450 \text{ грн/кг} = \mathbf{725\,000,00 \text{ грн}}$$

Як додаткове джерело доходу планується проводити платні екскурсії на господарство, вартістю 150,00 грн/особи. Таким чином, якщо господарство відвідає 200 осіб, прибуток становитиме:

$$150 \text{ грн} \times 200 = \mathbf{30\,000,00 \text{ грн}}$$

Загальний прибуток в такому випадку за рік становитиме:

$$725\,000,00 + 30\,000,00 = \mathbf{755\,000,00 \text{ грн}}$$

Розраховуємо прибуток протягом першого року роботи:

$$755\,000,00 - 798\,287,46 = \mathbf{-43\,287,46 \text{ грн}}$$

Зрозуміло, що протягом першого року роботи в зв'язку із значними початковими капітальними вкладеннями, прибуток господарства буде

від’ємний, однак через 5 років, коли повністю виплатить вартість основних ресурсів, господарство має всі шанси отримати прибуток. Спробуємо розрахувати показники ефективності роботи господарства через 5 років (таблиця 4.6.1), коли господарство повністю компенсує витрати на придбання основних матеріалів:

Таблиця 4.6.1

Витрати господарства на вирощування товарної продукції протягом наступних років роботи

№	Стаття витрат	Сума, грн
1.	Посадковий матеріал	88 896,00
2.	Комбікорми	10 447,56
3.	Заробітна плата	480 000,00
4.	Інші непередбачувані витрати	50 000,00
Усього		629 343,56

Розраховуємо чистий прибуток (ЧП) через 5 років :

$$755\,000,00 - 629\,343,56 = 125\,656,44 \text{ грн}$$

Таким чином, чистий прибуток господарства становитиме 125 656,44 грн.

Розраховуємо рентабельність проєктованого господарства за формулою:

$$P = (\text{ЧП} / B) \times 100$$

$$P = (125\,656,44 / 629\,343,56) \times 100 = 20,0 \%$$

Таким чином, **рентабельність** проєктованого господарства становитиме **20,0%**. Зрозуміло, що даний показник являється невеликим для господарств такого типу, однак господарство планує розвиватися, нарощувати виробничу потужність, враховувати новітні розробки науки для інтенсифікації технології вирощування, наростити власний маточний матеріал для отримання власного посадкового матеріалу тощо. Також нарощуватиметься кількість відвідувачів, і в перспективі такі екскурсії будуть комбінуватися із дегустаціями та можливостями придбання свіжої продукції на місці для власного споживання.

Крім того, важливим кроком у розширенні виробництва є пошук інвесторів або партнерів, готових спільно вкладатися у дану прибуткову справу. Для цього директору варто бути постійним учасником різноманітних конференцій та форумів, де він зможе не лише знайти однодумців та партнерів, але і отримати нові наукові знання щодо оптимізації технологій вирощування товарної продукції каліфорнійського рака.

РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Аналіз основних небезпек галузі, пов'язаних з реалізацію різноманітних технологічних процесів.

Галузь аквакультури займається виробництвом та вирощуванням рослин або тварин або в контрольованому середовищі господарства, або в окремих водних середовищах. Прісноводна аквакультура вирощує види, які є рідними для прісноводних струмків, озер і річок і реалізується в основному в ставках, ємностях або інших наземних системах.

Операції з вирощування риби часто включають важке обладнання та машини, що представляють фізичну небезпеку, яка може становити ризик отримання травми, якщо не використовується належним чином. Працівники аквакультури можуть наражатися на різноманітні небезпеки на роботі, оскільки при реалізації технологічних процесів вони часто використовують не лише водні судна, а й інші технічні засоби та пристрої, які мають свої унікальні небезпеки. Працівники також можуть бути під загрозою послизнутися, спіткнутися та впасти, якщо працюють у вологих умовах або поблизу води.

Екстремальні температури, бактеріальні збудники, підйом важких вантажів, повторювані рухи, шум, тривалі години та позмінна робота, вплив хімічних речовин, небезпечне обладнання та використання різноманітних транспортних засобів – усе це сприяє ризику травмування чи захворювання працівників галузі аквакультури. Так, хімічні речовини можуть бути шкідливими при вдиханні або потраплянні через шкіру та можуть спричинити низку проблем зі здоров'ям, включаючи проблеми з диханням (включно з астмою), подразнення шкіри та хімічні опіки.

