

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЖАРЧИНСЬКА ВАЛЕРІЯ СЕРГІЙВНА

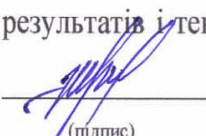
УДК 639.157.053:636.084.1/.087.7(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДРОЩЕННЯ ТА
РОЗРОБЛЕННЯ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ ДЛЯ ГОДІВЛІ МОЛОДІ
АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОКЛЕШНЕВОГО РАКА
CHERAX QUADRICARINATUS

204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва
20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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


_____ Валерія ЖАРЧИНСЬКА
(підпис)

Науковий керівник:

Наталія ГРИНЕВИЧ, доктор
ветеринарних наук, професор

АНОТАЦІЯ

Жарчинська В.С. Удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, Білоцерківський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Біла Церква, 2024.

Дисертаційне дослідження спрямоване на удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*.

Дисертаційна робота є частиною наукового напрямку роботи кафедри іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету за темами: “Вивчення продуктивності гідробіонтів шляхом удосконалення методів їх відтворення та вирощування в умовах аквакультури” – державний реєстраційний номер 0121U109194 та “Вивчення морфофункціональних особливостей водних живих організмів” – державний реєстраційний номер 0121U114336.

В області споживання продукції аквакультури відбувається розширення спектра делікатесних видів, в тому числі ракоподібних. Одним із нових, перспективних та мало вивчених об’єктів аквакультури ракоподібних є австралійський червоноклешневий рак.

Встановлено, що запропонована конструкція для укриття ракоподібних, шляхом використання двох пластин-сепараторів (або тримачів-сепараторів) та комплекту полімерних труб, які фіксуються за рахунок посадки з натягом, забезпечує запобігання канібалізму серед раків та мінімізацію стресу в умовах інтенсивної біотехнології відтворення та вирощування. Саме укриття з отворами різного діаметру сприяє уникненню травмування та прояву канібалізму. Необхідність укриття аргументується

забезпеченням особинам відсутності впливу стресових факторів та простору в якому вони перебувають до нормального відновлення організму.

На підставі аналітичного моделювання рецептурного складу кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака розроблено векторну схему технологічного процесу виробництва кормової добавки “Decapodafood”. Сконструйовано рецептурний склад та технологію приготування продукту з використання наявної кормової бази, яка має забезпечити організм раків поживними речовинами для швидкого росту.

Встановлено, що кормова добавка “Decapodafood” – білково-жировий кормовий продукт, оскільки в його складі переважає вміст білку та жиру, який в сумарному становить 60,5 %. Також у кормовій добавці міститься значний вміст клітковини, що є позитивним фактором, адже даний вид раків *Cherax quadricarinatus* потребує споживання важкоперетравного вуглеводу. Мінеральні речовини характеризуються високим вмістом Кальцію та Фосфору – 4,5 та 0,8 г, відповідно. Високий вміст є наслідком додавання шкаралупи курячого яйця. Калорійність 100 г кормової добавки становить приблизно 380 ккал, що вважається висококалорійним продуктом.

Досліджено, що кормова добавка містить важливі провітаміни і вітаміни, які наявні у рецептурному складі сировини. Зокрема, закономірний вміст бета-каротину – $3,4 \pm 0,3$ мг/%, оскільки він міститься в овочах (моркві, буряку та лляній олії). Визначено вміст вітаміну С у кількості $5,8 \pm 0,2$ мг/%, так як основним його джерелом вважається капуста білокачанна, столовий буряк, кропива. Кількість вітаміну D₃ становить 1570 ± 87 МО, токоферолу – $8,2 \pm 0,3$ мг/%, що вважається досить суттєвим, а їх джерелом в кормовій добавці є – лляна олія.

Встановлено, що наявність МАФАНМ у свіжовиготовленій кормовій добавці в середньому в 2,8 раза менше, порівнюючи з кількістю, яка нормується у кормі для продуктивних тварин. За обсіменіння БГКП кормова добавка характеризувалася високими показниками, так як титр був більше в 100 разів менший, що свідчить про значний запас мікробіологічної стійкості

даної кормової добавки до зберігання. Про безпечність для безхребетних тварин у кормовій добавці вказує відсутність патогенних мікроорганізмів (сальмонел і лістерій). Розроблена кормова добавка “Decapodafood” у свіжовиготовленому вигляді повністю відповідає мікробіологічним вимогам, які висувуються для корму призначеного для продуктивних тварин. Крім того, вона має значний запас стійкості до зберігання за дослідженими нами мікробіологічними нормативами.

Встановлено, що незважаючи на наявність у складі кормової добавки консерванту – сорбату калію, під час кімнатної температури, зберігання відбувається поступове збільшення кількості МАФАНМ. Це вказує на те, що сорбат калію гальмує розвиток мікрофлори кормової добавки, проте не зупиняє її ріст повністю. Зокрема через три доби зберігання кількість МАФАНМ збільшилася в 2,6 раза і становила $4,68 \times 10^5$ КУО/г, такий вміст мезофільної мікробіоти ще не перевищує допустимий мікробіологічний норматив (5×10^5 КУО/г) для кормів продуктивних тварин. Через шість діб зберігання корму в сприятливих для розвитку мікрофлори температур, кількість МАФАНМ збільшилася в 11,9 раза до $2,14 \times 10^6$ КУО/г, тобто корм з таким вмістом мікробного обсіменіння не придатний для згодовування ракам, оскільки в ньому проходять значні ферментативні процеси мікробіологічного походження. Впродовж наступних шість діб зберігання корму розвиток МАФАНМ посилювався, так як їх кількість зростала в 62,1 раза.

Виявлено, що кормову добавку “Decapodafood” можна зберігати в умовах побутового холодильника без зміни нормативів мікробіологічної якості впродовж 15 діб.

Виявлено, що мезофільна мікрофлора кормової добавки під час її зберігання в замороженому стані впродовж шести місячного періоду не збільшувалася, але навіть поступово відмирала через несприятливий температурний режим. Зокрема, впродовж шести місяців зберігання її вміст зменшився в 1 г кормової добавки “Decapodafood” в середньому в 1,5 раза.

За згодовування розробленої кормової добавки “Decapodafood” відмічаємо інтенсивніший ріст молоді австралійського червоноклешневого рака, порівнюючи із контрольною групою раків. Зокрема, впродовж першого місяця вирощування довжина раків збільшилася до $7,3 \pm 0,2$ см, а впродовж другого – до $8,5 \pm 0,2$ см. Відповідно приріст довжини становив $1,1 \pm 0,1$ см за період з 90 по 120 добу та $1,2 \pm 0,1$ см за другий період з 120 по 150 добу. За згодовування кормової добавки “Decapodafood” приріст довжини раків був у 1,8 раза ($p \leq 0,05$) більший впродовж першого місяця вирощування, ніж у раків, яких годували кормом “Ancistrus menu”. У період вирощування з 120 по 150 добу, приріст довжини раків у дослідній групі був у 2,0 раза ($p \leq 0,05$) більший, порівнюючи з раками у контрольній групі за аналогічний період.

Згодовування кормової добавки “Decapodafood”, яка у своєму складі містить в 1,8 раза більше білкових речовин та в 4,6 раза більше жиру, сприяє інтенсивнішому збільшені величини раків. Встановлено, що за згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” інтенсивність нарощування маси тіла була, в середньому в 1,4 раза ($p \leq 0,05$) сильніша, порівнюючи із раками контрольної групи. На 150 добу вирощування у даній дослідній групі раків маса становила $8,1 \pm 0,2$ г, що на $0,8 \pm 0,1$ г більше, ніж у контрольній групі раків.

Згодовування молоді рака *Cherax quadricarinatus* кормової добавки “Decapodafood”, зумовлює швидший метаболізм, оскільки інтенсивність збільшення маси вища, ніж за згодовування акваріумного корму “Ancistrus menu”. Це дає підставу вважати, що забезпечення молоді раків білковим та поживним на біологічні речовини кормом значно інтенсифікує ріст і розвиток австралійського червоноклешневого рака в умовах аквакультури.

Встановлено, що виживаність за згодовування кормової добавки “Decapodafood” становила 74 %, що на 20 % більша кількість живих екземплярів, порівнюючи з контрольною групою раків та на 8 %, ніж у дослідній групі, які живилися змішаним кормом. Найбільшу виживаність серед раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, можна

пояснити наявність у його складі значної кількості легкозасвоюваних протеїнів (37 %) та мінеральних речовин, зокрема органічного походження – солей кальцію і фосфору (5 %). Очевидно, завдяки цьому відбувається зменшення прояву канібалізму серед молоді раків.

Згодовування кормової добавки “Decapodafood” сприяє насиченому зеленому забарвленню. За розробленою нами бальною шкалою відповідає балу – 5, диференціації – В.

Встановлено, більший кількісний вміст усіх амінокислот у складі м'яса раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з м'ясом раків контрольної групи. Зокрема, серед ідентифікованих нами вісім незамінних амінокислот кількість Треоніну і Валіну у м'ясі раків дослідної групи, яким згодовували “Decapodafood” становила $6,7 \pm 0,3$ мг/г – $6,4 \pm 0,3$ мг/г, що в 1,5 та 1,4 раза відповідно ($p < 0,05$) більше, ніж у м'ясі контрольної групи раків. Вірогідне збільшення вмісту було і таких незамінних амінокислот, як Метіоніну і Лізину, кількість яких була в 1,3 раза ($p < 0,05$) більша у м'ясі раків за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood”, ніж у м'ясі за використання акваріумного корму “Ancistrus menu”.

Під час оцінки вмісту частково і повністю замінних амінокислот виявлено аналогічну закономірність, як із незамінними, зокрема наявна більша кількість амінокислот у м'ясі раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, ніж за годівлі іншими раціонами.

Аналізуючи отримані результати щодо співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами у м'ясі раків *Cherax quadricarinatus* за годівлі різними кормами, відмічаємо високу його біологічну цінність, оскільки сума Σ НАК/ Σ ЗАК у всіх пробах становила більше 80 %, що в середньому на 20 % більше, ніж стандартний показник рекомендований FAO/WHO. Співвідношення між незамінними і загальною кількістю амінокислот у м'ясі раків всіх проб суттєво не відрізнялося між собою і становило на рівні 40–41 %, що відповідало показнику добре засвоюваного білка.

Відмічено тенденцію залежності жирнокислотного складу м'яса від виду спожитого корму раками. Зокрема, у м'ясі за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відмічається зменшення вмісту насичених жирних кислот, порівнюючи з м'ясом контрольної групи. Так, виявлено в 1,9 раза ($p < 0,05$) менший вміст лауринової кислоти та в 1,5 раза ($p < 0,05$) маргаринової кислоти у м'ясі, ракам яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з раками, яких годували акваріумним кормом “Ancistrus menu”. Кількість таких насичених жирних кислот, як міристинової й пентадеканової був в середньому в 1,3 раза ($p < 0,05$) менший, вміст інших насичених жирних кислот хоч і був менший, проте статистично не вірогідний. За годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відбувається збільшення у складі жиру ненасичених жирних кислот, особливо таких цінних і незамінних для споживачів, як лінолева, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова.

За результатами дослідів із згодовування корму “Ancistrus menu” та кормової добавки “Decapodafood” у співвідношенні 50:50 ми встановили, що всі показники мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* залишаються високими.

Варто відмітити, що вміст Кальцію був понад 10 мг/100 г, а це нижче від результатів за згодовування кормової добавки “Decapodafood” лише на 4,50 мг/100 г. аналогічно, зазначаємо зниження на 4 одиниці і за вмістом Феруму, Натрію. Порівнюючи згодовування для *Cherax quadricarinatus* лише “Ancistrus menu” та корм доповнений кормовою добавкою “Decapodafood” зауважуємо суттєву різницю у мінеральному складі: Ферум 6,66 мг/100 г та 9,02 мг/100 г; Натрій 7,00 мг/100 г та 11,00 мг/100 г відповідно. Що стосується мінералів Магній, Фосфор і Цинк різниця у результатах після згодовування “Ancistrus menu” і “Ancistrus menu” + “Decapodafood” (50:50) була у межах 0,3–0,6 мг/100 г.

Порівнюючи показники, щодо мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood” із

показниками за згодовуванні корму “Ancistrus menu” відмічали суттєві зміни за кількісним вмістом. Встановлено, що вміст таких елементів, як Кальцій, Ферум, Натрій, Калій і Фосфор збільшився у понад два рази, що підтверджує високомінеральний склад кормової добавки “Decapodafood” у порівнянні з кормом “Ancistrus menu”. Особливої уваги заслуговує позитивна зміна у сторону збільшення щодо вмісту Магнію та Цинку: за згодовування кормової добавки “Decapodafood” становив – 2,49 мг/100 г. Вміст Цинку у мінеральному складі м’яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood” складав 1,65 мг/100 г.

Одержані наукові дані можуть бути використані аквакультурними господарствами для удосконалення технології вирощування австралійського червоноклешневого раку, підвищення рентабельності виробництва.

Ключові слова: *Cherax quadricarinatus*, біологічні показники, укриття для ракоподібних, підрощення, кормова добавка, рецептурний склад, приріст, енергетична цінність, біологічна цінність, шкала оцінювання забарвлення, мікробіологічна характеристика кормової добавки, мінеральний склад м’яса.

ANNOTATION

Zharchynska V. Improvement of rearing technology and development of feed additive for feeding young Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 204 – Technology of production and processing of livestock products, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2024.

The dissertation research is aimed at improving the technology of rearing and developing a feed additive for feeding juvenile Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus*.

The dissertation is part of the scientific direction of the Department of Ichthyology and Zoology of Bila Tserkva National Agrarian University on the following topics: “Studying the productivity of aquatic organisms by improving

the methods of their reproduction and cultivation in aquaculture” – state registration number 0121U109194 and “Studying the morphological and functional characteristics of aquatic organisms”, state registration number 0121U114336.

The range of delicacy species, including crustaceans, is expanding in the area of aquaculture consumption. One of the new, promising and poorly understood objects of crustacean aquaculture is the Australian red-claw crayfish.

It has been established that the proposed design for sheltering crustaceans, through the use of two separator plates (or separator holders) and a set of polymer pipes, which are fixed by tension fit, prevents cannibalism among crayfish and minimizes stress in the conditions of intensive biotechnology of reproduction and cultivation. It is the shelter with holes of different diameters that helps to avoid injury and cannibalism. The need for a shelter is justified by ensuring that the animals are not exposed to stressful factors and have enough space to recover from the stress until their body recovers.

Based on the analytical modelling of the formulation composition of the feed additive for feeding juvenile Australian red-claw crayfish, a vector diagram of the technological process of production of the feed additive “Decapodafood” has been developed. The formulation composition and technology for the preparation of the product using the available feed base, which should provide the crayfish organism with nutrients for rapid growth, have been designed.

It has been established that the feed additive “Decapodafood” is a protein fat feed product, since its composition is dominated by protein and fat, which in total is 60.5 %. The feed additive also contains a significant fiber content, which is a positive factor, as this species of crayfish, *Cherax quadricarinatus*, requires the consumption of hard-to-digest carbohydrates. Minerals are characterized by a high content of Calcium and Phosphorus – 4.5 and 0.8 g, respectively. The high content is due to the addition of chicken eggshells. The calorific value of 100 g of the feed additive is approximately 380 kcal, which is considered a high-calorie product.

It has been shown that the feed additive contains important provitamins and vitamins that are present in the formulation of the raw materials. In particular, the

natural content of beta-carotene is 3.4 ± 0.3 mg/%, as it is found in vegetables (carrots, beetroot and linseed oil). The content of vitamin C was determined to be 5.8 ± 0.2 mg/%, as its main source is white cabbage, beetroot, and nettle. The amount of vitamin D₃ is 1570 ± 87 IU, tocopherol – 8.2 ± 0.3 mg/%, which is considered to be quite significant, and their source in the feed additive is linseed oil.

It was found that the presence of MAFanM in the freshly prepared feed additive was on average 2.8 times less than the amount that is standardized in feed for productive animals. When contaminated with bacteria of the *E. coli* group, the feed additive was characterized by high performance, as the titer was more than 100 times lower, indicating a significant margin of microbiological stability of this feed additive for storage. The absence of pathogenic microorganisms (salmonella and listeria) in the feed additive indicates that it is safe for invertebrates. The developed feed additive “Decapodafood” in its freshly prepared form fully meets the microbiological requirements for feed intended for productive animals. In addition, it has a significant margin of shelf life according to the microbiological standards we have studied.

It was found that, despite the presence of a preservative, potassium sorbate, in the feed additive, a gradual increase in the amount of MAFAnM occurs at room temperature during storage. This indicates that potassium sorbate inhibits the development of the microflora of the feed additive, but does not completely stop its growth. In particular, after three days of storage, the amount of MAFAnM increased by 2.6 times and amounted to 4.68×10^5 CFU/g, which does not yet exceed the permissible microbiological standard (5×10^5 CFU/g) for feed for productive animals. After six days of feed storage at temperatures favorable for the development of microflora, the amount of MAFAnM increased 11.9 times to 2.14×10^6 CFU/g, i.e. feed with such a microbial contamination content is not suitable for feeding to crayfish, as it undergoes significant enzymatic processes of microbiological origin. Over the next six days of feed storage, the development of MAFAnM intensified, as their number increased by 62.1 times.

It was found that the feed additive “Decapodafood” can be stored in a household refrigerator without changing the microbiological quality standards for 15 days.

It was found that the mesophilic microflora of the feed additive did not increase during its storage in a frozen state for a six-month period, but even gradually died off due to unfavorable temperature conditions. In particular, during the six months of storage, its content decreased by an average of 1.5 times in 1 g of the feed additive “Decapodafood”.

When feeding the developed feed additive “Decapodafood”, we noted more intensive growth of juvenile Australian red-claw crayfish compared to the control group of crayfish. In particular, during the first month of rearing, the length of the crayfish increased to 7.3 ± 0.2 cm, and during the second month – to 8.5 ± 0.2 cm. Accordingly, the increase in length was 1.1 ± 0.1 cm for the period from 90 to 120 days and 1.2 ± 0.1 cm for the second period from 120 to 150 days. When feeding the feed additive “Decapodafood”, the increase in length of crayfish was 1.8 times ($p \leq 0.05$) higher during the first month of rearing than in crayfish fed with “Ancistrus menu”. During the period of rearing from 120 to 150 days, the increase in length of crayfish in the experimental group was 2.0 times ($p \leq 0.05$) higher compared to crayfish in the control group for the same period.

Feeding the feed additive “Decapodafood”, which contains 1.8 times more protein and 4.6 times more fat, contributes to a more intensive increase in the size of crayfish. It was found that the intensity of body weight gain was on average 1.4 times ($p \leq 0.05$) higher when feeding the crayfish with the feed additive “Decapodafood” compared to the control group. On the 150th day of rearing, the weight of this experimental group of crayfish was 8.1 ± 0.2 g, which is 0.8 ± 0.1 g more than in the control group.

Feeding the juvenile crayfish *Cherax quadricarinatus* with the feed additive “Decapodafood” leads to a faster metabolism, as the intensity of weight gain is higher than when feeding the aquarium food “Ancistrus menu”. This suggests that providing juvenile crayfish with protein and nutrient-rich food significantly

intensifies the growth and development of Australian red-claw crayfish in aquaculture.

It was found that the survival rate of the “Decapodafood” feed additive was 74 %, which is 20 % more live specimens than in the control group of crayfish and 8 % more than in the experimental group fed with mixed feed. The highest survival rate among crayfish fed the “Decapodafood” feed additive can be explained by the presence of a significant amount of easily digestible proteins (37 %) and minerals, including Calcium and Phosphorus salts (5 %), in its composition. Obviously, this helps to reduce cannibalism among young crayfish.

Feeding the feed additive “Decapodafood” promotes a rich green colour. According to the scoring scale developed by us, this corresponds to a score of 5, differentiation – B.

It was found that the quantitative content of all amino acids in the meat of crayfish fed with the feed additive “Decapodafood” was higher than in the meat of crayfish of the control group. In particular, among the eight essential amino acids identified by us, the amount of Threonine and Valine in the meat of crayfish of the experimental group fed with “Decapodafood” was 6.7 ± 0.3 mg/g – 6.4 ± 0.3 mg/g, which is 1.5 and 1.4 times ($p < 0.05$) higher than in the meat of the control group of crayfish. There was a significant increase in the content of such essential amino acids as Methionine and Lysine, the amount of which was 1.3 times ($p < 0.05$) higher in crayfish meat fed with the feed additive “Decapodafood” than in meat fed with the aquarium food “Ancistrus menu”.

When assessing the content of partially and fully substitutable amino acids, a similar pattern was found as with essential amino acids, in particular, a greater amount of amino acids was present in the meat of crayfish fed with the feed additive “Decapodafood” than with other diets.

Analysing the results obtained on the ratio between essential and nonessential amino acids in the meat of crayfish *Cherax quadricarinatus* when fed with different feeds, we note its high biological value, since the sum of $\Sigma\text{NEAA}/\Sigma\text{EAA}$ in all samples was more than 80 %, which is on average 20 %

higher than the standard value recommended by FAO/WHO. The ratio between essential and total amino acids in crayfish meat of all samples did not differ significantly and was at the level of 40–41 %, which corresponded to the indicator of a well-digestible protein.

There was a tendency for the fatty acid composition of meat to depend on the type of feed consumed by crayfish. In particular, in meat fed with the feed additive “Decapodafood”, a decrease in the content of saturated fatty acids was observed compared to the meat of the control group. Thus, the content of lauric acid was found to be 1.9 times ($p < 0.05$) lower and that of margaric acid 1.5 times ($p < 0.05$) lower in meat fed with the “Decapodafood” feed additive compared to crayfish fed with the “Ancistrus menu” aquarium food. The amount of such saturated fatty acids as myristic and pentadecanoic was on average 1.3 times ($p < 0.05$) lower, while the content of other saturated fatty acids was lower but not statistically significant. Feeding crayfish with the feed additive “Decapodafood” increased the content of unsaturated fatty acids in the fat, especially such valuable and indispensable for consumers as linoleic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic.

According to the results of the experiment on feeding “Ancistrus menu” and “Decapodafood” in a ratio of 50:50, we found that all indicators of the mineral composition of *Cherax quadricarinatus* meat remained high.

It is worth noting that the Calcium content was more than 10 mg/100 g, which is lower than the results of feeding the feed additive “Decapodafood” by only 4.50 mg/100 g. Similarly, we note a decrease of 4 units in the content of Ferrous and Sodium. Comparing the feeding of *Cherax quadricarinatus* with “Ancistrus menu” alone and the feed supplemented with “Decapodafood”, we note a significant difference in the mineral composition: Ferrous 6.66 mg/100 g and 9.02 mg/100 g; Sodium 7.00 mg/100 g and 11.00 mg/100 g, respectively. As for the minerals Magnesium, Phosphorus and Zinc, the difference in results after feeding “Ancistrus menu” and “Ancistrus menu” + “Decapodafood” (50:50) was in the range of 0.3–0.6 mg/100 g.

When comparing the mineral composition of *Cherax quadricarinatus* meat with the feed additive “Decapodafood” with the feed “Ancistrus menu”, significant changes in the quantitative content were noted. It was found that the content of such elements as Calcium, Ferrous, Sodium, Potassium and Phosphorus increased more than twice, which confirms the high mineral composition of the feed additive “Decapodafood” compared to the feed “Ancistrus menu”. Particularly noteworthy is the positive upward change in the content of Magnesium and Zinc: when feeding the feed additive “Decapodafood”, it was 2.49 mg/100 g. The content of Zinc in the mineral composition of *Cherax quadricarinatus* meat when fed with the feed additive “Decapodafood” was 1.65 mg/100 g.

The obtained scientific data can be used by aquaculture farms to improve the technology of growing Australian red-claw crayfish and increase the profitability of production.

Key words: *Cherax quadricarinatus*, biological parameters, crustacean shelter, rearing, feed additive, formulation composition, weight gain, energy value, biological value, colour rating scale, microbiological characteristics of feed additive, mineral composition of meat.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2022). Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 24 (96), 16–23. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9603> (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %).
2. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.,** Світельський М.М., Хом’як О.А., Слюсаренко А.О. (2022). Перспективний об’єкт аквакультури ракоподібних *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): біологія, технологія (огляд). Водні біоресурси та аквакультура, 1, 47–62.

<https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4> (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 20 %).

3. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Оцінювання енергетичної та біологічної цінності м'яса *Cherax quadricarinatus* за годівлі раків різними видами кормів. Збірник наукових праць “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”, 2, 12–21. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-182-2-12-21> (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %).

4. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Характеристика показників мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 133, 339–345. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.45> (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %).

5. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2024). Мікробіологічна оцінка корму “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 135 (1), 226–232. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.30> (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %).

Статті в наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science Core Collection:

6. **Zharchynska V.,** Hrynevych N. (2023). Aquaculture indicators of young Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* when fed with different feeds. Scientific Horizon. 26 (9), 61–69. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.61> (дисертанткою проведені дослідження, зроблено аналіз отриманих даних, оформлені результати та підготовлений матеріал до друку, частка участі – 50 %).

Патенти на корисну модель:

7. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є., Слюсаренко А.О., Хом'як О.А., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2023). Пат. № 154505, Україна МПК А01К 61/59 (2017.01). *Конструкція для укриття ракоподібних.* № 2022 01416; заявл. 03.05.2022; опубл. 22.11.2023, Бюл. № 47 (*ідея конструкції, аналіз одержаних даних, оформлення заявки на корисну модель, частка участі – 25 %*).

8. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2024). Заявка на патент *Спосіб оцінювання забарвлення Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № 2024 01458 (19.03.2024) (*ідея способу, проведення досліджень, аналіз одержаних даних, оформлення заявки на корисну модель, частка участі – 50 %*).

9. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2024). Заявка на патент *Спосіб підвищення темпу росту Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № 2024 01459 (19.03.2024) (*ідея способу, проведення досліджень, аналіз одержаних даних, оформлення заявки на корисну модель, частка участі – 50 %*).

Розділ у колективній монографії:

10. Hrynevych N.Ye., **Zharchynska V.S.** Innovative directions of the biotechnology of growing *Cherax quadricarinatus* the aquaculture of Ukraine. P. 221–235. Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine : Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. 476 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-11> (*дисертанткою проведені дослідження, зроблено аналіз отриманих даних, оформлені результати та підготовлений матеріал до друку, частка участі – 50 %*).

Методичні рекомендації:

11. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. Методичні рекомендації щодо технології вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax*

quadricarinatus в умовах аквакультури. Біла Церква, 2024. – 35 с. (оформлення та підготовка методичних рекомендацій до друку, частка участі – 50 %).

12. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2024). Методичні рекомендації щодо використання укриття за вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури. Біла Церква, 2024. – 16 с. (оформлення та підготовка методичних рекомендацій до друку, частка участі – 50 %).

Технічні умови:

13. Гриневич Н.Є., Димань Т.М., **Жарчинська В.С.** (2024). Технічні умови України 10.9-00493712-001:2024. Затверджені ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок від 12.04.2024 (дисертанткою зроблено аналіз та узагальнення отриманих даних, частка участі – 33 %).

Матеріали науково-практичних конференцій:

14. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2021). Мікози представників родини *Astacidae*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво. (21 жовтня, м. Біла Церква). С. 28–30 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

15. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2022). Особливості зовнішньої будови *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). XX *International scientific and practical conference “Problems of science and practice, tasks and ways to solve them”*. (Warsaw, Poland, May 24–27). Р. 44–46 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

16. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2022). Значення органолептичних показників води у технології утримання та вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von

Martens, 1868). *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво.* (20 жовтня, м. Біла Церква). С. 17–18 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

17. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2022). Вимоги до кормів та годівлі австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених “Наукові пошуки молоді у XXI столітті”* (17 листопада, м. Біла Церква). С. 6–7 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

18. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.,** Осадча Ю.В. (2022). Теоретичні та практичні основи анестезії гідробіонтів. *Матеріали IX щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції “Наукові читання 2022. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини”.* (17 листопада, м. Житомир). С. 59–63 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

19. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Гідрохімічні показники води басейнового комплексу Білоцерківського НАУ за вирощування австралійського червоноклешневого раку *Cherax quadricarinatus*. *Матеріали II міжнародної науково-технічної конференції “Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти”* (24–25 травня, м. Тернопіль). С. 92–93 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

20. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2023). Екдизис як необхідна складова біотехнології *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). “Modern research in world science”. Proceedings of XI International Scientific and

Practical Conference (29–31 January, Lviv). С. 36–40 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

21. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). *Daphnia magna* як кормовий об'єкт для підрощення *Cherax quadricarinatus*. International scientific-practical conference “Science, education and society in the 21st century: scientific ideas and implementation mechanisms”: conference proceedings (Košice, Slovakia, 4 August). С. 41–43 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

22. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Інтенсивність набору маси *Cherax quadricarinatus* за згодовування високобілкових кормів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво (26 жовтня, м. Біла Церква). С. 18–19 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

23. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Інкубатор-укриття для самок австралійського раку *Cherax quadricarinatus* Von Martens, 1868 в умовах аквакультури. V Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів” (8–9 листопада, м. Київ). С. 127–129 (дисертантка узагальнила матеріали та брала участь у написанні тез, частка участі – 50 %).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І СКОРОЧЕНЬ	22
ВСТУП	23
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	29
1.1. Сучасний стан та тенденції розвитку аквакультури ракоподібних	29
1.2. Біологічна характеристика, технологія вирощування <i>Cherax quadricarinatus</i> в Україні та світі	31
1.3. Аналіз кормів та особливості живлення <i>Cherax quadricarinatus</i>	36
1.4. Екдизис як необхідна складова технології вирощування <i>Cherax quadricarinatus</i>	40
1.5. Укриття для вирощування ракоподібних в індустріальних умовах	43
Висновки до розділу 1	45
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	46
2.1. Матеріали досліджень	46
2.2. Етапи проведення досліджень	46
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
3.1. Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі австралійського червоноклешневого рака <i>Cherax quadricarinatus</i>	52
3.2. Обґрунтування рецептурного складу та технології виробництва кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака <i>Cherax quadricarinatus</i>	59
3.2.1. Фізико-хімічна оцінка кормової добавки “Decapodafood” для годовлі молоді австралійського червоноклешневого рака <i>Cherax quadricarinatus</i>	66
3.2.2. Мікробіологічна оцінка кормової добавки “Decapodafood” для годовлі молоді австралійського червоноклешневого рака <i>Cherax quadricarinatus</i>	69
3.3. Біологічні показники молоді австралійського червоноклешневого рака <i>Cherax quadricarinatus</i> за згодовування різних кормів	74

3.4. Оцінювання енергетичної та біологічної цінності м'яса <i>Cherax quadricarinatus</i> за годівлі різним видом корму	82
3.5. Характеристика показників мінерального складу м'яса <i>Cherax quadricarinatus</i> за згодовування різних видів кормів	89
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ ДОБАВКИ “DECAPODAFOOD”	94
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	97
ВИСНОВКИ	107
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	110
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111
ДОДАТКИ	132

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І СКОРОЧЕНЬ

БГКП	– Бактерії групи кишкових паличок
ВООЗ	– Всесвітня організація охорони здоров'я
г	– грам
ДСТУ	– Державний стандарт України
КСБ	– Концентрат сироваткових білків
КУО	– Колонієутворювальні одиниці
ккал	– кілокалорія
МАФАнМ	– Мезофільні анаеробні факультативно анаеробні мікроорганізми
МНЖК	– Мононенасичені жирні кислоти
МО	– Міжнародна одиниця
мл	– мілілітр
мг	– міліграм
ПНЖК	– Поліненасичені жирні кислоти
ТУ	– Технічні умови
FAO	– Food and Agriculture Organization

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Аквакультура ракоподібних в Україні є одним із джерел цінного харчового протеїну. Вітчизняні фермерські аквакультурні господарства за останні роки виявили зацікавленість до нових та удосконалених методів культивування і переробки раків. Водночас у більшості європейських країн цей аквакультурний бізнес є прибутковим і перспективним видом діяльності [73].

Слід зазначити, що вирощування ракоподібних в умовах індустриальної аквакультури не завдає шкоди довкіллю і має всі підстави здійснюватися у сфері органічного виробництва. М'ясо ракоподібних є джерелом повноцінного білку, жиру, а також цілого ряду необхідних організму людини мікроелементів і вітамінів [142].

Проте для ефективного використання властивостей раків *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури необхідно забезпечити їх збалансованим живленням, що забезпечить інтенсивність росту, яка необхідна для швидкої рентабельності виробництва.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було удосконалити технологію підрощення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* та розробити схему виробництва кормової добавки “Decapodafood” та її рецептурний склад. Визначити вплив згодовування кормової добавки на енергетичну й біологічну цінність м'яса раків, що вирощуються в умовах аквакультури.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати наступні **завдання:**

- удосконалити технологію підрощення ракоподібних на прикладі австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*;
- розробити рецептурний склад та технологію виробництва кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*;

- визначити біологічні показники молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних кормів;
- розробити шкалу оцінювання та оцінити забарвлення раків *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних типів кормів;
- визначити енергетичну та біологічну цінність м'яса *Cherax quadricarinatus* за годівлі ракам кормової добавки “Decapodafood”;
- провести порівняльний аналіз жирнокислотного та амінокислотного складу м'яса раків за згодовування різних типів кормів;
- визначити мінеральний склад м'яса раків за згодовування різних типів кормів;
- розрахувати економічну ефективність виробництва кормової добавки “Decapodafood”.

Об'єкт дослідження – австралійський червоноклешневий рак *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868), технологія вирощування ракоподібних, розробка кормової добавки “Decapodafood”, біологічні показники раків, поживна й біологічна цінність раків, акваріально-басейновий комплекс Білоцерківського НАУ.

Предмет дослідження – виживаність австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* під час вирощування за удосконаленої технології, технологія вирощування, фізико-хімічні й мікробіологічні показники кормової добавки “Decapodafood”, зміна харчової, енергетичної й біологічної цінності м'яса раків за згодовування кормової добавки “Decapodafood”.

Методи досліджень – рибоводно-біологічні, морфометричний та ваговий аналіз, гідрохімічні, біохімічні, хімічні, органолептичні, мікробіологічні, статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше в Україні удосконалено технологію підрощення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* шляхом запровадження розробленої конструкції

– укриття із полімерних труб для захисту від канібалізму та мінімізації стресу в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування. За використання розробленої конструкції для укриття ракоподібних виживаність раків становила, в середньому 75 %.

Вперше науково обґрунтовано та розроблено нову кормову добавку “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* шляхом додавання у рецептурний склад концентрату сироваткових білків (сухий КСБ-70), лляну олію, вершки, моркву, столовий буряк, капусту білокачанну, кропиву, кору дуба, шкаралупу курячих яєць, емульгатор та консервант.

Встановлено, що за згодовування для молоді австралійського червоноклешневого рака кормової добавки “Decapodafood” збільшується приріст довжини тіла у 2,0 раза, маси в 1,4 раза, порівнюючи з раками у контрольній групі за аналогічний період. До того ж згодовування кормової добавки сприяє збільшенню харчової й енергетичної цінності м’яса раків та покращує його біологічні властивості, зокрема збільшення вмісту незамінних амінокислот та поліненасичених жирних кислот групи омега-3, мікроелементів, що робить м’ясо раків високоцінним та делікатесним.

Наукова новизна розробки підтверджена одним деклараційним патентом на корисну модель: № 154505, Україна МПК А01К 61/59 (2017.01). Конструкція для укриття ракоподібних. № у 2022 01416; заявл. 03.05.2022; опубл. 22.11.2023, Бюл. № 47 (див. додаток А); та 2-ма заявками на патент – Спосіб оцінювання забарвлення *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № у 2024 01458 (19.03.2024); заявка на патент Спосіб підвищення темпу росту *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № у 2024 01459 (19.03.2024) (див. додаток Б).

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку роботи кафедри іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету за темами: “Вивчення продуктивності гідробіонтів шляхом удосконалення

методів їх відтворення та вирощування в умовах аквакультури” – державний реєстраційний номер 0121U109194 та “Вивчення морфофункціональних особливостей водних живих організмів” – державний реєстраційний номер 0121U114336.

Практичне значення отриманих результатів. Результати проведених наукових досліджень доповнюють і розширюють практичні знання щодо вирощування ракоподібних в умовах аквакультури. Зокрема, отримані наукові дані щодо параметрів конструкції для укриття австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*, дозволяють її використовувати у виробничих умовах для збільшення виживаності раків. На основі проведених досліджень розроблено методичні рекомендації щодо технології вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури та методичні рекомендації щодо використання укриття за вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури.

Методичні рекомендації розглянуті та затверджені Вченою радою екологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету (протокол № 6 від 07.03.2024 р.) (див. додаток В).

На основі проведених досліджень щодо обґрунтування рецептурного складу інгредієнтів та технології виробництва кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака, зтверджено технічні умови України ТУ У 10.9-00493712-001:2024 (див. додаток Г).

У сукупності, отриманні наукові дані можуть бути використані господарствами для удосконалення технології вирощування австралійського червоноклешневого рака, підвищення рентабельності виробництва.

Матеріали наукових досліджень використовуються у навчальному процесі під час вивчення дисциплін: “Раківництво”, “Годівля риб”, “Аквакультура природних водойм” (див. додаток Д).

Особистий внесок здобувача полягає у огляді і аналізі літературних джерел, безпосередній організації і проведенні досліджень, опрацюванні і представленні результатів експериментальних досліджень, формуванні висновків та пропозицій виробництву. Спільно з науковим керівником розроблено схему досліджень, проаналізовано і теоретично інтерпретовано результати досліджень, сформульовано теоретичні положення та висновки дисертації.

У співавторстві з науковим керівником підготовлено до опублікування наукові праці, в яких викладено основний матеріал дисертації.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи систематично доповідалися на засіданнях кафедри іхтіології та зоології, Академічній раді біолого-технологічного факультету, Раді екологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету. Роботи були оприлюднені на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях: “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво” (м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 р.); XX International scientific and practical conference “Problems of science and practice, tasks and ways to solve them” (Warsaw, Poland 24-27 May 2022); “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво” (м. Біла Церква, 20 жовтня 2022 р.); “Наукові пошуки молоді у XXI столітті” (м. Біла Церква, 17 листопада 2022 р.); IX щорічна Всеукраїнська науково-практична конференція “Наукові читання 2022. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини”. (м. Житомир, 17 листопада 2022 р.); “Modern research in world science”. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference (Lviv, Ukraine 29–31. January 2023); II Міжнародна науково-технічна конференція “Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти” (м.

Тернопіль, 24–25 травня 2023 р.); International scientific-practical conference “Science, education and society in the 21st century: scientific ideas and implementation mechanisms”: conference proceedings (Košice, Slovakia, August 4, 2023); “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво” (м. Біла Церква, 26 жовтня 2023 р.); V Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів” (м. Київ, 8–9 листопада 2023 р.).

Публікація матеріалів дослідження. За темою дисертаційної роботи опубліковано 23 наукові праці, із них 5 статей у виданнях, що належать до переліку наукових фахових видань України, одна стаття у виданні включеному до міжнародної наукометричної бази Scopus, один розділ у колективній монографії, один деклараційний патент України на корисну модель, 2 заявки на корисну модель, 10 тез конференцій, 2 методичні рекомендації, одні технічні умови України.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 154 сторінках комп’ютерного набору тексту, яка складається із вступу, огляду літератури, матеріалів і методів дослідження, результатів власних досліджень, економічної ефективності виробництва кормової добавки “Decapodafood”, аналізу та узагальнення результатів власних досліджень, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Робота ілюстрована 17 таблицями та 24 рисунками. Список використаних джерел налічує 155 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасний стан та тенденції розвитку аквакультури ракоподібних

Аквакультура – одна з галузей агропромислового сектору, що має ключове значення для харчової промисловості і характеризується унікальним зростанням [10, 11, 22, 52, 57].

Риба та інші гідробіонти, в тому числі ракоподібні, забезпечують у середньому близько сорока калорій на день у раціоні людини. Так, порція 150 г риби забезпечує для дорослих близько 50–60 % щоденної потреби у білках [2, 12, 36, 139].

За даними FAO [73], у 2023 р. відбулося збільшення обсягів світового рибальства та аквакультури на 45 % порівняно з показниками 2000–2021 рр. Рекордне виробництво світового рибальства та аквакультури за даними [72] відмічено у 2021 р. – 182 млн. тонн (попередній рекорд становив 179 млн. тонн у 2018 р.).

Загальний обсяг виробництва рибальства та аквакультури (за винятком водоростей) значно підвищився (+2,7 %) порівняно з 2020 роком після двох років відносного спаду. Нині, аквакультура забезпечує 50 % світового обсягу водних живих ресурсів, проте, її частка в загальному виробництві значно варіюється на різних континентах. Варто відмітити і значне зростання аквакультури ракоподібних (+129 %) та діадромних риб (+109 %) [73].

Найбільше промислове значення з представників класу вищих раків мають десятиногі ракоподібні (*Decapoda*) чисельний ряд, що нараховує близько 15000 видів. Їх частка у загальному виробництві світової аквакультури становить близько 24 % [26]. Окремим об'єктом світового вилову та аквакультури є 45 видів ракоподібних: креветки (*Caridea*) – 26; краби (*Brachyura*) – 9; річкові раки (*Astacoidea*, *Parastacoidea*) – 7; лангусти

(*Achelata*) – 3. У загальному обсязі аквакультури ракоподібних річкові раки займають 10 %, краби – 15 %, креветки – 75 % [10].

Грунтуючись на комплексному використанні природно-ресурсного і соціального потенціалу нашої держави, Вдовенко Н.М. [2] зазначає, що аквакультурна діяльність направлена на вирішення важливих народногосподарських завдань: забезпечення населення харчовими продуктами тваринного походження; збільшення зайнятості населення, зниження імпортозалежності в поставках продовольства; збереження запасів водних живих ресурсів тощо.

Мельниченко С.Г. [33] вважає, що перспективи розвитку сучасного вітчизняного рибництва пов'язані з необхідністю надання пріоритету аквакультурі як одному із перспективних напрямів, що забезпечує значне нарощування виробництва продукції та є прибутковим видом економічної діяльності в агробізнесі.

Миськовець Н.П. [35] та Трофимчук А.М. [42] зазначають, що Україна більш ніж на 70% у частині споживання риби та рибної продукції є імпортозалежною державою та потребує нарощування власного виробництва рибної продукції з метою гарантування продовольчої безпеки держави.

Потреба населення України у білках тваринного походження обумовлена необхідністю максимального використання сировини з гідробіонтів для харчових цілей. Цінність раків як харчового продукту характеризується високим вмістом повноцінних білків, добре засвоюваних жирів, мінеральних речовин, ферментів, вуглеводів, вітамінів і води. Відносно постійний і високий вміст в м'ясі раків азотистих речовин, які в основному представлені протеїнами, дозволяє розглядати їх в першу чергу, як білковий продукт харчування. Енергетична цінність раків залежить не лише від хімічного складу, а й від співвідношення в тілі їстівних і неїстівних частин [25, 37].

Згідно з даними ВООЗ та ФАО [85], високоякісний білок повинен містити не тільки повний спектр незамінних амінокислот, а й мати

співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами понад 60 %, а співвідношення незамінних до загальної кількості амінокислот повинно бути більшим 40 % [75, 86, 114].

Дослідження Дюдяєвої О.А. та Беха В.В [21] присвячені харчовій безпеці вітчизняної продукції аквакультури як гарантованої передумови виходу на зовнішні ринки довели, що розширення внутрішнього ринку продукції аквакультури, в тому числі споживчого, експортне освоєння європейського ринку можливо за рахунок участі малого та середнього бізнесу, його зацікавленості у сучасних технологіях в аквакультурі, культивування нових об'єктів аквакультури.

1.2. Біологічна характеристика, технологія вирощування *Cherax quadricarinatus* в Україні та світі

Австралійський червоноклешневий рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868) – великий представник річкових раків австралійського континенту [10, 107]. Автори [84, 93, 111] нараховують понад 100 видів австралійських прісноводних раків, проте традиційними для аквакультури є *Cherax tenuimanus* (Smith, 1912); *Cherax destructor* (Clark, 1936) та *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868).

За біологією, вище описані види, мають спільні характеристики, проте їх специфічна аквакультура розвивається самостійно [10].

Біологічна класифікація червоноклешневого рака: тип – *Artropoda*; підтип – *Crustacea*; клас – *Malacostraca*; ряд – *Decapoda*; родина – *Parastacidae*; рід – *Cherax*; вид – *Cherax quadricarinatus*. Перший опис та наукову видову назву у 1868 році дав німецький зоолог Карл Едуард фон Мартенс [10, 60, 66, 154].

Природний ареал поширення охоплює північні території Австралії, північно-західний Квінсленд, південну частину Папуа-Нової Гвінеї, а також Нову Зеландію [10, 51, 53, 55].

Довжина тіла *Cherax quadricarinatus* сягає 20–25 см, маса самців 500 г, а самок – 400 г. У статевозрілих самців на зовнішній частині клешні добре помітний своєрідний яскраво-червоний плоский нарост, саме за цією ознакою вид отримав назву [10, 83]. Про австралійського червоноклешневого рака (австралійський прісноводний рак, червонопалий рак) *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), як об'єкта масового культивування представлені матеріали [28, 58, 59, 61, 62, 87, 88].

Статевої зрілості австралійський рак досягає у віці від 6 до 12 місяців. Для стимулювання одночасного отримання потомства самців і самок поміщають окремо на 7–10 діб із дотриманням температури – 17–18°C, освітленості 10 (день) / 14 (ніч). Потім поступово піднімають температуру на 1–2°C на день до оптимуму та освітленість 14 (день) / 10 (ніч). Статеве співвідношення – 2–3 самки на одного самця [10, 23, 67].

На ріст та розвиток австралійського червоноклешневого рака впливають фактори абіотичного (температура води, водневий показник, жорсткість, вміст розчиненого кисню, освітленість) та біотичного (щільність посадки, інтенсивність розмноження, індивідуальні особливості особин) середовища [76, 80, 121].

Температура водного середовища – невід'ємна складова фізіологічної здатності організму раків до споживання кормів, росту, розмноження та виживаності. Австралійський червоноклешневий рак може переносити широкий діапазон температур від 16°C до 32°C. [10, 38, 98, 100]. Швидкий ріст *Cherax quadricarinatus* спостерігається за температури від 20°C до 34°C. Оптимальною є температура – 27°C. [106, 108, 115]. Летальною для виду та лімітуючим фактором під час вирощування є температура нижче 10°C і вище 36°C [10, 116].

Вирощування *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури відбувається за значення водневого показника в межах 6,5–8,5 одиниць [123, 124]. Жорсткість води підтримують в діапазоні від 5 до 20 мг-екв./дм³ [10]. Із збільшенням жорсткості забарвлення раків стає більш насиченим та яскравим

[141, 144]. У м'якій воді колір хітинового покриву набуває світло-коричневого відтінку [146, 154, 155]. Вміст розчиненого кисню – 6–7 мг/дм³ [63, 64, 69, 84].

Згідно досліджень Федорович Є.І. та Слюсара М.В. [41, 43, 44, 45, 134] у австралійських червоноклешневих раків спостерігалось зменшення апетиту, зниження реакції на корм за температури 16,1°C–19,0°C. Коливання кислотності в межах 6–8 одиниць рН не впливало на розвиток раків. Було визначено, що при зниженні рівня розчиненого у воді O₂ до 5 мг/дм³ спостерігалось зменшення рухливості та пригнічення апетиту, а на кінець другої доби досліду це призвело до летальних наслідків.

Отже, підтримання оптимальних гідрохімічних показників є одним з основних елементів ведення аквакультури раків.

До переваг відтворення *Cherax quadricarinatus* науковці [3, 23, 24, 26, 68, 112, 127] відносять: розвиток без личинкової стадії, висока щільність посадки, поліфагія, толерантність до різних умов водного середовища, в тому числі гідрохімічного складу води, досягає комерційного розміру за 9 місяців вирощування.

Розмірний клас після шестимісячного періоду вирощування для ефективного ведення аквакультури *Cherax quadricarinatus* розроблено [119].

М'ясо австралійських червоноклешневих раків – делікатесний продукт із високими гастрономічними показниками та смаковими якостями, що складає близько 30 % від маси тіла та є вигідним для порівняння з іншими комерційно цінними ракоподібними [54, 56]. Фундаментальні знання хімічного складу та вмісту поживних речовин необхідні для полегшення та удосконалення переробки, маркетингу продуктів із доданою вартістю для споживання людиною [133].

Склад м'яса *Cherax quadricarinatus*: вода – 81,0 %, білки – 16,46 %, жири – 0,16 %, клітковина – 0,1 %, зола – 1,42 %, та ін. – 0,86 % [25].

Харчова цінність продукту досить висока [5, 12, 27]. Ракове м'ясо – цінний протеїн, що містить: Купрум (Cu), Фосфор (P), Селен (Se), Манган

(Mn), Йод (I), Сірку (S), Кобальт (Co), Кальцій (Ca), Хром (Cr), Фтор (F), Калій (K), Залізо (Fe), Магній (Mg), Натрій (Na), Цинк (Zn); каротиноїди; водорозчинні вітаміни (C, B₁, B₂, B₄, B₅, B₆, B₉, B₁₂, PP); жиророзчинні вітаміни (A, E, D, K); біологічно активні речовини (органічні кислоти, хітин), практично відсутній холестерин [25, 138, 154].

Thompson K.R. [144] на основі власних досліджень, пропонує вирощувати в ставах з метою реалізації самців австралійського червоноклешневого рака, оскільки вони мають значно більшу кінцеву індивідуальну масу порівняно з самками. Щодо самок раків, автор пропонує утримання окремо в інших резервуарах для проведення селекційної роботи. Наукові результати також вказують на відсутність суттєвих відмінностей у відсотковому вмісті вологи, протеїну, ліпідів, клітковини та золи в хвостовому м'язі самців та самок *Cherax quadricarinatus*.

Найбільш висока енергетична цінність раків спостерігається за відсутності екдизису. У цей період вміст білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин значно вищий ніж під час зміни хітинового покриву [50].

За даними [25, 88, 93] встановлено відмінності між самцями та самками *Cherax quadricarinatus* за морфологічними показниками і темпами росту. Самці ростуть швидше і досягають більших розмірів, ніж самки. Вихід м'яса *Cherax quadricarinatus* особин чоловічої статі близько 19,12 %, що значно вище, ніж у особин жіночої статі – 15,81 %.

Зазначені характеристики зумовлюють зростаючий інтерес до комерційного вирощування раків в умовах аквакультури [6, 52].