Працівники галузі аквакультури піддаються підвищеному ризику розвитку професійних захворювань і травм, пов'язаних з різними професійними ризиками. Так, дослідження характеристик професійного впливу в основному повідомлялося щодо шуму, хімічних речовин, таких як формальдегід у інкубаційних цехах та мікроорганізмів, таких як бактерії *E. coli* у рибних ставках.

Найпоширенішими професійними захворюваннями бувають захворювання опорно-рухового апарату; респіраторні симптоми та астма; інфекції шкіри, дерматит та кропив'янка; професійні інфекції, такі як лептоспіроз.

Серед виробників, які займаються вирощуванням раків у ставових господарствах, використання тракторів та подібного типу транспортних засобів найчастіше пов'язане з підвищеним ризиком болів в зап'ясті і нижній частині спини, тоді як збільшення тривалості роботи пов'язане з болем у верхній частині спини. Травми опорно-рухового апарату, що вражають шию, спину та кінцівки, можуть виникнути внаслідок ручного поводження та повторюваних дій. Ті самі машини, включно з насосами та генераторами, можуть наражати працівників на значний рівень шуму та вібрації, що призводить до втрати слуху та інших проблем зі здоров'ям.

У рибництві шкірні захворювання найчастіше тісно пов'язані з жіночою статтю; проблеми зі шкірою в анамнезі; вплив стічних вод; роботи, пов'язані з рибним господарством; відсутність засобів індивідуального захисту шкіри від стічних вод, а також від сонячних променів, також роботи у вологий період або у вологому приміщенні.

Найпоширеніші травми включають падіння, удари предметами, що використовуються під час виконання основних виробничих операцій, заплутування, коли використовуються засоби вилову риби, уколи/порізи/проколи, висока напруга та уколів голкою (5 самоін'єкцій на 1 000 000 щеплень).

Розведення риби також може бути фізично та розумово важкою роботою, пов'язаною з тривалим робочим часом, самотньою роботою, складними умовами навколишнього середовища та тиском виконання виробничих планів. Це може призвести до стресу та проблем із психічним здоров'ям, таких як тривога та депресія [28].

5.2. Заходи з підвищення безпеки та якості виробничого процесі вирощування риби

Профілактичні підходи, засновані на ієрархії заходів контролю для зменшення ризиків для здоров'я, пов'язаних із небезпечним впливом, існують переважно в країнах з високим рівнем доходу, переважно забезпечених ресурсами.

Професійна гігієна в аквакультурі стосується здоров'я та безпеки працівників у всьому спектрі видів діяльності, включаючи вирощування риби, молюсків, а також морських водоростей. Це включає заходи щодо запобігання нещасним випадкам і травмам, а також заходи щодо захисту працівників від впливу небезпечних хімічних речовин, патогенів та інших потенційних ризиків для здоров'я. Деякі конкретні проблеми в аквакультурі включають вплив пестицидів, високий рівень шуму та вібрації, а також ризик зараження при роботі з рибою та іншими водними тваринами.

Роботодавці в усіх секторах промисловості несуть відповідальність за забезпечення безпечного робочого середовища та навчання працівників правильному поводженню з водними тваринами та догляду за ними, а також визначення та контроль ризиків у робочому середовищі. В даному випадку важливим являється саме розуміння керівництва господарством про важливість безпеки. Протоколи безпеки мають бути чіткими, ґрунтуватися на реальних обставинах і постійно переглядатися та оновлюватися всіма відповідними зацікавленими сторонами, особливо тими, хто виконує фактичну роботу на морі. Необхідно виділити ресурси для впровадження найкращих практик з безпекою на передньому плані, а не як запізнення для цілей страхування. Однак відповідальність працівників до безпеки праці також має важливе значення. Найефективнішим, в даному випадку, способом стимулювання відповідального ставлення співробітників до безпеки виконання операцій будуть винагороди або премії, які співробітники отримуватимуть за успішні, але небезпечні операції, які дозволяють заощадити на короткострокових витратах.

Захист посилить також належний робочий одяг та засоби захисту, які крім надійності мають бути зручними, адже якщо вони заважають рухатися або незручні в робочому середовищі, і тому працівники часто відмовляються від них за першої ж можливості.

Для вдосконалення навичок співробітників потрібне постійне навчання, а також для оновлення найкращих практик і закріплення процедур безпеки в м'язовій пам'яті. Додатковим бонусом є те, що навчання стимулює працівників, надаючи їм навички створення резюме. Навчання має бути адаптоване до реальності роботи та середовища.

Найкращі засоби індивідуального захисту, навчання та протоколи техніки безпеки неефективні, якщо в виробничому процесі використовується обладнання, яке погано обслуговується. Співробітники повинні бути добре навчені виявляти несправності в обладнанні та відчувати себе уповноваженими повідомляти про них і усувати їх перед тим, як продовжувати виконувати свої обов'язки. Це також включає засоби безпеки. Співробітники повинні щодня перевіряти наявність аптечок першої допомоги, вогнегасників та інших засобів, необхідних для їх безпечної роботи.

Стандартні оперативні процедури в надзвичайних ситуаціях не можуть врахувати всі можливі загрози, з якими можуть зіткнутися працівники в умовах виробництва. Однак, якщо вони правильно сконструйовані, вони забезпечать міцну основу для ефективної мінімізації небезпеки та вирішення більшості інцидентів. Для того, щоб бути ефективними, стандартні оперативні процедури в надзвичайних ситуаціях слід регулярно тренувати та відпрацьовувати персоналом, а не просто обговорювати їх у PowerPoint або поширювати в посібнику для працівників. Крім того, вони повинні регулярно переглядатися та оновлюватися всіма відповідними зацікавленими сторонами, щоб відображати реальне середовище на робочому місці.

Галузь аквакультури постійно розвивається, і наявні у ній технології також швидко розвиваються, щоб відповідати викликам навколишнього середовища. Технологічний прогрес у годівлі, зборі врожаю, очищенні засобів лову або

обслуговувані ставів робить операції не тільки ефективнішими, але й безпечнішими. Стимулювання впровадження більш безпечних технологій у всій галузі допомогло б багатьом керівникам операцій виправдати початкові витрати на впровадження нових технологій.

Розуміння ризиків в аквакультурі ускладнюється через відсутність узгоджених звітних даних про інциденти в усій галузі. Суворі глобальні найкращі практики, які вимагають стандартизованого відстеження інцидентів і звітності, допоможуть операторам стимулювати збір і поширення інформації. Проте контроль за дотриманням та перевірка інформації має вирішальне значення для ефективності. В організаціях стандартизована база даних відстеження інцидентів має вирішальне значення для документування небезпечних процедур і розуміння того, як найкраще спробувати зменшити ці ризики.

Культуру компанії часто розглядають у контексті бізнес-стратегії, маркетингу та людських ресурсів, але вона також має вирішальне значення для безпеки на робочому місці. Компанії повинні працювати над створенням культури гордості за те, що робота виконується ефективно в найбезпечніший спосіб, а не завершувати операцію з недостатніми ресурсами, хоч би чого вона потребувала. Найм працівників, які віддані цим цінностям, і винагорода існуючих працівників, які дотримуються цих стандартів, допоможе культивувати цю культуру. Менеджери повинні заохочувати чесні відгуки про інциденти або ширші проблеми безпеки, щоб проблеми регулярно піднімалися та обговорювалися, а господарство могло постійно вдосконалювати свої протоколи безпеки [28].

ВИСНОВКИ

В результаті підготовки дипломного проєкту можна зробити наступні висновки:

1. Каліфорнійський рак *Procambarus clarkii* перспективний об'єкт індустріального вирощування завдяки своїм біологічним особливостям, екологічній пластичності, невимогливості до умов середовища та стійкості до багатьох хвороб.

2. *Procambarus clarkii* здатен виростати до товарної маси 50,0–60,0 г за 5–6 міс товарного вирощування, що у 4–5 разів швидше за аборигенних раків наших водойм. Вивчити переваги вирощування каліфорнійського рака, порівняно з аборигенними видами раків України.

3. Достатньо обґрунтована нормативна база для каліфорнійського рака на сьогодні відсутня, аналіз багатьох літературних джерел дозволив вивести загальні рекомендації та умови, за якими і проведено розрахунки для дипломного проєкту.

4. Для отримання 500 кг товарної продукції каліфорнійського рака потрібно організувати роботу басейнового господарства із системою водопідготовки та закупити 11 112 екз. посадкового матеріалу каліфорнійського рака, масою 0,3–0,5 г (на два цикли вирощування, 8,0 грн/екз.). Вживаність протягом періоду вирощування становитиме приблизно 75,0%, в результаті планується виростити 4 167 екз раків по 60,0 г за цикл, або 250,0 кг та 8 334 екз раків за рік, або 500 кг.