На сьогодні, найбільшим постачальником світового ринку (понад 70 %) продукцією *Cherax quadricarinatus* є Китай. Підґрунтям для цього став системний підхід, що охоплює проблеми наукового супроводу функціонування фермерських господарств та економічної реформи країни, що забезпечує розвиток аквакультури. У виробництві, пов'язаному з культивуванням австралійського червоноклешневого рака нині задіяно понад

тисяча малих фермерських господарств Китаю. Особливість вирощування цих членистоногих полягає в тому, що для їх вирощування активно використовують чекові поля. З кожної плантації заливного рисівництва, китайські фермери отримують два врожаї – рис та раків [71, 72, 73, 145].

Згідно досліджень [10, 98, 105, 147] *Cherax quadricarinatus*, інтродукований як вид для аквакультури в Південно-Східну Азію, Африку, США, Китай, Еквадор, Італію, Мексику, Аргентину, Коста-Ріку, Уругвай, Індонезію, Малайзію.

Зростання попиту на нішеву продукцію відкриває нові можливості для інноваційних брендів і розвитку аквакультурного бізнесу. Цей тренд свідчить про зміну у смаках й вподобаннях споживачів, які все більше цінують унікальність, якість та персоналізацію. Популярність нішевої продукції на ринку базується на її здатності задовольнити специфічні потреби та бажання навіть вимогливих груп споживачів [9, 28].

В Україні відтворення та вирощування австралійського червоноклешневого рака відбувається на рівні поодиноких фермерських господарств які є новаторами в аквакультурі ракоподібних або як декоративного виду для утримання в умовах акваріумів. Саме тому є підстави для збільшення надходження австралійського червоноклешневого рака на агропродовольчий ринок України [10]

В аквакультурі стрімкий розвиток інтенсивних технологій сприяє відповідному формуванню адаптаційно-компенсаторних регуляторних механізмів в організмі гідробіонтів при їх адаптації до певних умов відтворення та вирощування. Від організації нейрогуморальної регуляції в їх організмі залежить формування продуктивних властивостей, якість біологічної продукції, темп розвитку тощо [6].

Вміння реалізувати ці процеси ґрунтується на знаннях біологічної характеристики та впровадженні інтенсивних методів, прогресивних та сучасних технологій.

1.3. Аналіз кормів та особливості живлення *Cherax quadricarinatus*

Головним завданням штучного відтворення австралійського червоноклешневого рака є отримання фізіологічно повноцінної молоді із високим рівнем виживаності, а також отримання товарної продукції в плановому обсязі [130, 153]. Забезпечення кормами становить 70 % операційних витрат в аквакультурі [3, 120]. Економічна ефективність корму – критичний фактор для аквакультури у всьому світі [73, 110].

Вирощування раків ефективно в умовах індустріальної аквакультури за багаторазового використання води і розглядатися як важливий крок в контексті зміни клімату у зв'язку з низьким рівнем викидів порівняно з іншими видами сільськогосподарської діяльності (наприклад: випасання великої рогатої худоби) [54]. Привабливість даного напрямку також пов'язана з безвідходною технологією виробництва, яка обумовлена наявністю в карапаксах хітину, меланіну та хітозану, що знайшли своє широке застосування від медицини (радіопротектори), продуктів харчування (“ракові шийки”, соуси) до агропромислового комплексу (захисна обробка насіння рослин) [10].

Технологія вирощування раків тісно пов'язана з їх годівлею, метою якої є отримання максимальної кількості продукції високої якості в найкоротші терміни за мінімальних витрат кормів. При цьому домінуючого значення набуває комерційний аспект, де прибуток є вирішальним фактором. Тому у годівлі раків триває постійний пошук шляхів здешевлення кормів і підвищення їх продуктивності [128, 154].

Важливим компонентом комбікормів для гідробіонтів є кормові добавки. Без них, при промисловому виробництві, неможливо виготовити якісний та повноцінний корм. Кормові добавки зазвичай у чистому вигляді не використовуються як корми, а цілеспрямовано додаються з метою поліпшення характеристик кормів для задоволення поживних потреб гідробіонтів, підвищення продуктивності або благополуччя тварин шляхом впливу на їх шлункову та кишкову флору або засвоюваність корму [31].

У більшості випадків для виду *Cherax quadricarinatus* використовують корми, розроблені для інших гідробіонтів – риб, креветок [102]. Якість кормів залежить від сукупності різноманітних характеристик, що задовольняють потребу гідробіонтів у корисних речовинах, енергії та смакових властивостях. Від якості живлення гідробіонтів залежить їх продуктивність та рентабельність ведення аквакультури [9, 49].

Опубліковано значну кількість досліджень живлення червоноклешневого рака різних вікових груп [70]. Більшість досліджень харчових потреб *Cherax quadricarinatus* стосувалися дорослих особин [77, 78]. Автори [82, 91] працювали з особливостями живлення ранніх стадій розвитку раків. За даними [99] смертність молоді червоноклешневого рака коливається від 50 до 85 % причиною може бути незбалансований раціон, що чинить негативний вплив на виживаність [94, 95]. Молодь раків необхідно забезпечувати різноманітним раціоном. Загальноприйнята структура раціону раків складає 70 % кормів рослинного та 30 % кормів тваринного походження.

Stumpf L. et al. [135, 136] науковими експериментами визначили, що молоді особини *Cherax quadricarinatus* здатні витримувати тижневий період голодування. Це є важливою адаптацією до непередбачуваних ситуацій технологічного процесу вирощування.

З віком, потреба червоноклешневих раків у білках зменшується. Молодь потребує від 31 до 34 % білка, особини масою більше 50 г потребують 25,6 %. Ліпіди також є важливим компонентом раціону, який впливає на ріст, розвиток та здоров'я раків. На відміну від білка, потреба в ліпідах з віком не змінюється. Вуглеводи виконують енергетичну функцію, беруть участь в утворенні стероїдів і жирних кислот, а також сприяють накопиченню глікогену та синтезу хітину [131]

Згідно досліджень Campana-Torres A. [63] середня засвоюваність вуглеводів рослинних інгредієнтів і відповідних раціонів була кращою, ніж засвоюваність вуглеводів тваринних інгредієнтів.

Враховуючи всеїдність австралійського рака варто розглянути практики годівлі раків та склад основних раціонів.

За даними [Saez-Royuela et al.] використання овочів під час годівлі раків виду *Cherax quadricarinatus* практикується на ракових фермах Південно-Східної Азії та австралійського континенту. Овочеві раціони часто є незбалансованими і не відповідають харчовим потребам раків, що призводить до їх неоптимальних показників росту. Тому слід інтенсифікувати зусилля з розробки спеціальних кормів, кормових добавок враховуючи потреби живлення виду, виключити залежність рецептури корму від рибного борошна [104].

Потреби раків в основних поживних речовинах були визначені [79]. Потреба у вітамінах та мінералах, що відповідає рівню, необхідному в кормах для ракоподібних, вимагає більш глибоких досліджень [82, 89].

Десятиногі раки для росту проходять через процес линьки, тому потребують достатньої кількості мінералів, особливо Кальцію в кормах. Накопичення іонів кальцію для кальцифікації екзоскелету після линьки в організмі раків відбувається у гастролітах. Водночас, відкладення гастролітів прийнято вважати індикатором линьки у раків. Відсотковий склад гастролітів раків: Ca^{2+} – 38 %; CO_3 – 53 %; PO_4 – 9,1 %; HCl – 1 %; Mg^{2+} ; SO_4 ; Cl – незначна кількість [99, 151].

Дослідженнями [50, 118] встановлено, що раки можуть поглинати мінерали з корму та водного середовища. Їх потреба у мінеральних речовинах залежить від виду, джерела живлення, стадії розвитку та фізіологічного стану. Дефіцит вітамінів і мінералів може призвести до уповільнення росту, негативно вплинути на розмноження, а також спричинити смертність ракоподібних [119, 122].

Від включення різних мінералів до рецептури кормів залежить частота і тривалість екдизису. Зокрема, Кальцій є найважливішим мінералом для будь-яких ракоподібних, оскільки це основний компонент їхнього панцира. Екзоскелет раків становить 50 % сухої маси і мінералізований карбонатами

кальцію та магнію. *S. quadricarinatus* зберігає кальцій у вигляді аморфного карбонату кальцію під час прелиньки в парі гастролітів, синтезованих у стінці шлунка [96].

Додавання мінеральних добавок до кормів вважається економічно ефективним рішенням. Кальцій і Магній, покращують імунітет, здоров'я, розвиток м'язів, ферментні системи гідробіонтів [147]. Щоб сформувати збалансований раціон для раків, необхідно знати всі потреби в макро- і мікроелементах [125, 152].

Дослідженнями [81] встановлено, що органічні мінерали з яєчної шкаралупи мають більшу біодоступність для гідробіонтів. Використання яєчної шкаралупи має численні переваги в годівлі раків, забезпечуючи достатню кількість Кальцію, необхідного для нормального росту, линьки та інших фізіологічних процесів.

За даними Цехмістренко О.С. [47] шкаралупа яйця є твердою вапняною оболонкою. У курячих яєць вона складається з води (1,5 %) та сухих речовин (98,5 %), у тому числі органічних: протеїнів – 3,3 %, ліпідів – сліди (0,03 %) та неорганічних речовин – 95,1 %. Білок шкаралупи є овоальбуміном. Він містить залишки цистину, проліну, аргініну, лізину, глутамінової та інших кислот. Поверхня шкаралупи містить переважно Кальцій, у вигляді карбонату кальцію (до 98 %), решта мінеральних речовин представлена карбонатом магнію та трикальційфосфатом.

За даними Слюсар М.В. та ін. [41] використання розробленого раціону на основі корму “Aller Aqua Bronze” та крупи рисової у 4 рази знижує собівартість приростів молоді австралійського червоноклешневого рака, ніж собівартість приросту при згодовуванні комбікорму для ракоподібних Tetra “Crusta Menu”. Розділення за статтю раків до 5-ти місячного віку є недоцільним у технологічному відношенні, оскільки не спостерігається суттєвої різниці у їх продуктивності.

Стан здоров'я гідробіонтів, біологічна повноцінність та безпека продукції тваринництва істотно залежать від санітарної якості кормів, що

визначається також і ступенем контамінації патогенними мікроорганізмами [101]. Мікробіологічна якість корму залежить від умов виробничої санітарії та гігієни, які завжди є важливими у процесі їх виготовлення та обігу. Без належного санітарно-гігієнічного контролю будь-який технологічний об'єкт може виступати в якості важливого джерела мікробіологічного забруднення. При санітарно-мікробіологічному контролі важливу роль відіграє встановлення можливих шляхів мікробіологічного забруднення одержуваної продукції ззовні (технологічне обладнання, руки персоналу, вода та ін.) [90].

Перевищення допустимих показників мікробіологічного фону не тільки викликає псування продукції, що виробляється і впливає на термін її зберігання, але також служить причинами харчових інфекцій у людини, що має епідеміологічне значення [29].

Отже, враховуючи цінність м'яса австралійських раків, перспективним напрямом роботи в аквакультурі ракоподібних є мікробіологічна оцінка корму.

1.4. Екдизис як необхідна складова технології вирощування *Cherax quadricarinatus*

Незважаючи на збільшення продукції, аквакультура ракоподібних пов'язана з ризиками їх онтогенезу. Наявні морфологічні та етологічні особливості особин необхідно враховувати за біотехнології вирощування [10].

Ріст раків обмежується їх екзоскелетом. Для збільшення розмірів їм необхідно скидати свій панцир. Линька – це найбільш стресовий і найважливіший період у життєдіяльності раків. Саме в цей час вони вразливі до дії оточуючого середовища. Тому для розведення раків у промислових масштабах необхідно володіти науково обґрунтованою інформацією щодо фізіологічного процесу їх линьки. Процес линьки є складним, асинхронним та складається з 4 етапів: проекдиз (стадія попередньої линьки), екдиз

(власне линька), метекдиз (стадія після линьки) та анекдиз (період між линьками) [45, 121, 137].

Твердий екзоскелет є однією з ключових особливостей артропод, що сприяло їх широкому поширенню у водному середовищі. Він має кутикулярне походження, виконує захисну та опорну функції. Кутикула ракоподібних складається з чотирьох шарів: епі-, екзо- та ендокутикули, мінералізованих карбонатом кальцію, та внутрішнього мембранного шару [41]. Екзоскелет ракоподібних є складною структурою, що відрізняється унікальною біомеханічною стійкістю до розтягування та механічного впливу. Незважаючи на переваги, зовнішніх покривів є суттєвий недолік – ріст *Crustacea* можливий лише за фізіологічно-поступового екдизису [10].

У вищих раків екдизис контролюється ендокринною системою. Зокрема це Y-органи, розташовані у другому максилярному сегменті та X-органи, розміщені поблизу очей (або в очному стебельці). Залозисті клітини Y-органу продукують гормон линяння – екдизон, який також стимулює процеси обміну речовин і ріст організму. Крім того, Y-орган продукує гормон, який стимулює розвиток статевих залоз. Нейросекреторні клітини, що утворюють X-орган, виробляють нейрогормон MІН (Moult inhibiting hormone) – антагоніст екдизону, який гальмує процеси линьки [65].

Циклічні зміни, пов'язані з екдизисом, відбуваються не тільки в зовнішніх покривах – вони також впливають на анатомію, біохімію та фізіологію інших систем. У період статевого спарювання, відкладання ікри та виношування потомства екдизис у раків не відбувається [74]. Самки зазвичай линяють перед спарюванням і після скидання рачків із плеопод [10]. Процес линьки австралійського червоноклешневого рака, залежно від віку, проходить в різний термін – від 5 хв. до 24 год. Затвердіння нового екзоскелету відбувається впродовж 6–10 діб [140].

Екдизису передують формування нових покривів, виведення поживних речовин із старої кутикули та її відшарування. Разом з тим оновлюється оболонка зябер, стравоходу, очей та органів травної системи [149].

За час екдизису відбувається збільшення розмірів особини за рахунок поглинання води в травній системі та осмотичного транспорту в зябрах. Це призводить до багаторазового збільшення тиску гемолімфи та забезпечує розправлення нових покривів. Для більшості видів десятиногих ракоподібних затвердіння покривів пов'язане з процесом їх кальцифікації. Шляхи надходження кальцію, що використовується, в основному залежать від способу життя гідробіонтів. Прісноводні ракоподібні зберігають кальцій у тканинах. Таким чином, вони мають резервуар іонів кальцію, доступний відразу після линьки [121, 150].

У цьому випадку повна мінералізація нової кутикули включає ремобілізацію накопиченого кальцію. *Cherax quadricarinatus* зберігають іони кальцію, після линьки, для кальцифікації частин нового екзоскелету. Вони в основному зберігаються у вигляді аморфного карбонату кальцію (АКК) за кожної попередньої линьки в парі гастролітів, синтезованих у стінках шлунку [154].

Після линьки старий екзоскелет залишається майже непошкодженим. Впродовж екдизису, раки можуть втрачати кінцівки, а іноді – гинути. Часто, раки не можуть витягти з зовнішньої оболонки якусь частину тіла, найчастіше клешню. Тоді вони відкидають кінцівку і залишають її у старому панцирі. Втрата кінцівок відображає властиву декаподам здатність до автотомії захисного механізму, що в природних умовах допомагає рятуватися від хижаків. Тому, часто зустрічаються особини з однією клешнею або двома, але різними за величиною [65, 117].

На екдизис австралійського червоноклешневого рака впливає низка факторів, а саме: вік, стать, температура навколишнього середовища, живлення. У молодих особин це відбувається частіше – 1–2 рази на тиждень. Після линьки нова кутикула залишається м'якою та еластичною, дорослі особини линяють рідше – раз на 1–2 місяці [74].

Поведінка, екдизис у молоді і дорослих особин десятиногих ракоподібних та динаміка споживання корму тісно пов'язані [132].

Наявні дані дозволяють виділити загальні для *Cherax quadricarinatus* закономірності: споживання корму досягає максимуму в середині та в першій половині циклу линьки; у період проекдизу відбувається зниження споживання корму; під час екдизису, а у дорослих особин до і після нього – особина не живиться; наприкінці пізнього метекдизу, із затвердінням покривів відбувається різке збільшення споживання корму [113, 125, 148].

Крім того, м'які покриви після линьки призводять до суттєвого зниження захищеності особин, що, особливо в умовах аквакультури, є однією з основних причин виникнення та загострення внутрішньовидового канібалізму [10].

Отже, уникнути канібалізму дозволяє синхронізація екдизису та ізоляція линяючих особин. Досягти синхронізації можливо переважно на ранніх етапах життєвого циклу австралійських червоноклешневих раків. Ізоляція особин є трудомістким процесом, частково вирішити проблему дозволяє велика кількість укриття різного типу, субстратів, що дозволяють сховатися линяючим особинам.

1.5. Укриття для вирощування ракоподібних в індустріальних умовах

Канібалізм є основною принциповою відмінністю, з якої впливають усі наступні технологічні особливості культивування ракоподібних. Якщо основними факторами, що лімітують щільність посадки, а отже і продуктивність при штучному вирощуванні риби можуть бути кисневий режим і рівень накопичення органічних речовин, що виділяються, то при утриманні ракоподібних проблема канібалізму виходить на перший план і в кінцевому підсумку визначає біомасу [123, 126].

В умовах аквакультури, раки ростуть швидко, але нерівномірно, тому час від часу їх необхідно сортувати за розміром [10].

До причин нерівномірного росту особин науковці [147] відносять: конкуренцію за їжу (домінуючі особини з'їдають більше корму ніж

слабкіші); агресивна взаємодія раків (пошкодження кінцівок під час «сутичок»); хімічні речовини, що виділяються більшими особинами, які пригнічують ріст дрібніших раків.

Для збільшення виживаності та швидкості росту під час вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* особливу увагу слід приділяти організації укриття. Зазвичай використовуються пучки з синтетичної сітки або ниток, пластикова ПВХ-панель, перфорована цегла, ПВХ-труби високої щільності та гофровані труби. Їх розташовують у товщі води, що дозволяє краще використовувати вертикальні ресурси басейнів [103].

Дослідженнями [8] встановлено, що поверхня укриття для вирощування ракоподібних здатна утворювати біоплівку, що сприяє додатковому біологічному очищенню води.

Науковці Jones C.M. et al. [87, 88], досліджували різні типи укриттів: сітчасті пучки, шини, штабелі труб. Згідно результатів не було виявлено значного впливу типу укриття на ріст, проте відмічався значний вплив на виживання за використання сітчастих пучків – 75,1 %; шин – 51,4 % і штабелів труб 43,25 %, які показали значно кращі результати, ніж контроль без укриття – 15 %.

Volpe et al. [149] оцінювали різні типи укриття: висушений кокосовий горіх, бамбук і *Hydrilla verticillate*. Встановлено незначний вплив типу укриття на рівень виживаності, однак був значний вплив на ріст, причому використання кокосового горіха (5,33 %) показало значно кращі результати, ніж *Hydrilla verticillate* (2,33 %) і бамбук (2,00 %). Цей експеримент показав, що дані типи укриттів мали значний вплив на ріст, але не на виживання.

Calvo N. et al. [58, 59, 61] досліджували просторове розташування та площу овочевих сіток, що використовували як укриття для молоді австралійських червоноклешневих раків з метою зменшення смертності та покращення росту в умовах високої щільності посадки. Встановлено, що

випадкове розташування овочевих сіток є найбільш економічно вигідним варіантом укриття.

Використання волокнистоцементних листів та полівінілхлоридних труб для укриття молоді *Austropotamobius pallipes Lereboullet* досліджували Saez-Royuela M. et al. [123]. Через 120 діб експерименту спостерігалася вища виживаність – 50,5%, але нижчий ріст, якщо в якості укриття використовувалися волокнистоцементні листи.

Takahashi K. [140] під час дослідження поведінкових реакцій *Procambarus virginalis* в укриттях з полівінілхлоридних труб встановив, що раки обирали укриття на основі діаметра входу та довжини укриття. Раки розпізнавали укриття за візуальними ознаками в умовах освітлення та використовували тактильні сигнали своїх антен у темряві.

Кожен тип укриття має ряд недоліків до яких варто віднести вплив кожного окремого матеріалу на життєдіяльність гідробіонтів. Наприклад, якщо в акваріумі чи басейні використовуються ПВХ-труби невеликими в'язками, вони не забезпечують відстані між комірками, що сприяє механічному пошкодженню раків і як наслідок – загибелі. Недолік гофрованих труб – накопичення на їх внутрішній поверхні продуктів метаболізму [146].

Отже, актуальним є питання створення оптимального та економічно вигідного варіанту укриття для ракоподібних.

Висновки до розділу 1

За аналізом літературних джерел можна зробити висновок про, значну кількість наукових досліджень присвячених аквакультури ракоподібних.

Враховуючи розвиток культури споживання раків на території нашої держави, важливим є розуміння адаптації та удосконалення технології відтворення та вирощування *Cherax quadricarinatus* в умовах індустріальної аквакультури України.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дисертаційна робота виконувалася при кафедрі іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету (м. Біла Церква) впродовж 2022–2024 років. Значна частина лабораторних фізико-хімічних досліджень виконана у Державному науково-дослідному контрольному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок (м. Львів).

2.1. Матеріали досліджень

Досліджено 10 проб води, акваріально-басейнового комплексу за органолептичними та хімічними показниками. Використано 200 екз. австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (див. додаток Е). Досліджено 150 екземплярів молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* впродовж 60 діб вирощування за показниками: маса, довжина, забарвлення тіла. Під час визначення хімічного складу, калорійності м'яса раків та його амінокислотний й жирнокислотний склад досліджено по 7 особини раків з кожної групи.

2.2. Етапи проведення досліджень

Основними напрямками дисертаційного дослідження було удосконалити технологію підрощення та обґрунтувати й розробити рецептурний склад та технологію виробництва кормової добавки “Decapodafood” для молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*; дослідити вплив згодовування ракам розробленої кормової добавки “Decapodafood” та технології підрощування на основні біологічних показників молоді австралійського червоноклешневого рака; визначити енергетичну цінність, амінокислотний, жирнокислотний та мінеральний склад м'яса раків *Cherax quadricarinatus* за годівлі різним видом корму.

Виконання дисертаційної роботи проводилось за загальною схемою, яка наведена на рис. 2.1.

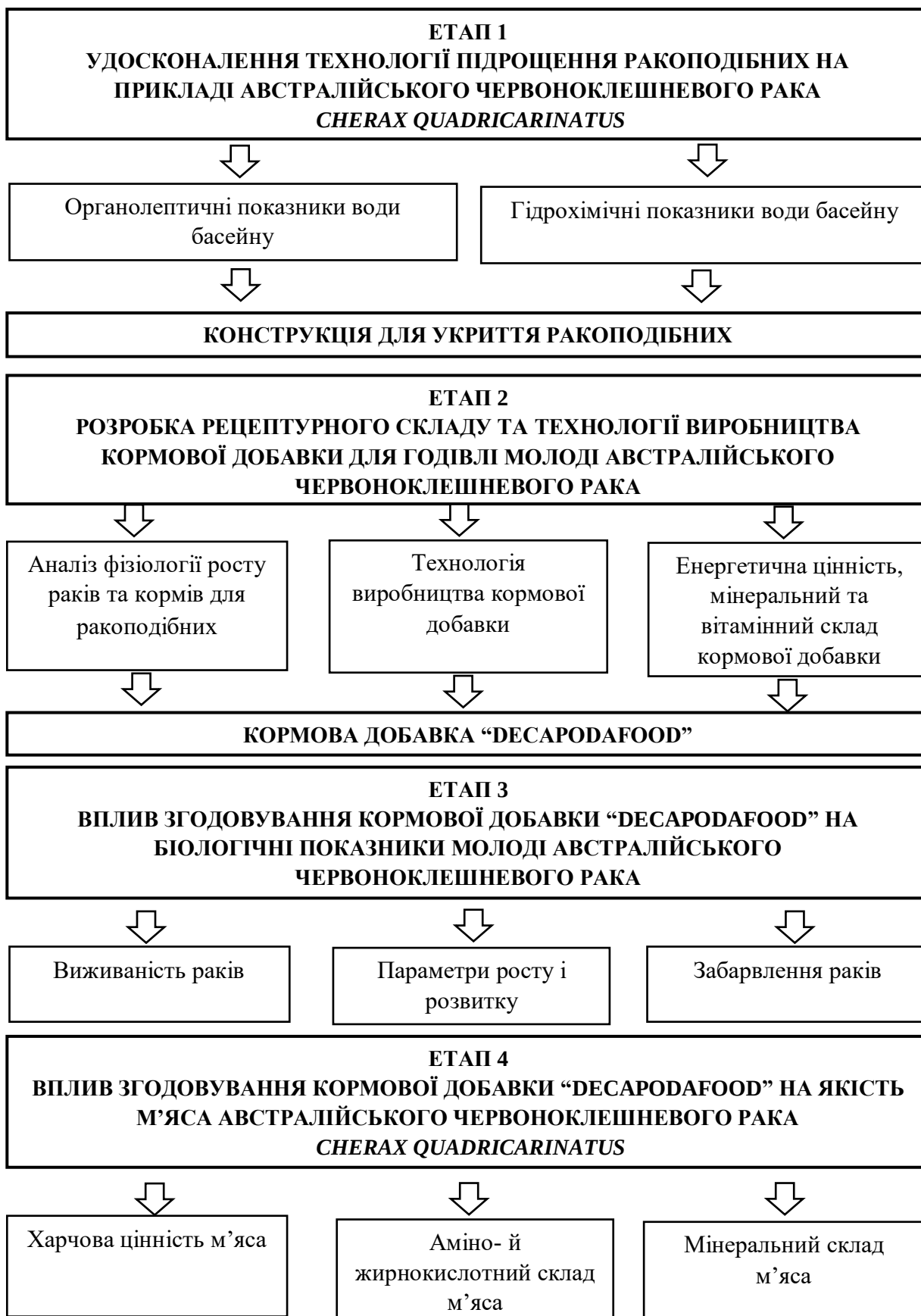


Рис. 2.1. Загальна схема проведення дисертаційного дослідження

Як видно із рис. 2.1, загальна схема експериментальних досліджень складалася з чотирьох послідовних етапів, які системно пов'язані між собою.

Перший етап досліджень полягав в удосконаленні технології підрощення ракоподібних на прикладі червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Дослідження даного етапу мали на меті запропонувати конструкцію для укрітня ракоподібних для зменшення їх загибелі під час вирощування, запобігання канібалізму в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування, та покращення гідрохімічних показників води акваріально-басейнового комплексу.

Технологія утримання австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах навчально-наукового акваріально-басейнового комплексу кафедри іхтіології та зоології Білоцерківського НАУ складається з 2-х частин:

I частина – карантинне перетримування в акваріумах об'ємом 400 дм³ впродовж 7 діб. З мінімальним оснащенням: внутрішній фільтр Grech СНJ 902; компресор акваріумний Tetra APS 150 (одноканальний); акваріумний розпилювач для компресора SunSun ZY-0005 (циліндр 2х5); укрітня з пластикової ПВХ-панелі.

II частина – утримання в акваріально-басейновому комплексі.

Басейни складають бетонну конструкцію облицьовану із зовнішньої і внутрішньої сторони плиткою, параметри:

зовнішні: довжина – 325 см; ширина 120 см; висота – 88 см;

внутрішні: довжина – 280 см; ширина 78 см; висота – 67 см;

висота стовпу води – 30 см. Площа дна – 2 м²;

Водопостачання басейнів здійснювали за рахунок водопровідної води. Обслуговування басейнів полягало у частковій заміні води на 30 % від загального об'єму відстояною у спеціальних ємностях об'ємом 50 дм³. Рівень води басейнів регулювався водопровідним шаровим муфтовим краном, який вмонтований у стінку басейнів. За необхідності проводили очищення дна басейнів за допомогою вакуумного сифону “Resun SC-210L”.

Контроль гідрохімічних показників води басейну (рН, GH – загальна жорсткість, NO_3^- , NO_2^-) проводили 2 рази на тиждень за допомогою портативного оксиметру AZ-8403 (Китай), рН-метру (після калібрування), експрес-тестів (відповідно до інструкції) ТМ Rikka (Україна) та ТМ Aquaer (Україна) також використовували ДСТУ ISO 7027:2003 [19] ДСТУ ISO 7887:2003 [20]. Всі показники фіксувалися впродовж дослідження.

Вимірювання раків, візуальну оцінку та сортування за розмірними групами проводили 1 раз на місяць. Основний промір – зоологічна довжина (від початку рострума до тельсона).

Другий етап досліджень полягав в обґрунтуванні та розробці рецептурного складу та технології виробництва кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. У готовій кормовій добавці визначали мікробіологічні показники: вміст мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів на середовищі м'ясопептонний агар згідно ДСТУ ISO 4833:2006 [18], титр БГКП в середовищі Кеслер згідно ДСТУ 7357:2013 [13], бактерії роду *Salmonella* згідно ДСТУ EN 12824:2004 [15], а бактерії *Listeria* згідно ДСТУ ISO 11290-1:2003 [16].

Метою третього етапу було визначити вплив згодовування кормової добавки “Decapodafood” на основні біологічні показники молоді австралійського червоноклешневого рака. Результати цих дослідів були спрямовані на встановлені коефіцієнта виживаності раків, інтенсивності росту та забарвлення тіла. Для цього об'єктом досліджень була підрощена молодь австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* у віці 90 діб після викльову. Особини були висаджені в три однакові басейни, об'ємом 500 дм³. Стандартний набір обладнання басейнів: акваріумна помпа “Atman AT-203”; фільтруючий елемент; терморегулятор “Atman AT-300W”; водний термометр “Aquaer”; конструкції для укриття раків. Тривалість дослідів – 60 діб. Температура води була у діапазоні 26–28 °С. Основні

гідрохімічні показники відповідали вимогам для утримання та вирощування десятиногих раків (*Decapoda*), відповідно до рекомендацій [28].

Для дослідів сформували 3 групи раків. У кожен дослідний басейн відсадили по 50 особин. У першому раків годували акваріумним кормом “Ancistrus menu” (контроль), у другому розробленою нами кормовою добавкою “Decapodafood”, у третьому – корм “Ancistrus menu” та кормова добавка “Decapodafood” у співвідношенні 50 : 50. Годували раків 2 рази на добу, о 08:00 та 20:00 год. Нормування корму здійснювали залежно від температури води, середньої маси особин та загальної біомаси у ємності. Перед та впродовж експерименту кожен особину зважували та вимірювали загальну довжину тіла. Після завершення дослідів визначали відсоток виживаності особин у кожній групі, також визначали забарвлення австралійського червоноклещневого рака відповідно до розробленої нами шкали [154].

Виконання четвертого етапу експериментальної частини роботи “Вплив згодовування кормової добавки “Decapodafood” на якість м’яса австралійського червоноклещневого рака *Cherax quadricarinatus*” мало на меті виявити зміни у жирно-, амінокислотному та мінеральному складі м’яса. Для визначення хімічного складу, калорійності м’яса раків та його амінокислотного й жирнокислотного складу відбирали по 7 особин раків. Після чого індивідуально зважували та відокремлювали м’ясо від панциру й інших неїстівних частин тіла. Для визначення хімічного складу м’яса готували три зразки виду *Cherax quadricarinatus*. Вміст у м’ясі вологи визначали згідно ДСТУ ISO 1442 : 2005 [17], золи – згідно ДСТУ 8718:2017 [14], жиру, білка та вуглеводів – згідно методичних рекомендацій МВ N 1-40/3805 [34]. Визначення жирнокислотного складу м’яса раків проводили хроматографічним методом згідно методичних рекомендацій [4]. Амінокислотний склад білків м’яса раків після попередньої проби підготовки визначали методом капілярного електрофорезу на автоматичному аналізаторі типу Т 339, фірми “Mikrotechna” (Чехія).

Мінеральний склад м'яса раків (кальцій (Ca), магній (Mg), ферум (Fe), натрій (Na), калій (K), фосфор (P), цинк (Zn) та вміст деяких вітамінів у кормовій добавці визначали за загальноприйнятими методиками у відділі фізико-хімічних методів дослідження Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок (м. Львів).

Отримані результати піддавалися статистичній обробці з використанням комп'ютерної програм Statistika 10 Edition. Досліди проводили в трьох разовій повторюваності. Різницю вважали вірогідною при $p \leq 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Під час вирощування австралійського рака в штучних умовах необхідно створити сприятливі умови для їх життєздатності. Нами було вивчено ефективність використання різних типів укриття для підрощення раків.

В якості укриття, під час вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* зазвичай використовуються різні матеріали: пластикова ПВХ-панель, перфорована цегла, ПВХ-труби високої щільності, гофровані труби.

За нашими спостереженнями, найпоширенішим типом укриття для червоноклешневого рака є в'язки, які складаються з відрізків полімерних труб довільного діаметру та кількості, стягнутих полімерними хомутами-стяжками в довільний спосіб.

Такі укриття мають суттєві недоліки, які підвищують рівень стресу гідробіонтів і, відповідно, знижують темпи їх приросту: відстань між сусідніми комірками (внутрішніми об'ємами труб) є мінімальною – небажаний фактор для даних представників водної фауни; труби щільно контактують стінками по всій довжині – як наслідок, високий рівень структурного шуму, джерелом якого є гідробіонти – потенційні вороги.

За результатами спостережень в малих акваріальних формах, нами запропонована конструкція для укриття ракоподібних, шляхом використання двох пластин-сепараторів (або тримачів-сепараторів) та комплекту полімерних труб, які фіксуються за рахунок посадки з натягом, що забезпечить запобігання канібалізму серед раків та мінімізацію стресу в умовах інтенсивної біотехнології відтворення та вирощування.

Варіанти штучного укриття для постановки досліду у басейні № 1 представлено на рисунку 3.1, 3.2.



Рис. 3.1. Укриття із полімерних труб Ø 20 мм скріплених стяжками



Рис. 3.2. Укриття із полімерних труб Ø 25 мм скріплених стяжками

Варіанти використання конструкції для укриття ракоподібних для постановки досліду у басейні № 2 представлено на рисунку 3.3, 3.4.



Рис. 3.3. Укриття із полімерних труб Ø 20 мм скріплених стяжками



Рис. 3.4. Укриття із полімерних труб Ø 25 мм скріплених стяжками

Саме укриття з отворами різного діаметру сприяє уникненню травмування та прояву канібалізму. Необхідність укриття пояснюється забезпеченням особинам відсутності впливу стресових факторів та простору в якому вони перебувають до нормального відновлення організму.

Конструкція штучного укриття для ракоподібних зображена на рис. 3.5. Складається з двох пластин-сепараторів та комплекту труб.

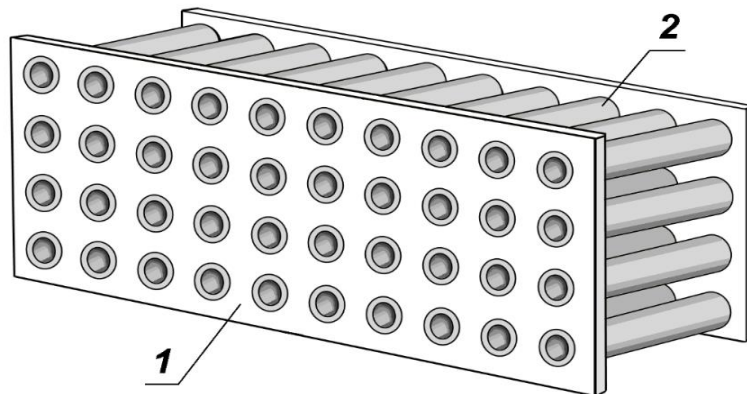


Рис. 3.5. Конструкція штучного укриття для червоноклешневих раків:

1 – пластина-сепаратор; 2 – труба

Дві пластини-сепаратора утримують труби, забезпечують необхідні проміжки між комірками і знижують рівень структурного шуму. На практиці підтверджено те, що гідробіонти ефективно використовують внутрішній об'єм труб в якості укриття. По мірі росту особин штучні укриття з меншим діаметром комірок замінювали на штучні укриття з більшим діаметром комірок. Залежно від розмірно-вікової групи гідробіонтів, система штучних укриттів передбачає різні варіанти виконання, що відрізняються діаметром, кількістю отворів та відстанню між ними (рис. 3.6, 3.7).

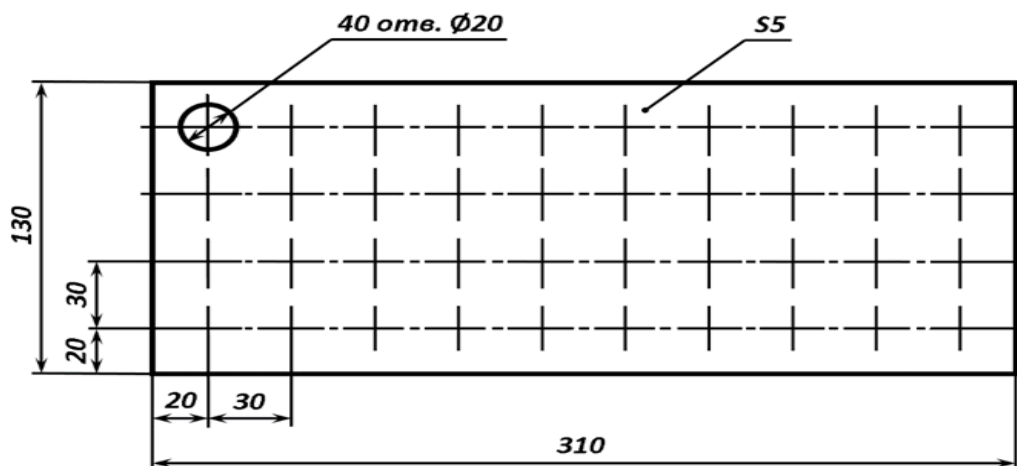


Рис. 3.6. Варіант виконання на основі труб $\varnothing 20$ мм

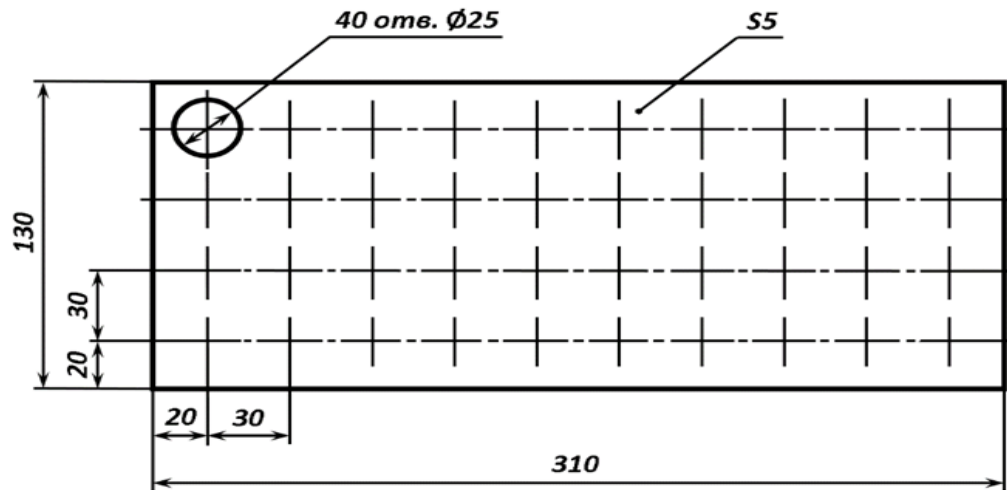


Рис. 3.7. Варіант виконання на основі труб $\varnothing 25$ мм

Габаритні розміри конструкції виробу для укриття ракоподібних за інтенсивної технології вирощування представлено у табл. 3.1. Схематичне зображення наскрізної труби і зазначених діаметрів (зовнішнього і внутрішнього) представлено на рис. 3.8.

Таблиця 3.1

Габаритні розміри конструкції

Діаметр	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
$\varnothing 20$ мм	310	100	130
$\varnothing 25$ мм	310	100	130



Рис. 3.8. Схематичне зображення наскрізної труби і зазначених діаметрів

Характеристика параметрів труб для виготовлення конструкції виробу представлено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Параметри труб, які застосовувалися під час виготовлення конструкції

Номенклатура	Зовнішній діаметр D ₁ , мм	Внутрішній діаметр D ₂ , мм	Довжина L, мм	Кількість отворів, шт
Труба ПП D20 PN20 ДСТУ Б В.2.7-141:2007	20	15	100	40
Труба ПЕ80 D25 PN20 ДСТУ EN 12201-2:2018	25	21	100	40

Як вказувалось вище пластини-сепаратори несуть ключове значення у створенні форми і жорсткості укриття, їх параметри вказано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Параметри пластин-сепараторів, що використовувалися для виготовлення штучного укриття

Номенклатура	Довжина, мм	Висота, мм	Діаметр отворів, мм	Кількість отворів, шт
Лист ПВХ 5 мм ДСТУ Б В.2.7-141:2007	310	130	20	40
Лист ПВХ 5 мм ДСТУ Б В.2.7-141:2007	310	130	25	40

Запропоновані конструкції укриття формують за наявних складових елементів:

1. пластина-сепаратор – у кількості 2 шт.;
2. комплект полімерних труби діаметром:
 - Ø 20 мм, 25 мм (залежно від розміру рака) – 40 шт;

Пластини-сепаратори утримують труби забезпечуючи необхідні проміжки між отворами. За рахунок посадки з натягом забезпечується достатня жорсткість конструкції.

Середня маса австралійських червоноклешневих раків *Cherax quadricarinatus* у дослідних басейнах за використання різних типів укриття з діаметром труб Ø20 мм, Ø25 мм представлена на рис. 3.9, 3.10.

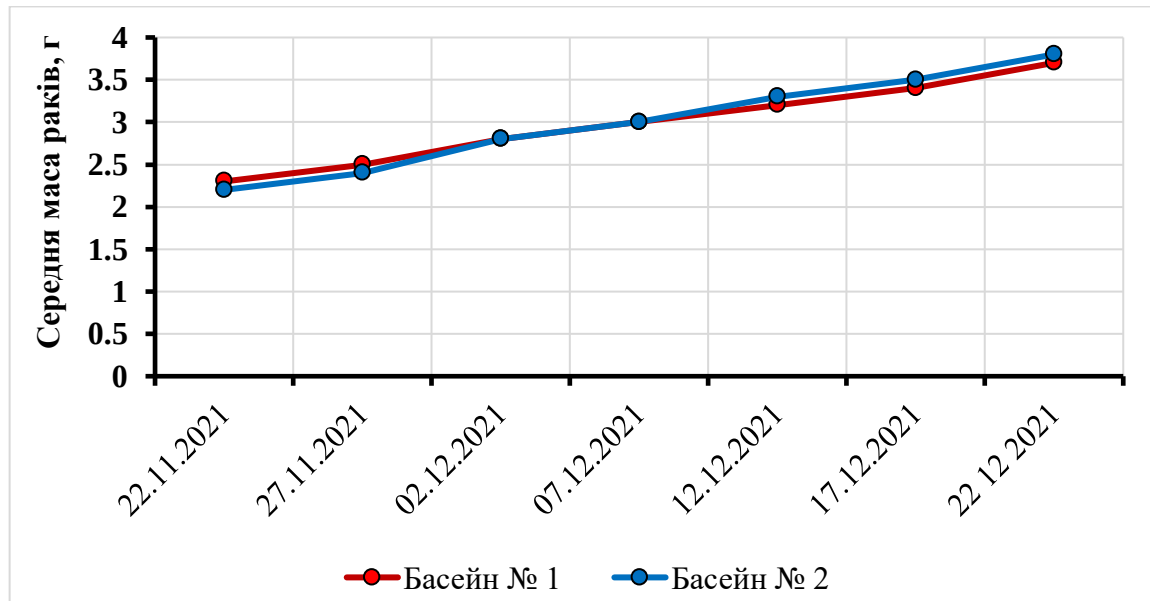


Рис. 3.9. Середня маса *Cherax quadricarinatus* за використання різних типів укриття з діаметром труб 20 мм

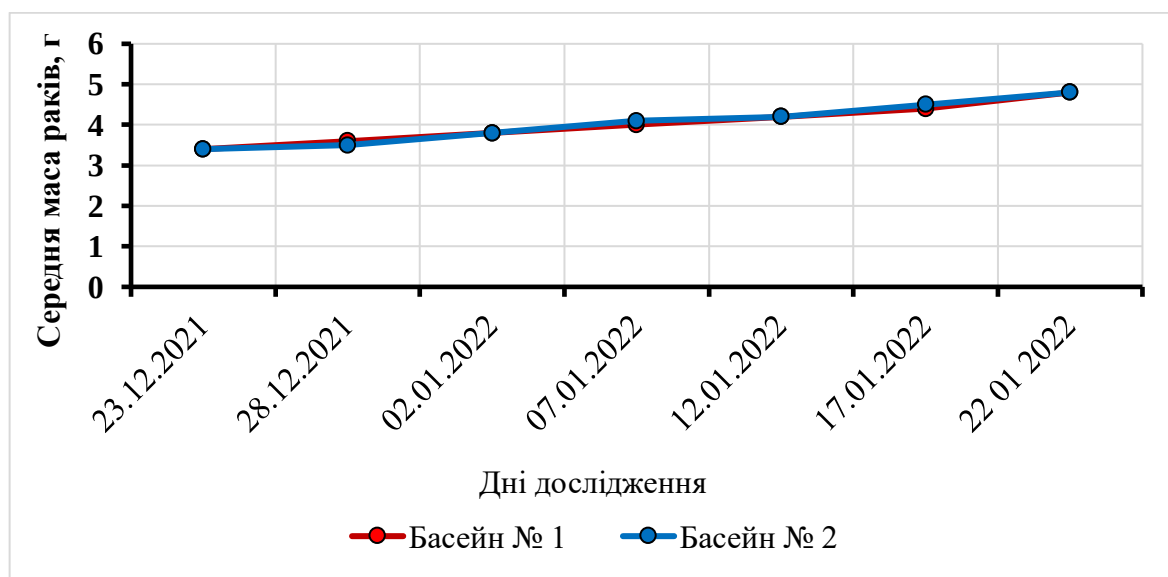


Рис. 3.10. Середня маса *Cherax quadricarinatus* за використання різних типів укриття з діаметром труб 25 мм

З даних рис. 3.9. відмічаємо, однакову середню наважку раків на початок дослідів – 22.11.2021 та її збільшення в 1,5 раза впродовж місяця.

Аналізуючи рис. 3.10., відмічаємо, аналогічне рис. 3.9. збільшення маси раків в 1,5 раза. Практично однакова маса раків на кінець дослідів зумовлена використанням однакової схеми годівлі та однакового виду корму.

Виживаність *Cherax quadricarinatus* є основним технологічним завданням відтворення та вирощування гідробіонтів в умовах аквакультури. Показники виживаності *Cherax quadricarinatus* у дослідних басейнах за використання різних типів укриття з діаметром труб Ø20 мм, Ø25 мм представлена на рис. 3.11, 3.12.

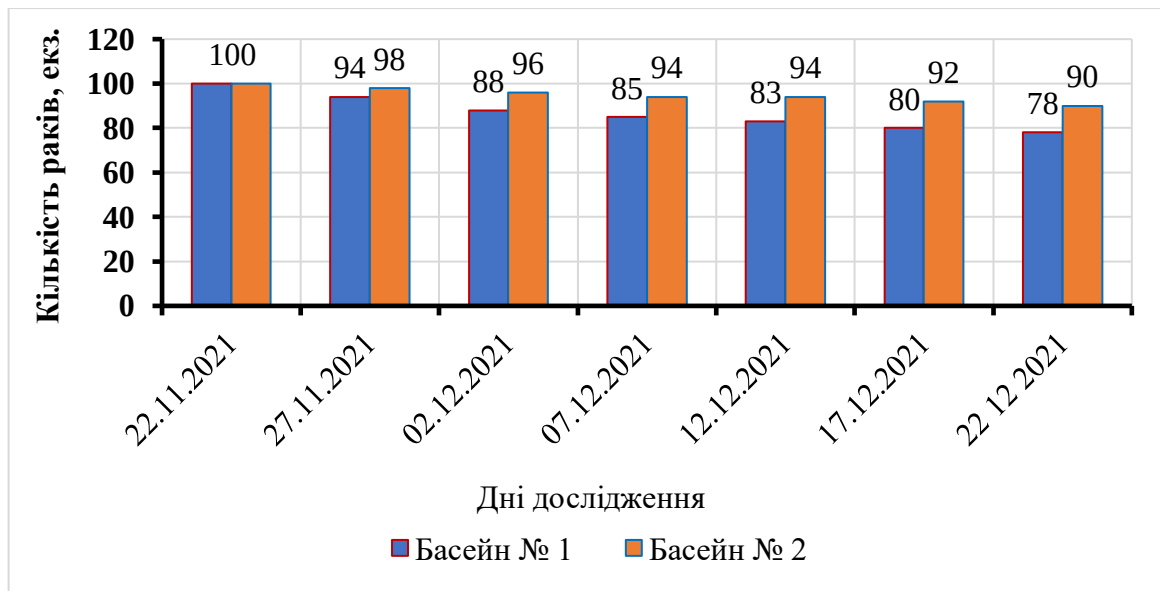


Рис. 3.11. Виживаність *Cherax quadricarinatus* за використання різних типів укриття з діаметром труб 20 мм

За даними рис. 3.11 і 3.12, від початку дослідів суттєво відрізнялася кількість екземплярів у басейні № 2, де використовувався новий тип укриття, із діаметром труб Ø20 мм, Ø25 мм, а саме на 22.12.2021 року (за перший місяць) нами визначено, що відхід становив у басейні № 1 – 22 екз. та у басейні № 2 – 10 екземплярів. Впродовж другого місяця підрощення відхід у басейні № 1 становив – 20 екз. та у басейні № 2 – 15 екз. відповідно.