5. Реалізація товарної продукції відбуватиметься за вартістю 1450 грн/кг. Як додаткове джерело прибутку планується організовувати платні екскурсії на господарство – 150 грн/особа. Загальний прибуток господарства становитиме 755 000,00 грн

6. Розрахунок економічної ефективності роботи проєктованого господарства свідчить про те, що вже на 5 рік роботи господарство здатне вийти

на самоокупність (чистий прибуток – 125 656,44 грн), а рівень рентабельності становитиме приблизно 20,0%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інструменти регулювання та механізми реалізації комбінованих технологічних рішень виробництва австралійського червоноклешневого рака в умовах зростання попиту на нішеву продукцію. Методичні рекомендації. Шарило Ю.Є та ін. К.: НУБіП України. 2023. С. 17–39.
2. Інструменти регулювання та механізми реалізації комбінованих технологічних рішень виробництва австралійського червоноклешневого рака в умовах зростання попиту на нішеву продукцію. Методичні рекомендації. Коваленко Б.Ю. та ін. К.: НУБіП України. 2023. 26 с.
3. Інтенсивні технології в аквакультурі. Кононенко Р.В., Шевченко П.Г., Кондратюк В.М., Кононенко І.С. К.: «Центр учбової літератури». 2016. С. 381–406.
4. Кононенко Р.В. Гідротехніка та технічні засоби в аквакультурі. Кононенко Р.В., Кононенко І.С., Мушит С.О. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. 312 с.
5. Корецький В.Д., Кононенко І.С. Вивчення технологічних аспектів вирощування раків *Procambarus clarkii* у розрізі забезпечення їх благополуччя. Тваринництво та технології харчових продуктів. Т. 15, №3, 2024. С. 45-57. <https://doi.org/10.31548/animal.3.2024.45>
6. Тищенко В. І., Божко Н. В., Коверга В. В. Перспективи розведення широкопалого річкового рака. Вісник СНАУ. 2011. № 7 (18). С. 42–44.
7. Aguas, M., Banha, F., Marques, M., & Anastacio, P.M. (2014). Can recently-hatched crayfish cling to moving ducks and be transported during flight? *Limnologic*, 48, 65–70.
8. Amine, T.M., Aiad, A.S., & Abu El-Nile, M.O. Evaluation of chemical quality and nutrition value of fresh water cray fish (*Procambarus clarkii*). In *Proceedings 2nd International conference high institute of public health "AlexHealth 2008"*. Alexandria: High Institute of Public Health. 2008. pp. 1–13. doi: 10.21608/jhiph.2008.22496.

9. Alltech Coppens Корми для креветки. URL:
https://stemar.com.ua/alltech-coppens/filter/parent=1108/?srsltid=AfmBOorC9gAiIV1tLDs_Mo341Yh4MIVxYqNYa_1Nz3J0k2HdV3OTW8k2

10. Angeler, D.G., Sanchez-Carrillo, S., Garcia, G., & Alvarez-Cobelas, M. (2001) The influence of *Procambarus clarkia* (Cambaridae, Decapoda) on water quality and sediment characteristics in a Spanish floodplain wetland. *Hydrobiologia*, 464, 89–98.

11. Banha, F., & Anastacio, P.M. (2014). Desiccation survival capacities of two invasive crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 413.

12. CABI—Invasive Species Compendium, 2021. *Procambarus clarkii* (red swamp crayfish).
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.67878>

13. Chucholl C. (2011). Disjunct distribution pattern of *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda, Astacida, Cambaridae) in an artificial lake system in Southwestern Germany. *Aquatic Invasions*. 6 (1), 109–113.

14. Cruz, M.J., Segurado, P., Sousa, M., & Rebelo, R. (2008). Collapse of the amphibian community of the Paul do Boquilobo Natural Reserve (central Portugal) after the arrival of the exotic American cray-fish *Procambarus clarkia*. *Herpetological Journal*, 18 (4), 197–204.

15. DAISIE. European Invasive Alien Species Gateway. One hundred of the worst. (2011). <https://www.gbif.org/dataset/39f36f10-559b-427f-8c86-2d28afff68ca>

16. Dorn N.J., & Wojdak J.M. (2004). The role of omnivorous crayfish in littoral communities. *Oecologia*, 140, 150–159.

17. FAO, 2007–2016. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Procambarus clarkii*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by McClain, W.R. Romaine R.P. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department Rome.