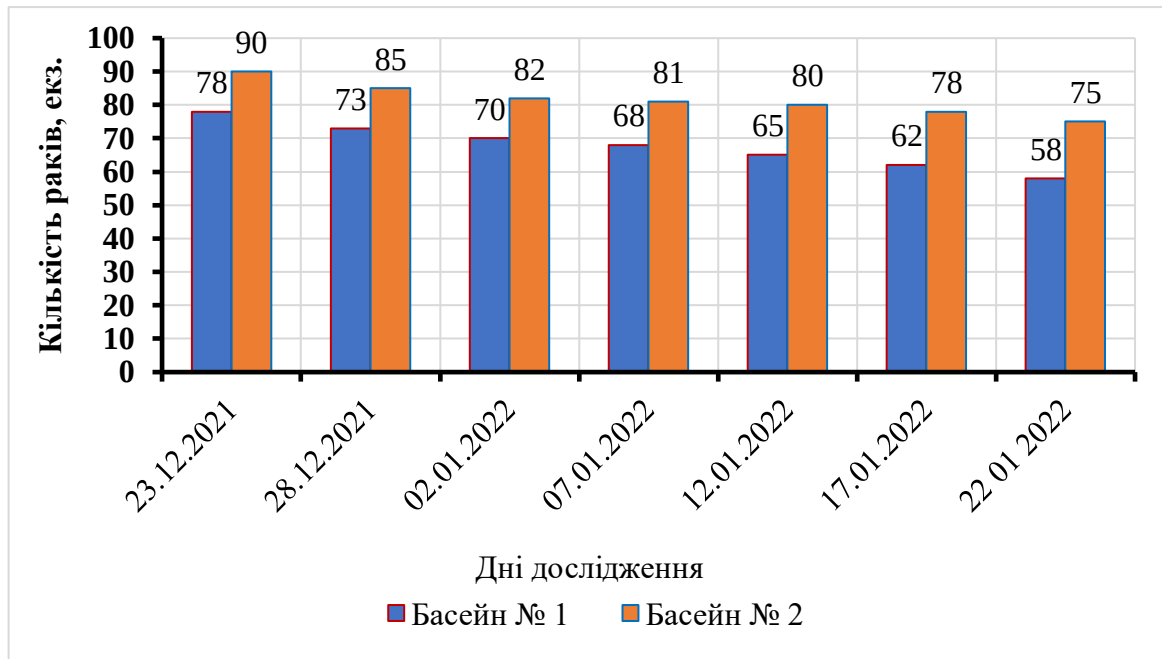


Рис. 3.12. Вживаність *Cherax quadricarinatus* за використання різних типів укриття з діаметром труб 25 мм

Отже виживаність червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* впродовж двох місяців підрощення за використання укриття із полімерних труб скріплених стяжками становить – 58 %, а за використання конструкції для укриття ракоподібних – 75 %.

Зазначаємо, що запропонована конструкція для укриття ракоподібних зменшує їх загибель під час вирощування, покращує загальний функціональний стан організму після зміни хітинового покриву (линьки), забезпечує запобігання канібалізму та мінімізує стрес в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування, оптимізує процес обслуговування системи штучного укриття.

3.2. Обґрунтування рецептурного складу та технології виробництва кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Результати розділу 1 “Огляду літератури” вказують, що важливою компонентою під час вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* є забезпечення їх білковими

речовинами для зменшення прояву канібалізму; згодовування харчових інгредієнтів для покращення амінокислотного і жирнокислотного профілю м'яса; збільшення показників інтенсивності росту; підвищення показника виживаності; зменшення собівартості продукції.

До того ж для раціонального використання кормової бази необхідно підбирати сировинні інгредієнти, які в достатній кількості є на українському ринку. Вони – традиційні, недорогі, добре зберігаються, в той же час мають активно споживатися молоддю австралійського червоноклешневого рака.

Проаналізувавши фізіологію розвитку й росту молоді австралійського червоноклешневого рака та рецептури закордонних кормів, які використовуються у годівлі ракоподібних нами виявлено, що корми для цього виду багаті на білки тваринного походження, як джерело необхідних амінокислот. Також корми містять у своєму складі рослинні компоненти, які збагачують раціон раків клітковиною та природними поліфенольними речовинами (флаваноїди, дубильні речовини), пігментами – флаваноїдами. Крім того особлива увага приділяється мінеральному живленню раків, оскільки у них відбувається екдизис і необхідно забезпечити інтенсивний ріст захисного панциру.

Враховуючи вище узагальнені чинники, ми при розробці рецептурного складу кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака намагалися використовувати легкодоступну на українському ринку білкову сировину, яка має забезпечити організм раків добре засвоюваним білком. Зокрема, ми свій вибір зупинили на такій сировині, як концентрат сироваткових білків сухий КСБ-70 – це високобілковий молочний продукт, який отримують із сироваткових білків і містить у своєму складі амінокислоти.

Саме цей білковий продукт становить основу у нашій кормовій добавці для австралійського рака (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рецептурний склад кормової добавки “Decapodafood” для молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Назва інгредієнтів	Кількість, %
Концентрат сироваткових білків сухий КСБ-70	50,0
Олія лляна	17,0 – 20,0
Вершки питні (20 % м ч жиру)	4,0 – 5,0
Морква, буряк, капуста	10,0 – 12,0
Шкаралупа курячих яєць	4,0 – 5,0
Кора дуба, кропива дводомна	1,0
Емульгатори і консерванти	до 2,0
Вода	5,0 – 7,0

Враховуючи те, що австралійський червоноклешневий рак в природних умовах споживає значну кількість рослинної сировини багатой на клітковину нами у рецептурі кормової добавки використано наступні рослинні інгредієнти: моркву звичайну (*Daucus carota subsp. sativus*), буряк столовий (*Beta vulgaris*), капусту білоголову (*Brassica oleracea var. capitata*) та кропиву дводомну (*Urtica dioica*). Столовий буряк і морква містять у своєму складі близько 1 % клітковини, 1,3–1,5 % білків, 7–9 % цукрів, а також, велику кількість флаваноїдів, антоціанів, глікозидів, дубильних речовин, а морква ще й до того до 10 мг/100 г бета-караотину. Поліфенольні сполуки, пігменти та глікозида посилюють обмін речовин в організмі раків й тим самим підвищують їх резистентність до різних захворювань, які спостерігаються в індустріальній аквакультурі [101, 126].

Капуста білоголова входить у склад кормової добавки, як необхідне джерело пектину, клітковини, органічних кислот, вітамінів, фітонцидів. Зокрема, вона багата на вміст каротиноїдів, фолієву й аскорбінову кислоту, кількість останньої практично аналогічна, як у лимонні, до того ж аскорбінова кислота зберігається у капусті впродовж усієї зими. Це робить її незамінним продуктом для годівлі раків в умовах аквакультури. Також наявність вітамінів групи В, Р, Е у капусті дозволяє підвищити біологічну

цінність м'яса австралійського рака. Така значна кількість поживних компонентів у білоголовій капусті дозволяє використовувати її як важливий та недорогий інгредієнт для годівлі червоноклешневого рака.

У рецептурному складі кормової добавки “Decapodafood” наявна кропива дводомна, яку ми ввели як джерело багатьох поживних речовин. Кропива містить у своєму складі цілий комплекс вітамінів: С, Е, К, Н, А та вітаміни групи В. Окрім вмісту значної кількості вітамінів кропива багата на мікро і макроелементи, дубильні речовини, глікозиди, які проявляють антиоксидантні властивості.

Специфічною особливістю під час вирощування австралійського рака є його линька із втратою панцира, саме в цей період раки є вразливі до різного роду впливу навколишніх факторів. Тому у кормах на цьому етапі має бути достатня кількість речовин для швидкого відновлення захисного панциру та підвищення імунного статусу раків. З цією метою нами додано у рецептуру кормової добавки подрібнену кору дуба, яка містить велику кількість мінеральних речовин, клітковини, дубильних речовин, таніну, флаваноїду кварцитину, які в сумі володіють протизапальною й антиоксидантною дією.

Під час формування панциру та для швидкої інтенсивності росту організму молоді австралійського рака йому необхідно надходження з кормами великої кількості макроелементів таких як Кальцій і Фосфор. Враховуючи даний факт, як джерело солей біологічного кальцію й фосфору, які добре всмоктуються і засвоюються живими організмами, нами використано шкаралупу курячого яйця, яка на 94 % складається з карбонату кальцію [1, 47]

Крім описаних рослинних складових у рецептурі кормової добавки для молоді австралійського рака нами додано лляну олію та емульгатори і консерванти для емульгування подрібнених харчових компонентів у кульки.

Емульгування дає можливість тривалого зберігання в умовах холодильника. Крім того, м'ясо австралійського червоноклешневого рака вважається дієтичним і делікатесним продуктом, тому для покращення його

жирнокислотного профілю, з акцентом на збільшення поліненасичених жирних кислот, ми ввели лляну олію, як найбільше джерело есенціальних жирних кислот.

Отже, на підставі аналітичного моделювання рецептурного складу кормової добавки для годівлі австралійського червоноклешневого рака нами розроблено векторну схему технологічного процесу виробництва кормової добавки “Decapodafood”, яка наведена на рис. 3.13.

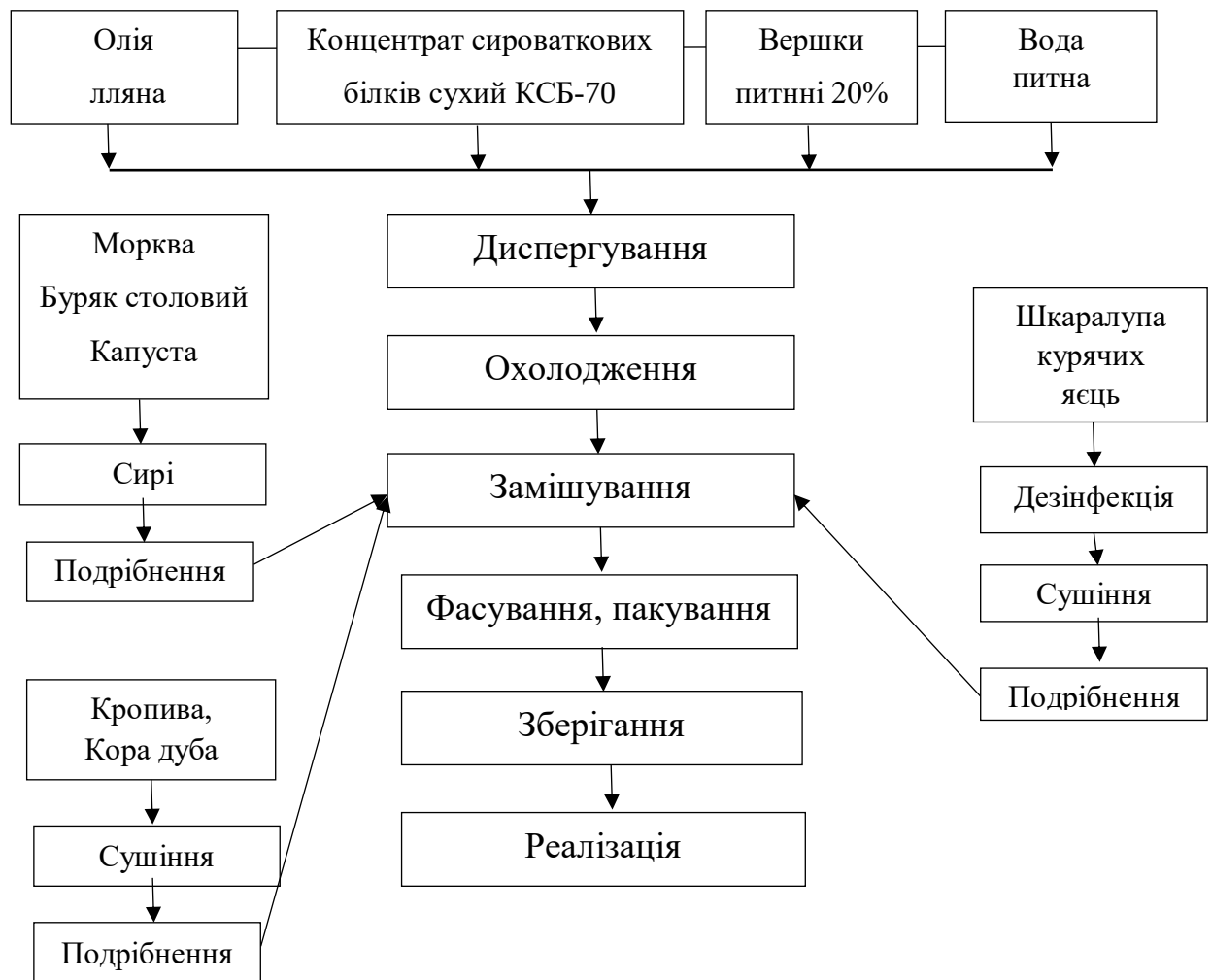


Рис. 3.13. Векторна схема технологічного процесу виробництва кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Технологічна схема повністю теоретично та економічно обґрунтована, оскільки для виробництва кормової добавки “Decapodafood” ми

використовуємо вітчизняні сировинні компоненти. До того ж вона не потребує застосування імпортного обладнання для переробки інгредієнтів, що вважається актуальним, так як не буде потребувати додаткових капіталовкладень. Також ми вважаємо, що використання необроблених рослинних компонентів під час грануляції кормової добавки для раків має позитивний вплив на збереження біологічно-активних речовин у ньому. Крім того це, не потребує додаткового використання енергоресурсів, що здешевлює як готову кормову добавку, так в цілому систему вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*.

Відповідно до технологічної векторної схеми під час приймання сировини концентрат сироваткових білків сухий КСБ-70 має відповідати наступним вимогам (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

**Хімічний склад й мікробіологічні показники сухого концентрату
сироваткових білків КСБ-70, $M \pm m$, $n=3$**

Показники	Кількість, %
Протеїни	$70,0 \pm 1$
Вуглеводи	$8,0 \pm 1$
Жири	$7,0 \pm 1$
Мінеральні речовини	$4,5 \pm 0,5$
Вологи, не більше	7,0 %
МАФАнМ, КУО/г	до 50 000
БГКП, не допускається, г	0,1

З табл. 3.5 спостерігаємо, що основна сировина, яка використовується для кормової добавки характеризується високим вмістом білків та практично в 10 разів меншим вмістом вуглеводів й жирів, що робить його високо протеїновим продуктом. Також у білковому концентраті вміст МАФАнМ не повинен бути більшим 50 тис. КУО/г та титр БГКП не нижче 0,1 г. Це вказує, що підготовлена кормова добавка для австралійського рака не буде

стерильною і для тривалого її зберігання необхідно додати у склад консервуючі речовини та зберігати за відповідної температури холодильника.

Тому для виробництва кормової добавки при прийманні сухого концентрату сироваткових білків КСБ-70 необхідно перевіряти основні фізико-хімічні показники у відповідності до технічних умов на даний продукт.

У технології приготування кормової добавки ми використовували лляну олію та вершки питні для емульгування овочів та збагачення кормової добавки есенціальними кислотами. Дані продукти як сировину для виробництва корму приймаємо і оцінюємо відповідно чинних нормативних документів, ДСТУ чи технічних умов.

Овочі: буряк столовий, моркву червону та капусту білоголову приймаємо, інспектуємо (зачищаємо від пошкоджених частин) миємо у проточній воді та нарізаємо на дрібні частини за допомогою ножа й в подальшому проводимо подрібнення за допомогою кухонного комбайна до розмірів не більше 0,5 мм (тобто до практично гомогенної консистенції). Проводимо змішування овочів між собою за допомогою блендера або гомогенізатора у співвідношенні 1:1:1 та зберігаємо у холодильнику.

Кору дуба заготовляємо наприкінці весни, великі частини обполіскуємо, просушуємо та подрібнюємо у порошок за допомогою гомогенізатора. Розмір порошкоподібної крупки повинен бути не більше 5 мм.

Кропиву дводомну заготовлюємо навесні, висушуємо її та подрібнюємо листя до однорідної порошкоподібної консистенції. Надалі порошок кропиви змішуємо разом із порошком з кори дуба у співвідношенні 1:1 та зберігаємо в сухому місці з вологістю не вище 75 %.

Шкаралупу курячих яєць готуємо наступним чином: куряче яйце миємо у теплій воді від видимого органічного забруднення, а потім замочуємо у робочому розчині дезінфікуючого засобу “Дезактив-хлор” з експозицією 10 хв, виймаємо і споліскуємо у водопровідній воді з наступним просушуванням

та подрібненні до порошкоподібного стану за допомогою блендера або гомогенізатора.

Підготовлені сировинні компоненти за способами описаними вище відважуємо у кількостях відповідно до рецептурного складу описаного в табл. 3.4 та проводимо деспаргування із застосуванням приладу Емульсор Я5-ОММ. Даний прилад призначений для емульгування значної кількості продуктів у яких вміст жиру коливається в межах від 3 до 73 %. Під час виробництва кормової добавки “Decapodafood” у рецептурі ми використовуємо емульгатор для кращого емульгування сирих овочевих компонентів з порошком сироваткових білків та надання гідрофобності поверхні. У результаті таких технологічних операцій з використанням не дорогого обладнання та приладу Емульсор Я5-ОММ отримали продукт пастоподібної консистенції. Надалі з цієї маси вручну виготовляли кульки діаметром 5–7 мм, які зберігали в умовах холодильника за двох режимів: в охолоджену стані за температури $+4 - +6$ °C у випадку не тривалого зберігання і швидкого згодовування кормової добавки ракам та в замороженому стані за температури -18 °C у випадку тривалого зберігання кормової добавки.

Отже, комплексно підійшовши до обґрунтування вибору сировини з метою розробки кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* нами сконструйовано рецептурний склад та технологію приготування продукту з використання наявної кормової бази, яка має забезпечити організм раків поживними речовинами для швидкого росту.

3.2.1. Фізико-хімічна оцінка кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

За розроблення нового корму чи кормової добавки для годівлі різного виду продуктивних тварин чи птиці передбачається ґрунтовна оцінку їх за

комплексом показників, які мають бути введені у технічні умови на даний продукт. Ці показники характеризують поживну й біологічну цінність кормової добавки, а також містять ряд вимог щодо її безпечності за мікробіологічними вимогами. Така вимога необхідна для контролювання якості кормової добавки та збалансування раціону за енергетичним та вітамінно-мінеральним складом. Тому розроблена нами кормова добавка для годівлі австралійського раку була охарактеризована за фізико-хімічними й мікробіологічними показниками. Спершу нами визначено поживну цінність кормової добавки “Decapodafood”, щоб знати його калорійність та наявності кількості основних нутрієнтів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Поживна цінність кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського раку, $M \pm m$, $n=3$

Показник	Кількість у 100 г
Білок	37,0
Жири	23,5
Клітковина	10,0
Кальцій	4,5
Фосфор	0,8
Калорійність, ккал	380

З табл. 3.6 спостерігаємо, що кормова добавка “Decapodafood” – це білково-жировий кормовий продукт, оскільки в його складі переважає вміст білку та жиру, який в сумарному становить 60,5 %. Також у кормовій добавці виявлено доволі великий вміст клітковини, що є позитивно, адже даний вид раків потребує споживання такого важко перетравленого вуглеводу. З мінеральних речовин виявлено високий вміст Кальцію та Фосфору – 4,5 та 0,8 г, відповідно, що є наслідком додавання шкаралупи курячого яйця. При цьому калорійність 100 г кормової добавки становить приблизно 380 ккал, що вважається висококалорійним кормом.

Отже, кормова добавка “Decapodafood” характеризується значним вмістом білку і жиру та є висококалорійним продуктом.

Наступним кроком оцінки кормової добавки було визначити її фізико-хімічні показники, які можуть мати вплив на процес згодовування ракам в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

**Фізико-хімічні показники кормової добавки “Decapodafood” для годівлі
молоді австралійського раку, $M \pm m$, $n=3$**

Показник	Величина
pH, од	6,7 – 7,1
Розчинність, мл	1000 – 10000
Вологість, %	45,0 – 55,0
Величина, d, мм	5 – 7

З табл. 3.7 відмічаємо, що за величиною pH кормова добавка характеризується від слабо-кислого до слабо-лужного, а за показником розчинності у воді відноситься до дуже малорозчинних речовин, оскільки для розчинення 1 г необхідно велика кількість води (> 1000 мл). Це пов'язано з тим, що ми добавляємо у рецептурний склад гідрофобні емульгатори, які відштовхують воду. До того ж це позитивно впливає на гідробіохімічні показники води в акваріумі, оскільки вода не буде швидко забруднюватися органічними речовинами корму. Кормова добавка у формі гранул діаметром 5–7 мм, що має забезпечувати добре захоплення корму молоддю австралійського раку *Cherax quadricarinatus*.

Отже, з метою контролювання якості кормової добавки “Decapodafood” необхідно використовувати фізико-хімічні показники, які наведені в табл. 3.7.

Для максимального використання генетичного потенціалу щодо інтенсивності росту австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* необхідно, щоб згодовувані корми містили, крім основних харчових інгредієнтів ще біологічно-активні речовини, такі як вітаміни, різні поліфеноли, тощо. Корми багаті на вітаміни й мінерали покращують засвоєння корму та збільшують інтенсивність росту м'язової тканини, якість

м'яса, крім того зменшують час відгодівлі молоді раків. Нами визначено вміст основних вітамінів у розробленій кормовій добавці “Decapodafood” (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Вітамінний склад кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського раку, $M \pm m$, $n=3$

Вітаміни, провітаміни	Кількість у кормовій добавці, 100 г
Бета-каротин	$3,4 \pm 0,3$ мг/%
Вітамін С	$5,8 \pm 0,2$ мг/%
Вітамін D ₃ , МО	1570 ± 87 МО
Вітамін Е	$8,2 \pm 0,3$ мг/%
Вітамін В ₁	$0,5 \pm 0,1$ мг/%
Вітамін К	$0,08 \pm 0,01$ мг/%

З табл. 3.8 видно, що кормова добавка містить важливі провітаміни і вітаміни, які наявні у рецептурному складі сировини. Зокрема виявлено, закономірний вміст бета-каротину – $3,4 \pm 0,3$ мг/%, оскільки він міститься в овочах (моркві, буряку та лляній олії). Виявлено також вміст вітаміну С у кількості $5,8 \pm 0,2$ мг/%, так як основним його джерелом вважається капуста білокачанна, столовий буряк, кропива. Кількість вітаміну D₃ становила 1570 ± 87 МО, токоферолу – $8,2 \pm 0,3$ мг/%, що вважається досить суттєвим, а джерелом їх в кормовій добавці, є в основному лляна олія. Визначені нами вітаміни групи В були присутні у незначних кількостях.

Таким чином кормова добавка “Decapodafood” містить основні групи вітамінів, що є важливим для нормального перебігу метаболізму в організмі австралійського раку під час його росту.

3.2.2. Мікробіологічна оцінка кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Корми для продуктивних тварин підлягають контролю за мікробіологічними показниками, зокрема за вмістом МАФАНМ. За цим

мікробіологічним показником в 1 г корму кількість мікроорганізмів не повинна перевершувати 5×10^5 КУО [30, 32]. До того ж у кормі мають бути відсутні патогенні бактерії з роду *Salmonella* та *Listeria* у 25 г. У зв'язку з тим, що у процесі виробництва кормової добавки “Decapodafood” ми використовуємо рослинну сировину, яка не піддається тепловій обробці для максимального збереження поживності й біологічної цінності, тому кормова добавка не є стерильною та містить певну кількість мікроорганізмів. До того ж у сухому концентраті сироваткових білків, який займає 50 % складу у кормовій добавці допускається до 50 000 КУО/г мезофільних мікроорганізмів. Враховуючи це ми визначили мікробіологічні показники свіжоприготовленої кормової добавки “Decapodafood” (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Мікробіологічна характеристика свіжовиготовленої кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака, $M \pm m$, $n=3$

Показники	Кількість у кормовій добавці	Допустима кількість
МАФАНМ, КУО в 1 г	$1,8 \pm 0,2 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$
Титр БГКП, г	1	0,01
Бактерії роду <i>Salmonella</i>	не виявлено в 25 г	в 25 г не допустимо
Бактерії роду <i>Listeria</i>	не виявлено в 25 г	в 25 г не допустимо

З даних табл. 3.9 відмічаємо наявність МАФАНМ у свіжовиготовленій кормовій добавці в середньому в 2,8 раза менше, порівнюючи з кількістю, яка нормується у кормі для продуктивних тварин. За обсіменінням БГКП кормова добавка характеризувалася високими показниками, так як титр був більше як в 100 разів менший, що свідчить на значний запас мікробіологічної стійкості даного корму до зберігання. Також про безпечність для безхребетних тварин даного корму вказує відсутність у ньому патогенних мікроорганізмів (сальмонел і лістерій) у визначеній кількості кормової добавки.

Отже, розроблена нами кормова добавка “Decapodafood” у свіжовиготовленому вигляді повністю відповідає мікробіологічним вимогам, які висуваються для корму призначеного для продуктивних тварин. Крім того вона має значний запас стійкості до зберігання за дослідженими нами мікробіологічними нормативами.

Для визначення умов і терміну зберігання кормової добавки “Decapodafood” нами проведено дослідження, які були направлені на виявлені мікробіологічних змін за зберігання корму за різних температур. Для цього було обрано три температурні режими: перший – зберігання за кімнатної умови, при якому буде сприятлива температура для динаміки розмноження наявної у кормі мікробіоти; другий – за умов холодильника (температура $+4 - +6$ °C); третій – у морозильній камері у замороженому стані за мінус 18 °C. Результати дослідження динаміки мезофільної мікробіоти (МАФАНМ) в кормовій добавці “Decapodafood” при зберіганні за середніх кімнатних умов ($+20 \pm 1$ °C) наведено на рис. 3.14.

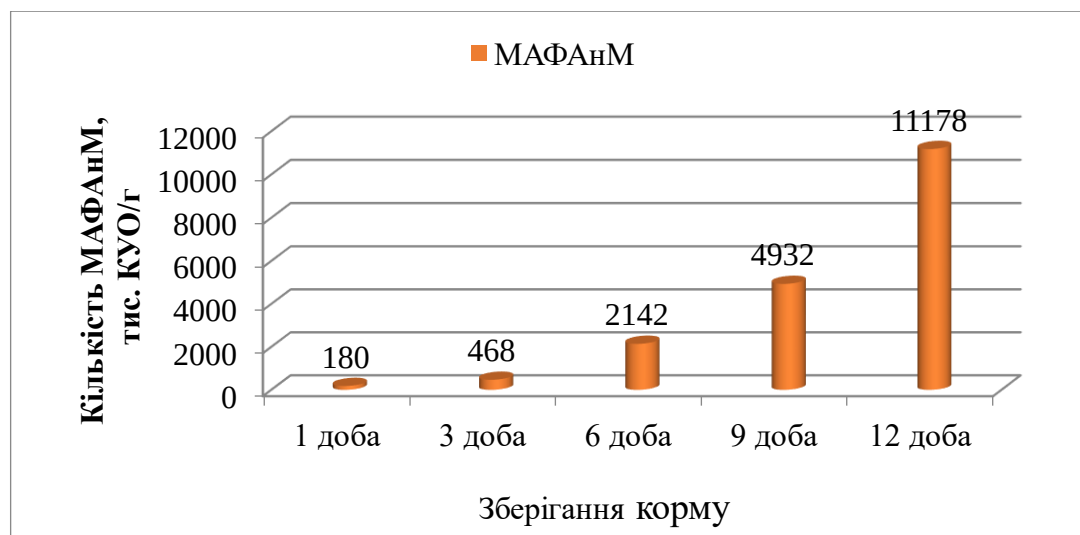


Рис. 3.14. Динаміки мезофільної мікробіоти (МАФАНМ) в кормовій добавці “Decapodafood” при зберіганні за температури $+20 \pm 1$ °C

Дані табл. 3.9 вказують, що незважаючи на наявність у складі кормової добавки консерванту сорбату калію, під час кімнатної температури зберігання відбувається поступове збільшення кількості МАФАНМ. Це

вказує на те, що сорбат калію гальмує розвиток мікрофлори кормової добавки, проте не зупиняє її ріст повністю. Зокрема через три доби зберігання кількість МАФАНМ збільшилася в 2,6 раза і становила $4,68 \times 10^5$ КУО/г, такий вміст мезофільної мікробіоти ще не перевищує допустимий мікробіологічний норматив (5×10^5 КУО/г) для кормів продуктивних тварин. Водночас через шість діб зберігання корму в сприятливих для розвитку мікрофлори температур, кількість МАФАНМ збільшилася в 11,9 раза до $2,14 \times 10^6$ КУО/г, тобто корм з таким вмістом мікробного обсіменіння не придатний для згодовування ракам, оскільки в ньому проходять значні ферментативні процеси мікробіологічного походження. Протягом наступних шість діб зберігання корму розвиток МАФАНМ посилюється, так як їх кількість зростала в 62,1 раза.

Отже, з дослідів відзначаємо, що зберігання кормової добавки “Decapodafood” без охолодження за кімнатної температури не можна довше, ніж впродовж 3–4 діб без видимих мікробіологічних змін.

Результати дослідження динаміки зміни МАФАНМ в кормовій добавці “Decapodafood” за зберігання за стандартних температур побутового холодильника $+4$ – $+6^\circ\text{C}$ наведено на рис. 3.15.

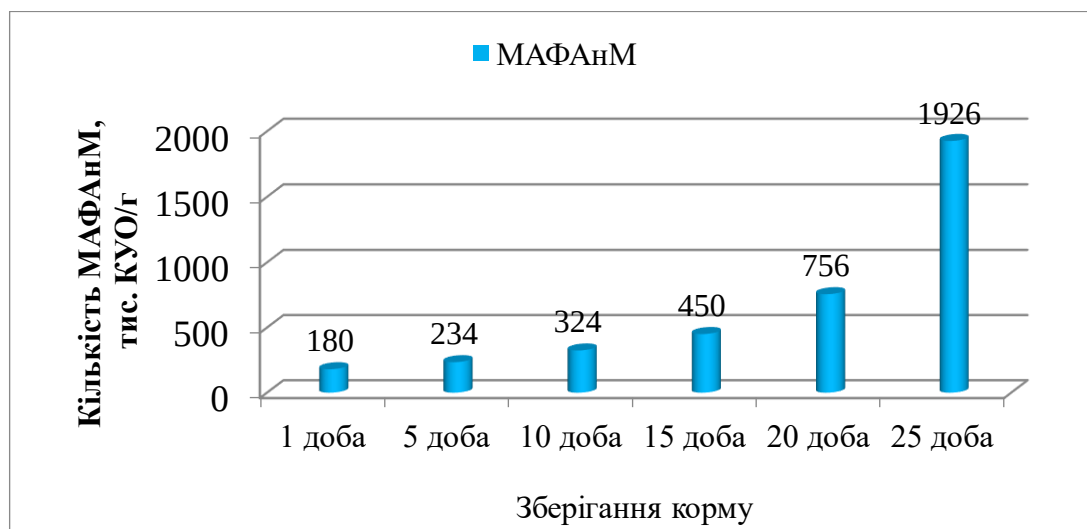


Рис. 3.15. Динаміки мезофільної мікробіоти (МАФАНМ) в кормовій добавці “Decapodafood” при зберіганні в холодильнику за температури $+4$ – $+6^\circ\text{C}$

Відмічаємо (рис. 3.15), що зниження температури до $+4 - +6^{\circ}\text{C}$ гальмує розвиток МАФАНМ у розробленій кормовій добавці за її зберігання. Втім зменшення інтенсивності розвитку мікробіоти за цих є процес, який додатково пов'язаний із вмістом консерванту у кормовій добавці. Оскільки, впродовж п'ять діб зберігання вміст мікроорганізмів збільшився тільки в 1,3 раза, а впродовж 10 діб в 1,8 раза і становив $2,34 \times 10^5$ КУО/г та $3,24 \times 10^5$ КУО/г, відповідно. Такий вміст МАФАНМ вважається допустимим для даного виду кормів. У наступні п'ять діб на 15 добу зберігання кількість мікроорганізмів збільшилася в 2,5 раза до $4,5 \times 10^5$ КУО/г, однак впродовж даного періоду вона не перевищувала допустимий норматив 5×10^5 КУО/г. Більше визначеного нормативом кількість бактерій реєстрували у розробленій кормовій добавці для раків починаючи з 20 доби зберігання за температури $+4 - +6^{\circ}\text{C}$.

Отже, дослідження виявили, що кормову добавку “Decapodafood” можна зберігати в умовах побутового холодильника без зміни нормативів мікробіологічної якості впродовж 15 діб.

Відомо, що для тривалого зберігання рослинної сировини, швидкопсувних кормів для тварин використовують замороження. Результати дослідження динаміки зміни МАФАНМ в кормовій добавці “Decapodafood” при зберіганні за у морозильній камері за температури мінус 18°C наведено на рис. 3.16.

Виявлено (рис. 3.16), що мезофільна мікрофлора кормової добавки під час її зберігання в замороженому стані впродовж шести місячного періоду не збільшувалася, але навіть поступово відмирала через несприятливий температурний режим. Зокрема впродовж шести місяців зберігання її вміст зменшився в 1 г кормової добавки “Decapodafood” в середньому в 1,5 раза. Тому ми вважаємо, що після виготовлення кормової добавки у вигляді гранул їх можна заморожувати й зберігати тривалий час та поступово використовувати у годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака.

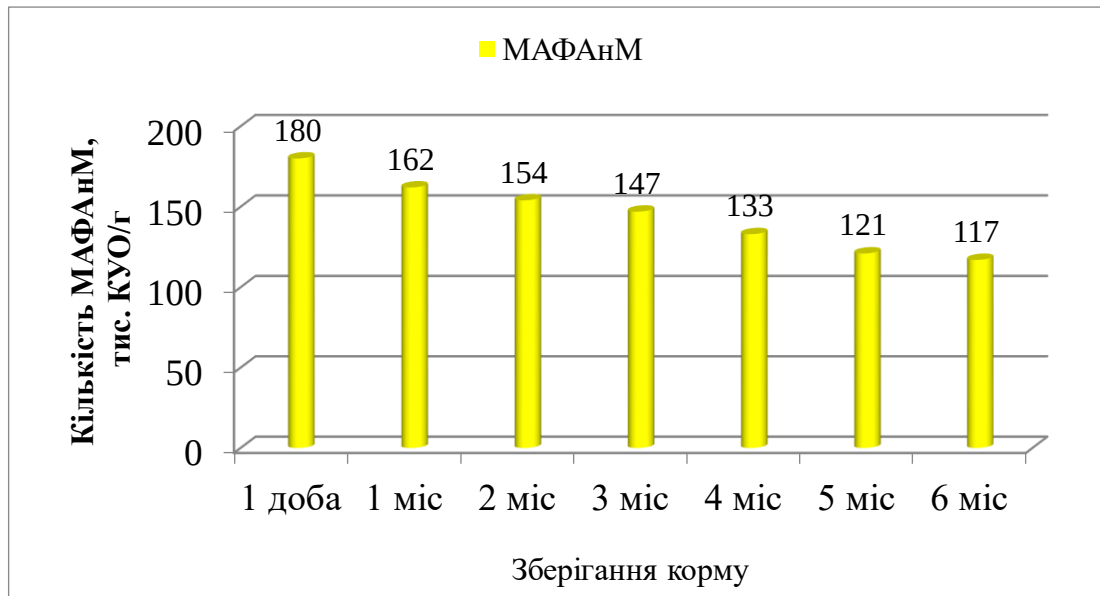


Рис. 3.16. Динаміки мезофільної мікробіоти (МАФАнМ) в кормовій добавці “Decarodafood” при зберіганні у морозильній камері за температури – 18 °С

Загалом підсумовуючи відзначаємо, що розроблена кормова добавка “Decarodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака характеризується високим вмістом білку, наявністю рослинної сировини, яєчної шкаралупи, які багаті на вітаміни, мінеральні речовини, поліфенольні сполуки, споживання яких раками дозволить підвищити інтенсивність їх росту, зменшення явища канібалізму та вихід м’яса.

3.3. Біологічні показники молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних кормів

Враховуючи цінність м’яса австралійських раків, перспективним напрямом роботи в аквакультурі є розроблення кормових сумішей, споживання яких сприяло максимальній конверсії корму. До того ж підвищувало біологічну цінність отриманого м’яса.

Для дослідів сформували 3 групи раків. У кожен дослідний басейн відсадили по 50 особин. У першому раків годували акваріумним кормом “Ancistrus menu” (контроль). Поживна цінність на 100 г корму наведено у

таблиці 1, у другому розробленою нами кормовою добавкою “Decapodafood” склад наведено у таблиці 3.10, у третьому – корм “Ancistrus menu” та кормова добавка “Decapodafood” у співвідношенні 50 : 50.

Таблиця 3.10

Поживна цінність на 100 г корму “Ancistrus menu”

Показник	Кількість, г
Сирий протеїн	21,0
Сирий жир	5,0
Клітковина	10,0
Зола (зольні речовини)	13,0
Кальцій	3,0
Фосфор	0,70

На рис. 3.17–3.19 наведено основні біологічні показники молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* за умови годівництва різного корму впродовж 60 діб вирощування.

Встановлено (рис. 3.17), що за годівлі раків контрольним-акваріумним кормом “Ancistrus menu” з 90 по 120 добу довжина раків збільшилася до $6,8 \pm 0,2$ см, тобто в середньому на 0,6 см. Протягом наступних 30 діб вирощування довжина раків збільшилася до $7,4 \pm 0,2$ см, однак у загальному прирості збільшення довжини становило, як у попередній місяць $0,6 \pm 0,1$ см.

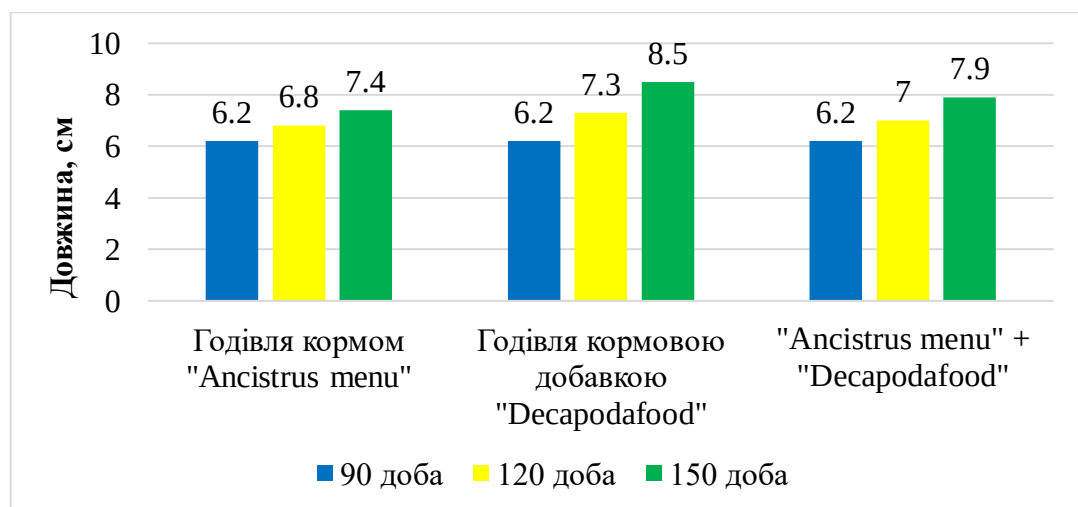


Рис. 3.17. Довжина молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* впродовж 60 діб вирощування

У другій дослідній групі раків за згодовування розробленою кормовою добавкою “Decapodafood” відмічаємо інтенсивніший ріст молоді австралійського червоноклешневого рака, порівнюючи із контрольною групою раків. Зокрема, впродовж першого місяця вирощування довжина раків збільшилася до $7,3 \pm 0,2$ см, а впродовж другого – до $8,5 \pm 0,2$ см. Відповідно приріст довжини становив $1,1 \pm 0,1$ см за період з 90 по 120 добу та $1,2 \pm 0,1$ см за другий період з 120 по 150 добу. За згодовування кормової добавки “Decapodafood” приріст довжини раків був у 1,8 раза ($p \leq 0,05$) більший впродовж першого місяця вирощування, ніж у раків, яких годували кормом “Ancistrus menu”. У період вирощування з 120 по 150 добу, приріст довжини раків у дослідній групі був у 2,0 раза ($p \leq 0,05$) більший, порівнюючи з раками у контрольній групі за аналогічний період.

У третій дослідній групі ракам згодовували корм “Ancistrus menu” та кормову добавку “Decapodafood” у співвідношенні 50 : 50. Встановлено, що інтенсивність приросту довжини тіла була нижча, ніж за згодовування кормової добавки “Decapodafood”, проте вища, ніж за згодовування корму “Ancistrus menu”. Зокрема, приріст довжини раків впродовж перших 30 діб годівлі становив $0,8 \pm 0,1$ см, а впродовж наступних 30 діб $0,9 \pm 0,1$ см. Тобто в 1,3 та в 1,5 раза ($p \leq 0,05$) приріст довжини тіла раків у даній дослідній групі був більший, ніж у контролі за згодовування ракам корму “Ancistrus menu”.

Таким чином дане дослідження показує, що згодовування кормової добавки “Decapodafood”, яка у своєму складі містить в 1,8 раза більше білкових речовин та в 4,6 раза жиру, сприяє інтенсивнішому збільшені величини раків.

Під час визначення маси молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* у період з 90 по 150 добу вирощування встановлено (рис. 3.18) аналогічні зміни, як щодо довжини тіла. Тобто найінтенсивніше набирали масу раки, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”. Зокрема, у контрольній групі раків (годовля кормом

“Ancistrus menu”) впродовж періоду з 90 по 120 добу маса тіла збільшилася в середньому на 1,0 г і становила $6,1 \pm 0,1$ г, а в період з 120 по 150 добу маса збільшилася, в середньому на 1,2 г.

За згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” інтенсивність нарощування маси тіла була, в середньому в 1,4 раза ($p \leq 0,05$) сильніша, порівнюючи зі раками контрольної групи. На 150 добу вирощування у даній дослідній групі раків маса становила $8,1 \pm 0,2$ г, що на $0,8 \pm 0,1$ г більше, ніж у контрольній групі раків.

Під час змішаної годівлі австралійських раків кормом “Ancistrus menu” та кормовою добавкою “Decapodafood” інтенсивність збільшення маси тіла мала проміжне положення між контрольною групою та дослідною, яким згодовували розроблену кормову добавку. Зокрема, на закінчення досліді (150 доба) маса раків становила $7,7 \pm 0,2$ г, що на 0,4 г більша, ніж у контролі та на 0,4 г менша, порівнюючи з раками у досліді, яких годували кормовою добавкою “Decapodafood”.

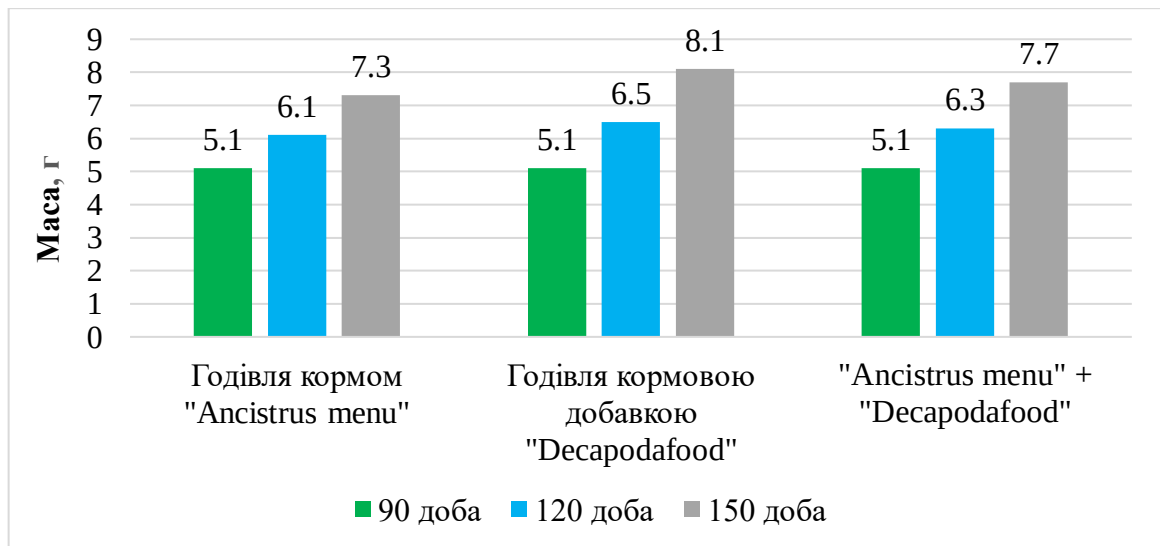


Рис. 3.18. Маса молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* впродовж 60 діб вирощування

Отже, дослідження вказує, що згодовування молоді рака *Cherax quadricarinatus* кормової добавки “Decapodafood”, зумовлює швидший метаболізм, оскільки інтенсивність збільшення маси вища, ніж за

згодовування акваріумного корму “Ancistrus menu”. Це дає підставу вважати, що забезпечення молоді раків білковою та поживною на біологічні речовини кормовою добавкою значно інтенсифікує ріст і розвиток австралійського червоноклешневого рака в умовах аквакультури.

Важливим показником, який впливає на економічну ефективність вирощування раків у штучних умовах є виживаність. Адже дослідники [70] вказують, що серед раків під час вирощування в аквакультурі інтенсивно проявляється канібалізм. Тому було визначено виживаність впродовж періоду вирощування австралійського червоноклешневого рака (рис. 3.19).

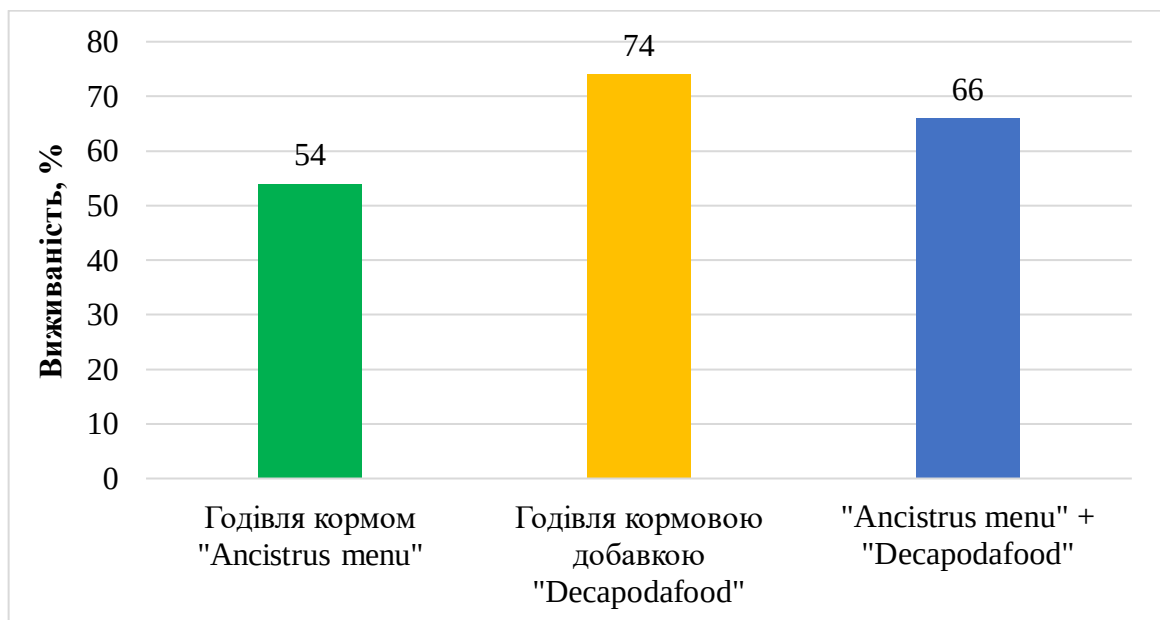


Рис. 3.19. Вживаність молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* впродовж 60 діб вирощування за різної годівлі

Спостерігаємо найбільшу кількість раків на закінчення дослід у групі, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”. Зокрема у даній групі виживаність становила 74 %, що на 20 % більша кількість живих екземплярів, порівнюючи з контрольною групою раків та на 8 %, ніж у дослідній групі, які живилися змішаним кормом. Найбільшу виживаність серед раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, можна пояснити наявністю у його складі значної кількості легкозасвоюваних протеїнів (37 %) та мінеральних речовин, зокрема органічного походження

солей кальцію і фосфору (5 %). Очевидно, завдяки цьому відбувається зменшення проявів канібалізму серед молоді раків, оскільки саме дане явище найбільш знижує виживаність раків [122] за умови білкового голодування та недостатній кількості мінеральних речовин у раціоні.

У таблиці 3.11. і на рисунку 3.20. представлена розроблена нами шкала балів для оцінки забарвлення *Cherax quadricarinatus* при згодовуванні різними видами корму.

Визначення забарвлення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) проходить поетапно:

1. Оцінку забарвлення слід проводити за денного освітлення на світлому фоні, для усунення впливу суміжних кольорів.
2. Кольорові форми шкали розташовують горизонтально до верхньої частини екзоскелету раків, спрямовуючи погляд вертикально зверху.
3. Узгодження результату оцінки забарвлення проводить не менше 3-х фахівців.
4. Для уникнення “вицвітання” або інших змін у кольорах шкали, її необхідно зберігати у закритому футлярі, з уникненням прямих сонячних променів.

Таблиця 3.11

Шкала оцінювання забарвлення *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних типів кормів

Показник		Бал	Диференціація	Колір
Фон утримання (колір басейнів, ґрунт акваріума)	Годівля			
Світлий	Годівля вареними злаками	1	A	

Продовження таблиці 3.11

	Годівля вареними злаками + дубове листя (90 : 10)		В	
	Годівля вареними злаками + яванський мох (90 : 10)		С	
Світлий	Корм для акваріумних риб <i>Ancistrus menu</i>		А	
50 : 50	Корм для акваріумних риб <i>Ancistrus menu</i> + дубове листя (90 : 10)	2	В	
Темний	Корм для акваріумних риб <i>Ancistrus menu</i> + яванський мох (90 : 10)		С	
Темний	Корм для акваріумних риб <i>Ancistrus menu</i>	3	А	
	Корм для акваріумних риб та ракоподібних (різних виробників)		В	
	Корм для акваріумних риб та ракоподібних (різних виробників) + дубове листя (90 : 10)		С	

Продовження таблиці 3.11

Темний	Корм для акваріумних риб та ракоподібних (різних виробників) + яванських мох (90 : 10)	4	A	
	<i>Ancistrus menu</i> + <i>Decapodafood</i> (50 : 50)		B	
	<i>Ancistrus menu</i> + <i>Decapodafood</i> + дубове листя (40 : 50 : 10)		C	
Темний	<i>Decapodafood</i> + дубове листя (90 : 10)	5	A	
	<i>Decapodafood</i>		B	
	<i>Decapodafood</i> + живий корм (90 : 10)		C	

Колір															
Диференціація	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
БАЛ	1			2			3			4			5		

Рис. 3.20. Шкала оцінювання забарвлення *Cherax quadricarinatus*

Таблиця 3.12 відображає забарвлення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*, що визначено за допомогою бальної шкали. Забарвлення визначено впродовж 60 діб за згодовування корму “*Ancistrus menu*”, кормової добавки “*Decapodafood*”, “*Decapodafood*” + “*Ancistrus menu*”.