18. Gherardi, F. (2006). Crayfish invading Europe: The case study of *Procambarus clarkii* (Review). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39 (3), 175–191.
19. Gherardi, F., Coignet, A., Souty-Grosset, C., Spigoli, D., & Aquiloni, L. (2013). Climate warming and the agonistic behaviour of invasive crayfishes in Europe. *Freshwater Biology*, 58 (9), 1958–1967.
20. González A., Celada J.D., González R., García V., Carral J.M., Sáez-Royuela M.. *Artemia nauplii* and two commercial replacements as dietary supplement for juvenile signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Astacidae), from the onset of exogenous feeding under controlled conditions. *Aquaculture*. V. 281 (1–4). 2008, P. 83–86
21. Goulding-Wagner N. Effects of nutritional constraints on the innate immune system of the rusty crayfish, *Orconectes rusticus*. *Masters Abstract International*. V. 48, №2.
22. GUOLIAN becomes the world's first certified crayfish farm ASC. (n.d.). Retrieved from <https://bumtca.com.ua/guolian-staye-pershoyu-v-sviti-fermoyu-z-viroshhuvannya-rakiv-sertifikovanoyu-asc/>
23. Habsburgo-Lorena, A.S. (1978). Present situation of exotic species of crayfish introduced into Spanish continental waters. *Freshwater Crayfish*, 4, 1978, 175–184.
24. Kononenko, I.S., Kovalenko, B.Y. Efficiency of the use of vitamin-amino acid preparation ‘Chiktonik’ under optimal growing conditions. In *Collection of materials based on the results of the scientific and practical conference ‘Topical issues of the present and post-war restoration of agriculture and ecology: Expert and analytical components of the formation of the food strategy of Ukraine’ on the occasion of the 20th anniversary of the ULABP of the NULES of Ukraine*. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2023. pp. 79–80.
25. Kononenko, I.S., Pashkevych, O.O., Kononenko, R.V. Search for ways to improve the results of tilapia cultivation in artificial systems. In *Proceedings of the V International scientific and practical conference ‘Modern problems of rational use of*

water biological resources. Kyiv: Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. 2023.

26. Kovalenko, B., Kovalenko, V., Sharylo, D., Polishchuk, N., Korzh, O., & Kirakosian, A. Growth and survival of Clarias catfish (*Clarias gariepinus* B., 1822) at different stages of cultivation with the addition to the fodder of “Chiktonik”. *Animal Science and Food Technology*. 2021. 12(4), pp. 26–37.

27. Ngajilo D., F.Jeebhay M.. Occupational injuries and diseases in aquaculture – A review of literature. *Aquaculture*, 2019. V. 507, 30. P. 40–55

28. Peruzza, L., Piazza, F., Manfrin, C., Bonzi, L.C., Battistella, S., & Giulianini, P.G. (2015). Reproductive plasticity of a *Procambarus clarkii* population living 10°C below its thermal optimum. *Aquatic Invasions*, 10 (2), 199–208.

29. Regulation (EU) No. 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_032-14#Text

30. Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Marchini, A., Tricarico, E., Gherardi, F., Olenin, S., & Gollasch S. (2010). The top 27 alien animal species intentionally introduced by European aquaculture and related activities: stocking, sport fishery and ornamental purposes. *Journal of Applied Ichthyology*, 26 (s2), 1–7.

31. Sonsupharp S., Dahms H. Effect of Frozen Zooplankton Feed on Growth and Reproductive Performance of Crayfish (*Procambarus clarkii*). *Agricultural and Food Sciences*. 2017. V.13. 2317–2324.

32. Souty-Grosset, C., Manuel Anastacio, P., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, Ch., & Tricarico, E. (2016). The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica*, 58, 78–93.

33. Tian, J.; Xu, Q.Q.; Tian, L.; Hu, W.; Yang, C.G.; Gao, W.H. The muscle composition analysis and flesh quality of *Procambarus clarkii* in the Dongting Lake. *Acta Hydrobiol. Sin.* 2017, 41, 870–877.

34. Vitamin and amino acid complex 'Chiktonik' (n.d.). Retrieved from <https://svit-tvaryn.com.ua/chyktonik-1-l-invesa-livisto-ispaniya>
35. Xu W.N., Liu W.B., Shen M., Gui-Feng Li, Wang Y., Zhang W.W. Effect of different dietary protein and lipid levels on growth performance, body composition of juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). Aquaculture International. 2013. V. 21. P. 687–697.
36. Yu, X.J.; Hao, X.J.; Yang, L.K.; Dang, Z.Q.; Wang, X.G.; Zhang, Y.H.; Xi, Z. Report on the development of crayfish industry in China (2023). China Fish. 2023, 7, 26–31.