Таблиця 3.12

**Забарвлення австралійського червоноклешневого рака
Cherax quadricarinatus визначені за допомогою бальної шкали**

Вид корму	Забарвлення на кінець дослідів
“Ancistrus menu”	
“Decapodafood”	
“Decapodafood” + “Ancistrus menu”	

Аналізуючи дані згодовування ракам корму “Ancistrus menu”, відмічаємо переважання світлого забарвлення екзоскелету, що зумовлено нестачею каротиноїдів у складі корму та відповідає згідно шкали балу 3, диференціації – А.

Згодовування кормової добавки “Decapodafood” сприяє насиченому зеленому забарвленню. За розробленою нами бальною шкалою відповідає балу – 5, диференціації – В.

Згодовування ракам комбінації кормової добавки “Decapodafood” + “Ancistrus menu” також дало темне забарвлення, що відповідає 4 балам, диференціації – В. Комбінація корму не є ефективною тому, що з двох типів під час експерименту раки надавали перевагу кормовій добавці “Decapodafood”.

Результати виконаного експерименту вказують на принципову можливість та перспективність використання бальної шкали для оцінювання забарвлення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*.

3.4. Оцінювання енергетичної та біологічної цінності м'яса *Cherax quadricarinatus* за годівлі різним видом корму

Для забезпечення максимального приросту австралійського червоноклешневого рака, нами розроблено кормову добавку “Decapodafood”. У своєму складі кормова добавка містить, в середньому в 1,8 раза більше білкових речовин, ніж акваріумний корм “Ancistrus menu”, який зазвичай

використовують для годівлі раків. Тому наукову зацікавленість становили дослідження з визначення поживної та енергетичної цінності м'яса австралійського червоноклешневого рака, який вирощений за годівлі різними кормами. У табл. 3.13 наведено порівняльну оцінку кількісного вмісту та поживаної цінності м'яса раків.

Таблиця 3.13

Поживна цінність та калорійність м'яса раків *C. quadricarinatus* за годівлі різними кормами, n = 7

Показники	Вид корму		
	“Ancistrus menu” (контроль)	“Decapodafood”	“Ancistrus menu” + “Decapodafood”
Вода, %	79,07 ± 0,12	78,39 ± 0,15	78,73 ± 0,11
Білки, %	18,62 ± 0,11	19,13 ± 0,1	18,83 ± 0,14
Жири, %	0,91 ± 0,08	0,97 ± 0,06	0,94 ± 0,05
Зола, %	1,48 ± 0,03	1,51 ± 0,02	1,50 ± 0,02
Енергетична цінність, ккал	85,0 ± 0,1	89,3 ± 0,1	86,1 ± 0,1

З аналізу табл. 3.13 спостерігаємо кращу харчову та енергетичну цінність м'яса раків за годівлі їх розробленою нами кормовою добавкою “Decapodafood”. Зокрема у дослідному м'ясі виявляємо меншу (на 0,68 %) кількість води, порівнюючи з контрольним м'ясом, водночас наявна більша кількість білку (на 0,51 %). Енергетична цінність м'яса раків також була найбільша за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood” і становила 89,3 ± 0,1 ккал, що на 4,3 ккал більше, ніж за годівлі раків кормом “Ancistrus menu”. При аналізі м'яса раків, яким згодовували корм “Ancistrus menu” та “Decapodafood” у співвідношенні 50 : 50 виявлено, проміжні результати, як за харчовою, так і за енергетичною цінністю. Тобто показники м'яса раків були кращі, ніж за годівлі кормом “Ancistrus menu”, водночас дещо нижчі, ніж за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood”.

Отже, дослідження вказують, що використання у годівлі раків поживніших кормів, дозволяє покращити харчову та енергетичну цінність отриманого м'яса. До того ж згодовування ракам розробленої кормової добавки “Decapodafood” дає можливість краще використати їх біологічний потенціал росту.

Біологічна цінність білкового продукту, такого як м'ясо, визначається не тільки за вмістом амінокислот, а й за співвідношенням кількості незамінних до замінних кислот. У зв'язку з тим, що розроблена нами кормова добавка містить у своєму складі більшу кількість білку, порівнюючи з контрольним кормом нами було визначено амінокислотний склад м'яса раків за годівлі різними кормами. Результати наведено в табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Аналіз амінокислотного складу м'язів *C. quadricarinatus* за годівлі різними кормами, $M \pm m$, $n = 7$

Амінокислоти	Вид корму		
	“Ancistrus menu” (контроль)	“Decapodafood”	“Ancistrus menu” + “Decapodafood”
	Уміст амінокислот, мг/г		
Незамінні амінокислоти			
Треонін	4,5 ± 0,2	6,7 ± 0,3*	5,5 ± 0,2
Валін	4,7 ± 0,2	6,4 ± 0,3*	5,6 ± 0,3
Метіонін	3,3 ± 0,2	4,3 ± 0,2*	3,7 ± 0,2
Ізолейцин	7,0 ± 0,2	7,5 ± 0,3	7,2 ± 0,2
Лейцин	17,0± 0,3	18,1 ± 0,4	17,5 ± 0,3
Лізин	13,1 ± 0,3	17,3 ± 0,3*	14,5 ± 0,3
Фенілаланін	5,6 ± 0,2	6,3 ± 0,2	6,0 ± 0,2
Частково замінні амінокислоти			
Гістидин	3,3 ± 0,2	4,2 ± 0,2	3,9 ± 0,2
Аргінін	11,2 ± 0,3	12,7 ± 0,3	12,1 ± 0,3
Замінні амінокислоти			
Аспарагінова кислота	12,3 ± 0,3	16,9 ± 0,3*	14,6 ± 0,3

Продовження таблиці 3.14

Серин	5,7 ± 0,2	6,5 ± 0,2	6,1 ± 0,2
Глутамінова кислота	23,6 ± 2,0	29,7 ± 2,1*	25,5 ± 1,7
Гліцин	5,0 ± 0,2	5,3 ± 0,2	5,1 ± 0,2
Альфа- ліноленова кислота	7,6 ± 0,2	8,7 ± 0,3	8,1 ± 0,3
Цистеїн	3,3 ± 0,2	3,8 ± 0,2	3,4 ± 0,1
Тирозин	5,0 ± 0,2	7,2 ± 0,3*	6,3 ± 0,2
Пролін	1,8 ± 0,2	3,4 ± 0,2*	2,6 ± 0,2
Загальний вміст незамінних амінокислот (ΣНАК)	55,2 ± 0,3	66,7 ± 0,4	60,0
Загальний вміст замінних амінокислот (ΣЗАК)	64,3 ± 0,3	81,5 ± 2,6	71,7 ± 2,4
Загальний вміст амінокислот (ΣАК)	134,0 ± 2,3	165,1 ± 3,1	147,7
ΣНАК/ΣЗАК, %	85,84 ± 2,8	81,84 ± 3,1	83,6 ± 2,9
ΣНАК/ΣАК, %	41,2 ± 0,4	40,4 ± 0,3	40,6 ± 0,3

Примітки: * $p < 0,05$ – різниця вірогідна порівняно з контролем

З даних табл. 3.14. спостерігаємо більший кількісний вміст усіх амінокислот у складі м'яса раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з м'ясом раків контрольної групи. Зокрема, серед ідентифікованих нами вісім незамінних амінокислот кількість Треоніну і Валіну у м'ясі раків дослідної групи, яким згодовували “Decapodafood” становила $6,7 \pm 0,3$ мг/г – $6,4 \pm 0,3$ мг/г, що в 1,5 та 1,4 раза відповідно ($p < 0,05$) більше, ніж у м'ясі контрольної групи раків. Вірогідне збільшення вмісту було і таких незамінних амінокислот, як Метіоніну і Лізину, кількість яких була в 1,3 раза ($p < 0,05$) більша у м'ясі раків за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood”, ніж у м'ясі за використання акваріумного корму “Ancistrus menu”.

Під час оцінки вмісту частково і повністю замінних амінокислот виявлено аналогічну закономірність, як із незамінними, зокрема наявна більша кількість амінокислот у м'ясі раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, ніж за годівлі іншими раціонами. Особливо вірогідними були дані за такими незамінними амінокислотами, як Аспарагінова, Тирозин та Пролін, кількість яких у м'ясі дослідної групи була в 1,4 та 1,9 раза ($p < 0,05$) більша, порівнюючи з вмістом у м'ясі раків досліду. Кількість глутамінової кислоти у м'ясі раків за згодовування кормової добавки “Decapodafood” становила $29,7 \pm 2,1$ мг/г, що в 1,3 раза ($p < 0,05$) більше, ніж за згодовування акваріумного корму. Вміст інших кислот, хоч і був більший, але різниця не була статистично вірогідна.

Оцінка м'яса раків за одночасного згодовування кормової добавки “Decapodafood» та корму “Ancistrus menu” не виявила статистично вірогідного збільшення амінокислот, порівнюючи з даними за згодовування тільки корму “Ancistrus menu”. Хоча в середньому виявляли більший вміст, як замінних, так незамінних амінокислот при одночасному згодовуванні двох кормів та меншу, ніж за згодовування кормової добавки “Decapodafood”.

Нами також було визначено співвідношення між замінними та незамінними амінокислотами та незамінними і загальною кількістю амінокислот. Адже відповідно до даних ВООЗ та FAO [85], високоякісний білок повинен містити не тільки повний спектр незамінних амінокислот, але й також повинен мати співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами більше 60 %, а співвідношення незамінних до загальної кількості амінокислот повинно бути більше 40 % [86].

Аналізуючи отримані результати щодо співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами у м'ясі раків *C. quadricarinatus* за годівлі різними кормами, відмічаємо високу його біологічну цінність, оскільки сума Σ НАК/ Σ ЗАК у всіх пробах становила більше 80 %, що в середньому на 20 % більше, ніж стандартний показник рекомендований FAO/ВООЗ.

Співвідношення між незамінними і загальною кількістю амінокислот у м'ясі раків всіх проб суттєво не відрізнялося між собою і становило на рівні 40–41 %, що відповідало показнику добре засвоюваного білка.

Отже, підсумовуючи результати дослідження амінокислотного складу м'яса раків *C. quadricarinatus* відзначаємо підвищення його біологічної цінності за рахунок збільшення кількості незамінних амінокислот у випадку годівлі розробленою нами кормовою добавкою “Decapodafood”, що в загальному робить м'ясо даного виду раків добре і легко засвоюваним.

Для більш ґрунтовної оцінки м'яса раків за різної годівлі було визначено його жирнокислотний склад (табл. 3.15), при цьому зацікавленість становили дані щодо м'яса, ракам яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, який містить у своєму складі лляну олію багату на жирні кислоти омега-3 групи.

Таблиця 3.15

Аналіз складу жирних кислот у м'язах *C. quadricarinatus* за годівлі різними кормами, $M \pm m$, $n = 7$

Жирна кислота	Вид корму		
	“Ancistrus menu” (контроль)	“Decapodafood”	“Ancistrus menu” + “Decapodafood”
	Кількість жирних кислот, %		
C12:0 Лауринова	0,75 ± 0,03	0,39 ± 0,02*	0,58 ± 0,02
C14:0 Міристинова	1,52 ± 0,12	1,21 ± 0,13*	1,49 ± 0,10
C15:0 Пентадеканова	0,90 ± 0,05	0,72 ± 0,03*	0,83 ± 0,03
C16:0 Пальмітинова	34,99 ± 0,08	32,0 ± 0,07	33,42 ± 0,07
C17:0 Маргарінова	1,79 ± 0,02	1,22 ± 0,04*	1,67 ± 0,03

Продовження таблиці 3.15

C18:0 Стеаринова	18,75 ± 0,14	17,79 ± 0,13	17,37 ± 0,12
Загальний вміст насичених жирних кислот (ΣНЖК)	58,7 ± 0,16	53,33 ± 0,15*	55,36 ± 0,14
C16:1 Пальмітолеїнова	0,77 ± 0,03	0,98 ± 0,04*	0,85 ± 0,03
C18:1n-9t Елайдінова	1,52 ± 0,04	1,79 ± 0,05	1,67 ± 0,04
C18:1n-9c Олеїнова	13,71 ± 0,21	14,81 ± 0,24	14,30 ± 0,22
Загальний вміст мононенасичених жирних кислот (ΣМНЖК)	16,00 ± 0,22	17,58 ± 0,27*	16,82 ± 0,25
C18:2n-6t Лінолева	13,24 ± 0,25	14,87 ± 0,16	14,47 ± 0,18
C20:5n-3 Ейкозапентаєнова	9,01 ± 0,42	9,97 ± 0,40	9,48 ± 0,41
C22:6n-3 Докозагексаєнова	3,05 ± 0,24	4,25 ± 0,18*	3,96 ± 0,19
Загальний вміст поліненасичених жирних кислот (ΣПНЖК)	25,30 ± 0,19	29,09 ± 0,21*	27,91 ± 0,21
ΣМНЖК + ΣПНЖК	41,30 ± 0,25	46,67 ± 0,40	44,73 ± 0,41

Примітки: * $p < 0,05$ – різниця вірогідна порівняно з контролем

З даних табл. 3.15 відмічаємо тенденцію залежності жирнокислотного складу м'яса від виду спожитого корму раками. Зокрема, у м'ясі за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відмічається зменшення вмісту насичених жирних кислот, порівнюючи з м'ясом контрольної групи. Так, виявлено в 1,9 раза ($p < 0,05$) менший вміст лауринової кислоти та в 1,5 раза ($p < 0,05$) маргаринової кислоти у м'ясі, ракам яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з раками, яких годували акваріумним

кормом “Ancistrus menu”. Кількість таких насичених жирних кислот, як міристинової й пентадеканової був в середньому в 1,3 раза ($p < 0,05$) менший, вміст інших насичених жирних кислот хоч і був менший, проте статистично не вірогідний.

Серед визначених мононенасичених жирних кислот вірогідне збільшення в 1,4 раза ($p < 0,05$) відмічали лише для пальмітолеїнової кислоти, порівнюючи з її вмістом в контрольному м'ясі. З ідентифікованих нами трьох поліненасичених жирних кислот у дослідному зразку кількість докозагексаєнової кислоти був у 1,4 раза ($p < 0,05$) більший, ніж у контрольному зразку м'яса. Вміст двох інших поліненасичених жирних кислот (лінолевої й ейкозапентаєнової), хоч і був більший, але не суттєво.

Вміст жирних кислот у складі м'яса раків за згодовування “Ancistrus menu” + “Decapodafood” займав середнє значення між контрольним зразком та зразком, раки якого споживали кормову добавку “Decapodafood”.

Необхідно відзначити, що співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами у м'ясі трьох груп становило 1,4:1; 1,1:1 та 1,2:1. Тобто за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відбувається збільшення у складі жиру ненасичених жирних кислот, особливо таких цінних і незамінних для споживачів, як ліолева, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова.

Отже, з результатів дослідження щодо жирнокислотного складу м'яса відмічаємо позитивний ефект від згодовування кормової добавки “Decapodafood”, оскільки у його структурі зростає вміст ненасичених жирних кислот, які позитивно впливають на здоров'я споживачів.

3.5. Характеристика показників мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів

У мінеральному складі м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів нами ідентифіковано 7 мінеральних речовин: кальцій (Ca), магній (Mg), ферум (Fe), натрій (Na), калій (K), фосфор (P), цинк (Zn).

Мінеральний склад м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування корму “Ancistrus menu” (контроль) представлено на рис. 3.21.

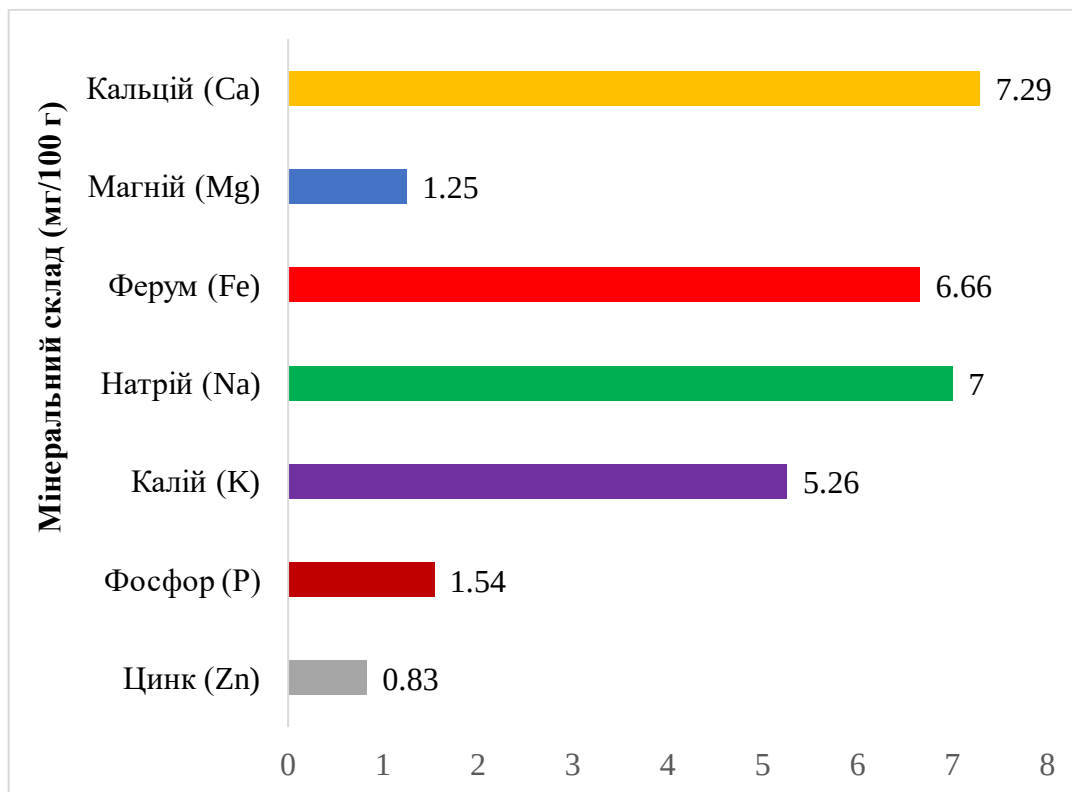


Рис. 3.21. Мінеральний склад м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування корму “Ancistrus menu”

Аналізуючи результати представлені на рис. 3.21, щодо мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування корму “Ancistrus menu” нами встановлено, що вміст деяких мінералів становив понад 7 мг/100 г, а деяких менше 1 мг/100 г. Нами встановлено, що найвищими були показники, щодо вмісту Кальцію, Феруму, Натрію, Калію, а це відповідно 7,29 мг/100 г, 6,66 мг/100 г, 7,00 мг/100 г, 5,26 мг/100 г. Вміст Фосфору і Магнію були практично на одному рівні: 1,54 мг/100 г і 1,25. Вміст Цинку у сухому залишку був нижче одиниці.

Друга дослідна група отримувала в якості годівлі кормову добавку “Decapodafood”. Мінеральний склад м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood”, представлено на рис. 3.22.

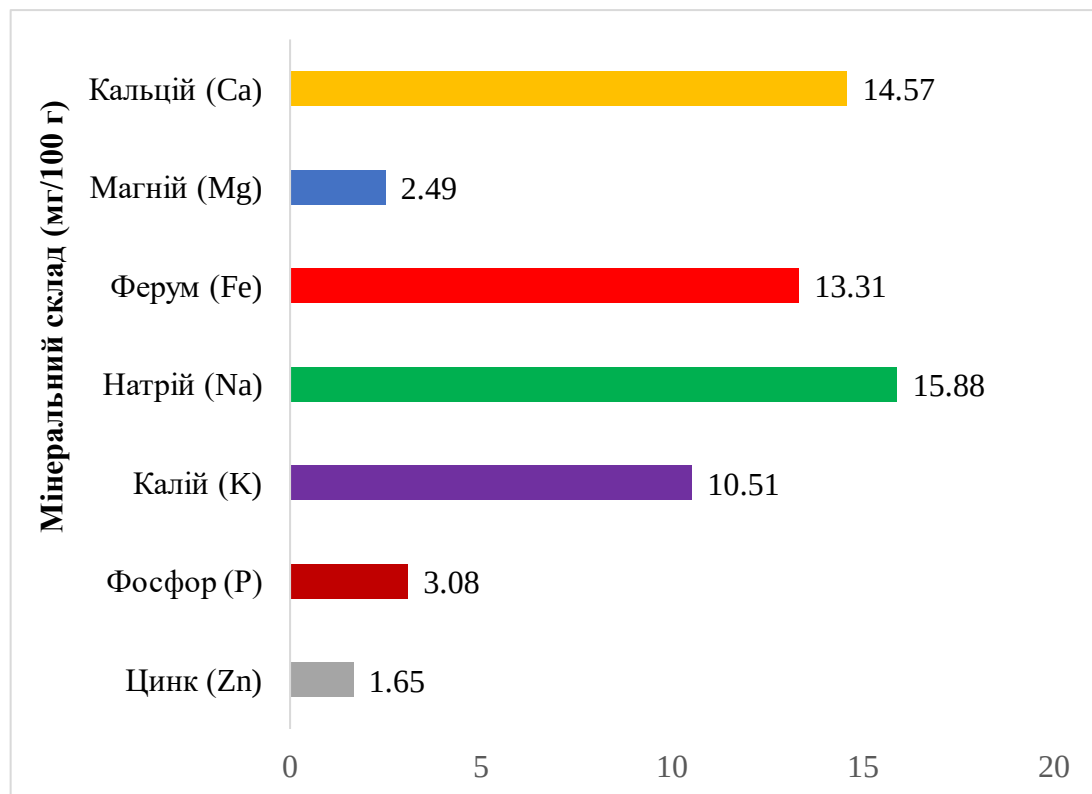


Рис. 3.22. Мінеральний склад м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood”

Порівнюючи показники, щодо мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood” із показниками при згодовуванні корму “Ancistrus menu” відмічаємо суттєві зміни за кількісним вмістом. Нами встановлено, що вміст таких елементів, як Кальцій, Ферум, Натрій, Калій і Фосфор збільшився у понад два рази, що підтверджує високомінеральний склад кормової добавки “Decapodafood” у порівнянні з кормом “Ancistrus menu”. Особливої уваги заслуговує позитивна зміна у сторону збільшення щодо вмісту Магнію та Цинку: за згодовування “Ancistrus menu”, вміст Магнію становив 1,25 мг/100 г, у той же час при згодовуванні “Decapodafood” – 2,49 мг/100 г. Вміст Цинку у мінеральному складі м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування кормової добавки “Decapodafood” складав 1,65 мг/100 г, у той час же час за згодовування корму “Ancistrus menu” лише 0,83 мг/100 г.

Фізіологія ракоподібних, включаючи процес кальцифікації, пов'язана з циклами линьки. Це означає, що ці гідробіонти регулярно знаходять джерело

іонів кальцію, швидко доступних відразу ж після екдизису. Використовувані джерела кальцію різноманітні, починаючи від середовища, де живуть раки, і закінчуючи ендогенними відкладеннями кальцію. У результаті, ракоподібні піддаються обміну кальцію впродовж всього життя. Процес мінералізації відбувається шляхом осадження карбонату кальцію в органічній матричній мережі волокон хітин-білків [100].

Для підтвердження ефективності використання розробленої нами кормової добавки “Decapodafood” ми дослідили мінеральний склад м’яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування корму “Ancistrus menu” та кормової добавки “Decapodafood” у співвідношені 50 : 50. Результати представлено на рис. 3.23.

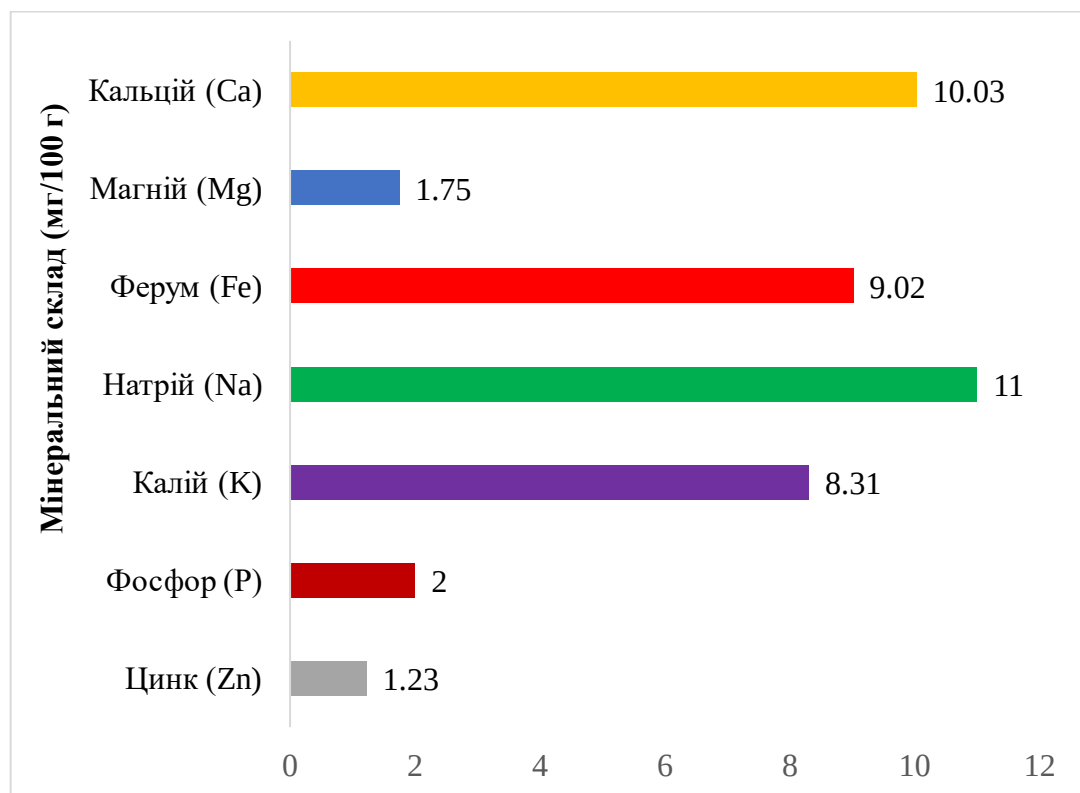


Рис. 3.23. Мінеральний склад м’яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування корму “Ancistrus menu” та кормової добавки “Decapodafood”

За результатами дослідів із згодовування корму “Ancistrus menu” та кормової добавки “Decapodafood” у співвідношені 50 : 50 ми встановили, що

всі показники мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* залишаються високими.

Варто відмітити, що вміст Кальцію був понад 10 мг/100 г, а це нижче від результатів за згодовування кормової добавки “Decapodafood” лише на 4,50 мг/100 г. аналогічно, зазначаємо зниження на 4 одиниці і за вмістом Феруму, Натрію. Порівнюючи згодовування для *Cherax quadricarinatus* лише “Ancistrus menu” та корм доповнений “Decapodafood” зауважуємо суттєву різницю у мінеральному складі: Ферум 6,66 мг/100 г та 9,02 мг/100 г; Натрій 7,00 мг/100 г та 11,00 мг/100 г відповідно. Що стосується мінералів Магній, Фосфор і Цинк різниця у результатах після згодовування “Ancistrus menu” і “Ancistrus menu” + “Decapodafood” (50 : 50) була у межах 0,3–0,6 мг/100 г.

Таким чином, проведені нами дослідження показали, що годівля раків *Cherax quadricarinatus* кормовою добавкою “Decapodafood” сприяє покращенню біологічної цінності отриманого м'яса, що робить його високозасвоюваним та делікатесним продуктом.

РОЗДІЛ 4 **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВОЇ ДОБАВКИ “DECARODAFOOD”**

Враховуючи результати наукових досліджень, отриманих у процесі розробки кормової добавки “Decarodafood”, нами розраховано виробничу собівартість готової продукції. Розрахунки економічної ефективності виробництва кормової добавки “Decarodafood” наведено за цінами на 1 травня 2024 року.

Калькуляція сировини на виготовлення кормової добавки “Decarodafood” представлена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Калькуляція сировини на виготовлення кормової добавки “Decarodafood”

Найменування сировини	Од. вимірювання	Кількість, %	Ціна, грн	Вартість, грн
Концентрат сироваткових білків сухий КСБ-70	кг	50	400	20000
Олія лляна	кг	17	185	3145
Вершки питні (20 % м.ч. жиру)	кг	4	170	680
Морква	кг	6	20	120
Буряк	кг	4	15	60
Капуста	кг	2	15	30
Шкаралупа курячих яєць	кг	4	58,1	232,4
Кора дуба	кг	0,5	250	125
Кропива дводомна	кг	0,5	260	130
Емульгатор	кг	1	550	550
Консервант	кг	0,5	200	100
Вода	л	10,5	0,04	0,42
Всього		100		25172,82

Аналізуючи дані таблиці 4.1 зазначаємо, що нами використано відсоткове співвідношення складників сировини від 0,5 до 50 %. Найбільшу кількість для виготовлення 10 кг кормової добавки “Decapodafood” становив концентрат сироваткових білків сухий КСБ-70. Найменше, застосовано для виготовлення корової добавки, у відсотковому співвідношенні (0,5 %) кори дуба, кропили дводомної та консерванту.

Щодо введення у склад кормової добавки вершків питних, буряка і шкаралупи курячих яєць це – 4 %; дещо більше – 6 % моркви. Щодо лляної олії – її вміст у кормовій добавці в межах 17 %.

Отже, відмічаємо, що вартість 10 кг сировини становить – 2517,28 грн, а вартість 1 кг сировини – 251,73 грн.

Калькуляцію на виготовлення кормової добавки “Decapodafood” для вирощування *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури представлено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Калькуляція на виготовлення кормової добавки “Decapodafood”

Найменування	Од. вимірювання	Сума	На 1 кг
Сировина та матеріали	грн	25172,82	251,73
Електроенергія	грн	500	5,00
Заробітна плата виробничих працівників	грн	1000	10,00
Єдиний соціальний внесок, 22 %	грн	220	2,20
Витрати на утримання та експлуатацію виробничого устаткування	грн	200	2,00
Загальновиробничі витрати	грн	200	2,00
Виробнича собівартість	грн	27292,82	272,93
Адміністративні витрати	грн	100	1,00
Разом	грн	27392,82	273,93
Рентабельність 20 %	грн	5478,56	54,79
Податок на додану вартість 20 %	грн	6574,28	65,74
Реалізаційна вартість	грн	39445,66	394,46

Враховуючи, вище наведені показники калькуляції нами встановлено позитивну тенденцію, а саме: виробнича собівартість разом з адміністративними витратами – 273,93 грн. Позитивною є і рентабельності, який становить 20 %, тим самим відображаючи, що реалізаційна вартість одного кілограма кормової добавки “Decapodafood” становить 394,46 грн.

Отже, в результаті проведених розрахунків отримано основні показники економічної ефективності виробництва кормової добавки “Decapodafood”. Ціна продукції складає 394,46 грн за один кілограм, а ціна “Ancistrus menu” складає 840 грн за один кілограм.

Таким чином, запропонована технологія виробництва кормової добавки «Decapodafood» для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* є економічно ефективною, адже запропонована нами кормова добавка у 2,13 рази дешевша у порівнянні з кормом “Ancistrus menu”.

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Динамічна ситуація в українській економіці змушує фермерів шукати нові можливості для розвитку свого бізнесу [7]. В області споживання продукції аквакультури відбувається розширення спектру делікатесних видів, в тому числі ракоподібних [10, 143].

Новим об'єктом вирощування в аквакультурі України розглядається вид *Cherax quadricarinatus*. Головна мета штучного відтворення австралійського червоноклешневого рака – отримання фізіологічно повноцінної молоді, із високим рівнем виживаності [153]. На ріст та розвиток австралійського червоноклешневого рака впливають фактори абіотичного та біотичного середовища [12].

За удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*, встановлено, що виживаність раків впродовж двох місяців підрощення за використання розробленого укриття із полімерних труб скріплених стяжками становить, в середньому 58 %, а за використання конструкції для укриття ракоподібних близько 75%. Запропонована технологія покращує загальний функціональний стан організму після зміни хітинового покриву (линьки), забезпечує зменшення прояву канібалізму та мінімізує стрес в умовах інтенсивної технології вирощування, оптимізує процес обслуговування системи штучного укриття. Отримані дані щодо використання полімерних труб у якості укриття узгоджуються з науковцями [62, 63].

Під час зміни хітинового покриву із втратою панцира раки є вразливими до різного впливу абіотичних та біотичних факторів [18]. Під час формування панциру та для швидкої інтенсивності росту організму молоді австралійського рака йому необхідно надходження з кормами великої кількості макроелементів таких як Кальцій і Фосфор [70].

Обґрунтовано рецептурний склад кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. У своєму складі кормова добавка містить концентрат сироваткових білків (сухий КСБ-70), лляну олію, вершки, моркву, столовий буряк, капусту білокачанну, кропиву, кору дуба, шкаралупу курячих яєць, емульгатор та консервант. Кормова добавка містить, в середньому в 1,8 раза більше білкових речовин, ніж акваріумний корм “Ancistrus menu”, який зазвичай використовують для годівлі раків в умовах акваріумів.

На підставі аналітичного моделювання рецептурного складу кормової добавки для годівлі австралійського червоноклешневого рака нами розроблено векторну схему технологічного процесу виробництва кормової добавки “Decapodafood”.

Розроблена кормова добавка “Decapodafood” характеризується високим вмістом білку, наявністю рослинної сировини, яєчної шкаралупи, які багаті на вітаміни, мінеральні речовини, поліфенольні сполуки, споживання яких дозволить раками підвищити інтенсивність їх росту, зменшити канібалізм та збільшити вихід м'яса. У своєму дослідженні [102] повідомили, що раки, яких годували раціоном з додаванням 6 % яєчної шкаралупи, линяли частіше порівняно з 3 % і 12 %. Також відмічено, що додавання яєчної шкаралупи до корму не мало значного впливу на жорсткість води. Це пояснюється тим, що карбонат кальцію (CaCO_3) має дуже низьку розчинність у воді, що зумовлює мінімізацію впливу різних стресфакторів.

За розроблення нового корму чи кормової добавки для годівлі різного виду продуктивних тварин чи птиці передбачається ґрунтовна оцінку їх за комплексом показників, які мають бути введені у технічні умови на даний продукт. Ці показники характеризують поживну й біологічну цінність кормової добавки, а також містять ряд вимог щодо її безпечності за мікробіологічними показниками. Така вимога необхідна для контролювання якості кормової добавки та збалансування раціону за енергетичним та вітамінно-мінеральним складом [26].

Встановлено, що кормова добавка “Decapodafood” – білково-жировий кормовий продукт, оскільки в його складі переважає вміст білку та жиру, який сумарно становить 60,5 %. Нами у кормовій добавці встановлено значний вміст клітковини, що є позитивно, адже даний вид раків потребує споживання такого важко перетравленого вуглеводу [77, 78]. З мінеральних речовин виявлено високий вміст Кальцію та Фосфору – 4,5 та 0,8 г, відповідно, що є наслідком додавання шкаралупи курячого яйця. При цьому калорійність 100 г кормової добавки становить приблизно 380 ккал.

Кормова добавка має вигляд гранул діаметром 5–7 мм, що забезпечує відмінне захоплення корму молоддю австралійського *раку* *Cherax quadricarinatus*. Дані, щодо діаметру гранули узгоджуються з дослідженнями [97].

“Decapodafood” містить важливі провітаміни і вітаміни, які наявні у рецептурному складі сировини. Зокрема виявлено, закономірний вміст бета-каротину – $3,4 \pm 0,3$ мг/%, оскільки він є в овочах (моркві, буряку та лляній олії). Наявний вміст вітаміну С у кількості $5,8 \pm 0,2$ мг/%, так як основним його джерелом вважається капуста білокачанна, столовий буряк, кропива. Кількість вітаміну D₃ становила 1570 ± 87 МО, токоферолу – $8,2 \pm 0,3$ мг/%, що вважається досить суттєвим, а джерелом їх в кормовій добавці, є в основному лляна олія. Визначені нами вітаміни групи В були присутні у незначних кількостях.

Корми для продуктивних тварин підлягають контролю за мікробіологічними показниками, зокрема за вмістом МАФАНМ. За цим мікробіологічним показником в 1 г корму кількість мікроорганізмів не повинна перевершувати 5×10^5 КУО [24].

Встановлено, наявність МАФАНМ у свіжовиготовленій кормовій добавці в середньому в 2,8 раза менше, порівнюючи з кількістю, яка нормується у кормі для продуктивних тварин. За обсіменінням БГКП кормова добавка характеризувалася високими показниками, так як титр був більше як в 100 разів менший, що свідчить на значний запас мікробіологічної

стійкості даного корму до зберігання. Також про безпечність для безхребетних тварин даного корму вказує відсутність у ньому патогенних мікроорганізмів (сальмонел і лістерій) у визначеній кількості кормової добавки.

Встановлено, що зберігання кормової добавки “Decapodafood” без охолодження за кімнатної температури не можна довше, ніж 3–4 доби без видимих мікробіологічних змін. Кормову добавку “Decapodafood” можна зберігати в умовах побутового холодильника без зміни нормативів мікробіологічної якості впродовж 15 діб.

Для тривалого зберігання рослинної сировини, швидкопсувних кормів для тварин використовують замороження [129].

Встановлено, що мезофільна мікрофлора кормової добавки під час її зберігання в замороженому стані впродовж шести місячного періоду не збільшувалася, але навіть поступово відмирала через несприятливий температурний режим. Зокрема, впродовж шести місяців зберігання її вміст зменшився в 1 г кормової добавки “Decapodafood” в середньому в 1,5 раза. Тому ми вважаємо, що після виготовлення кормової добавки у вигляді гранул їх можна заморожувати й зберігати тривалий час та поступово використовувати у годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака.

Враховуючи цінність м’яса австралійських раків, перспективним напрямом роботи в аквакультурі є розроблення кормових сумішей, споживання яких сприяє максимальній конверсії корму та підвищує біологічну цінність отриманого м’яса.

За згодовування кормової добавки “Decapodafood” приріст довжини раків був у 1,8 раза ($p \leq 0,05$) більший впродовж першого місяця вирощування, ніж у раків, яких годували кормом “Ancistrus menu”. У період вирощування з 120 по 150 добу, приріст довжини раків у дослідній групі був у 2,0 раза ($p \leq 0,05$) більший, у порівнянні з раками у контрольній групі за аналогічний період.

Встановлено, що згодовування кормової добавки “Decapodafood”, яка у своєму складі містить в 1,8 раза більше білкових речовин та в 4,6 раза жиру, сприяє інтенсивнішому збільшені величини раків. За згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” інтенсивність нарощування маси тіла була, в середньому в 1,4 раза ($p \leq 0,05$) сильніша, порівнюючи зі раками контрольної групи. На 150 добу вирощування у даній дослідній групі раків маса становила $8,1 \pm 0,2$ г, що на $0,8 \pm 0,1$ г більше, ніж у контрольній групі раків.

Важливим показником, який впливає на економічну ефективність вирощування раків у штучних умовах, є виживаність [81].

Встановлено найбільшу кількість раків на закінчення досліду в групі, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”. Зокрема у даній групі виживаність становила 74 %, що на 20 % більша кількість живих екземплярів, порівнюючи з контрольною групою раків та на 8 %, ніж у дослідній групі, які живилися змішаним кормом. Найбільшу виживаність серед раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, можна пояснити наявністю у її складі значної кількості легкозасвоюваних протеїнів (37 %) та мінеральних речовин.

Розроблена шкала балів для оцінки забарвлення *Cherax quadricarinatus* при згодовуванні різними видами корму. Визначення забарвлення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* проходить поетапно: оцінку забарвлення слід проводити за денного освітлення на світлому фоні, для усунення впливу суміжних кольорів; кольорові форми шкали розташовують горизонтально до верхньої частини екзоскелету раків, спрямовуючи погляд вертикально зверху; узгодження результату оцінки забарвлення проводить не менше 3-х фахівців; для уникнення “вицвітання” або інших змін у кольорах шкали, її необхідно зберігати у закритому футлярі, з уникненням прямих сонячних променів.

Аналізуючи дані згодовування ракам корму “Ancistrus menu”, відмічаємо переважання світлого забарвлення екзоскелету, що зумовлено

нестачею каротиноїдів у складі корму та відповідає згідно шкали балу 3, диференціації – А.

Згодовування кормової добавки “Decapodafood” сприяє насиченому зеленому забарвленню. За розробленою нами бальною шкалою відповідає балу – 5, диференціації – В.

Згодовування ракам комбінації кормової добавки “Decapodafood” + “Ancistrus menu” також дало темне забарвлення, що відповідає 4 балам, диференціації – В. Комбінація корму не є ефективною тому, що з двох типів під час експерименту раки надавали перевагу кормовій добавці “Decapodafood”.

Результати виконаного експерименту вказують на принципову можливість та перспективність використання бальної шкали для оцінювання забарвлення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*.

Досліджено харчову та енергетичну цінність м'яса раків за годівлі їх розробленою нами кормовою добавкою “Decapodafood”. Зокрема у дослідному м'ясі виявляємо меншу (на 0,68 %) кількість води, порівнюючи з контрольним м'ясом, водночас наявна більша кількість білку (на 0,51 %). Енергетична цінність м'яса раків також була найбільша за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood” і становила $89,3 \pm 0,1$ ккал, що на 4,3 ккал більше, ніж за годівлі раків кормом “Ancistrus menu”. За аналізу м'яса раків, яким згодовували корм “Ancistrus menu” та кормову добавку “Decapodafood” у співвідношенні 50 : 50 виявлено, проміжні результати, як за харчовою, так і енергетичною цінністю. Тобто, показники м'яса раків були кращі, ніж за годівлі кормом “Ancistrus menu”, водночас дещо нижчі, ніж за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood”.

Біологічна цінність білкового продукту, такого як м'ясо, визначається не тільки за вмістом амінокислот, а й за співвідношенням кількості незамінних до замінних амінокислот [102, 103].

Встановлено, більший кількісний вміст усіх амінокислот у складі м'яса раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з

м'ясом раків контрольної групи. Зокрема, серед ідентифікованих нами вісім незамінних амінокислот кількість Треоніну і Валіну у м'ясі раків дослідної групи, яким годували “Decapodafood” становила $6,7 \pm 0,3 - 6,4 \pm 0,3$ мг/г, що в 1,5 та 1,4 раза відповідно ($p < 0,05$) більше, ніж у м'ясі контрольної групи раків. Вірогідне збільшення вмісту було і таких незамінних амінокислот, як Метіоніну і Лізину, кількість яких була в 1,3 раза ($p < 0,05$) більша у м'ясі раків за годівлі кормовою добавкою “Decapodafood”, ніж у м'ясі за використання акваріумного корму “Ancistrus menu”.

Під час оцінки вмісту частково і повністю замінних амінокислот виявлено аналогічну закономірність, як із незамінними, зокрема наявна більша кількість амінокислот у м'ясі раків, яким годували кормову добавку “Decapodafood”, ніж за годівлі іншими раціонами. Особливо вірогідними були дані за такими незамінними амінокислотами, як Аспарагінова, Тирозин та Пролін, кількість яких у м'ясі дослідної групи була в 1,4 та 1,9 раза ($p < 0,05$) більша, порівнюючи з вмістом у м'ясі раків досліду. Кількість глутамінової кислоти у м'ясі раків за годівлювання кормової добавки “Decapodafood” становила $29,7 \pm 2,1$ мг/г, що в 1,3 раза ($p < 0,05$) більше, ніж за годівлювання акваріумного корму. Вміст інших кислот, хоч і був більший, але різниця не була статистично вірогідна.

Оцінка м'яса раків за одночасного годівлювання кормової добавки “Decapodafood” та корму “Ancistrus menu” не мала статистично вірогідного збільшення амінокислот, порівнюючи з даними за годівлювання тільки корму “Ancistrus menu”. Хоча в середньому встановлено більший вміст, як замінних, так незамінних амінокислот при одночасному годівлюванні двох кормів та меншу, ніж за годівлювання кормової добавки “Decapodafood”.

Було визначено співвідношення між замінними та незамінними амінокислотами і загальною кількістю амінокислот. Адже відповідно до даних ВООЗ та FAO [81, 82], високоякісний білок повинен містити не тільки повний спектр незамінних амінокислот, але й також повинен мати співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами більше 60 %, а

співвідношення незамінних до загальної кількості амінокислот повинно бути більше 40 % [16, 17].

Аналізуючи отримані результати щодо співвідношення між незамінними і замінними амінокислотами у м'ясі раків *Cherax quadricarinatus* за годівлі різними кормами, відмічаємо високу його біологічну цінність, оскільки сума Σ НАК/ Σ ЗАК у всіх пробах становила більше 80 %, що в середньому на 20 % більше, ніж стандартний показник рекомендований FAO/WHO. Співвідношення між незамінними і загальною кількістю амінокислот у м'ясі раків всіх проб суттєво не відрізнялося між собою і становило на рівні 40–41 %, що відповідало показнику добре засвоюваного білка.

Для більш ґрунтовної оцінки м'яса раків за різної годівлі було визначено його жирнокислотний склад. При цьому зацікавленість становили дані щодо м'яса, ракам яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, яка містить у своєму складі лляну олію багату на жирні кислоти омега-3 групи [39, 40].

Відмічалася тенденція залежності жирнокислотного складу м'яса від виду спожитого корму раками. Зокрема, у м'ясі за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відмічається зменшення вмісту насичених жирних кислот, порівнюючи з м'ясом контрольної групи. Так, виявлено в 1,9 раза ($p < 0,05$) менший вміст лауринової кислоти та в 1,5 раза ($p < 0,05$) маргаринової кислоти у м'ясі, ракам яким згодовували кормову добавку “Decapodafood”, порівнюючи з раками, яких годували акваріумним кормом “Ancistrus menu”. Кількість таких насичених жирних кислот, як міристинової й пентадеканової був в середньому в 1,3 раза ($p < 0,05$) менший, вміст інших насичених жирних кислот хоч і був менший, проте статистично не вірогідний.

Серед визначених мононенасичених жирних кислот вірогідне збільшення в 1,4 раза ($p < 0,05$) відмічали лише для пальмітолеїнової кислоти, порівнюючи з її вмістом в контрольному м'ясі. З ідентифікованих нами трьох поліненасичених жирних кислот у дослідному зразку кількість

докозагексаєнної кислоти був у 1,4 раза ($p < 0,05$) більший, ніж у контрольному зразку м'яса. Вміст двох інших поліненасичених жирних кислот (лінолевої й ейкозапентаєнної), хоч і був більший, але не суттєво.

Вміст жирних кислот у складі м'яса раків за згодовування “Ancistrus menu” + “Decapodafood” займав середнє значення між контрольним зразком та зразком, раки якого споживали кормову добавку “Decapodafood”.

Необхідно відзначити, що співвідношення між насиченими і ненасиченими жирними кислотами у м'ясі трьох груп становило 1,4:1; 1,1:1 та 1,2:1. Тобто, за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відбувається збільшення у складі жиру ненасичених жирних кислот, особливо таких цінних і незамінних для споживачів, як лінолева, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова [46, 48].

У мінеральному складі м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів нами ідентифіковано 7 мінеральних речовин: кальцій (Ca), магній (Mg), ферум (Fe), натрій (Na), калій (K), фосфор (P), цинк (Zn). Отримані наукові результати узгоджуються з результатами [49].

Фізіологія ракоподібних, включаючи процес кальцифікації, пов'язана з циклами линьки. Це означає, що ці тварини регулярно знаходять джерело іонів кальцію, швидко доступних відразу після екдизису. Джерела кальцію різноманітні, починаючи від середовища, де живуть раки, і закінчуючи ендогенними відкладаннями кальцію в гастролітах. У результаті, ракоподібні піддаються обміну кальцію впродовж всього життя. Процес мінералізації відбувається шляхом осадження карбонату кальцію в органічній матричній мережі волокон хітин-білків [100].

За згодовування корму “Ancistrus menu” та кормової добавки “Decapodafood” у співвідношені 50 : 50 встановлено, що всі показники мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* залишаються високими.

Варто відмітити, що вміст Кальцію був понад 10 мг/100 г, а це нижче від результатів за згодовування кормової добавки “Decapodafood” лише на 4,50 мг/100 г. Аналогічно, зазначаємо зниження на 4 одиниці і за вмістом

Феруму, Натрію. Порівнюючи згодовування для *Cherax quadricarinatus* лише корму “Ancistrus menu” та корм доповнений кормовою добавкою “Decapodafood” зауважуємо суттєву різницю у мінеральному складі: Ферум 6,66 мг/100 г та 9,02 мг/100 г; Натрій 7,00 мг/100 г та 11,00 мг/100 г відповідно. Що стосується мінералів Магній, Фосфор і Цинк різниця у результатах після згодовування “Ancistrus menu” і “Ancistrus menu” + “Decapodafood” (50 : 50) була у межах 0,3–0,6 мг / 100 г.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі ґрунтовного теоретичного й практичного аналізу удосконалено технологію підрощення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Розроблено рецептурний склад та технологію виробництва високопоживної кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді червоноклешневого рака. Визначено вплив згодовування кормової добавки “Decapodafood” на біологічні показники раків та енергетичну й біологічну цінність отриманого із них м’яса.

1. Удосконалено технологію підрощення австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* шляхом використання розробленого укриття із полімерних труб. Вживаність раків впродовж двох місяців підрощення за використання розробленого укриття із полімерних труб, скріплених стяжками, становить, у середньому 58 %, а за використання конструкції для укриття ракоподібних майже 75 %. Крім того, запропонована технологія покращує загальний функціональний стан організму рака після зміни хітинового покриву (линьки), забезпечує запобігання канібалізму та мінімізує стрес в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування, оптимізує процес обслуговування системи штучного укриття.

2. Обґрунтовано рецептурний склад та технологію виробництва кормової добавки “Decapodafood” для вирощування молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. У своєму складі кормова добавка містить концентрат сироваткових білків (сухий КСБ-70), ляну олію, вершки, моркву, столовий буряк, капусту білокачанну, кропиву, кору дуба, шкаралупу курячих яєць, емульгатор та консервант. Кормова добавка містить, в середньому в 1,8 раза більше білкових речовин, ніж корм для акваріумних риб “Ancistrus menu”, який зазвичай використовують для годівлі раків.

3. За згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” приріст довжини становив $1,1 \pm 0,1$ см за період з 90 по 120 добу вирощування та $1,2 \pm 0,1$ см за період з 120 по 150 добу. При цьому приріст довжини раків був у 1,8 раза більший впродовж першого місяця вирощування, ніж у раків, яких годували кормом “Ancistrus menu”. У період вирощування з 120 по 150 добу, приріст довжини раків був у 2,0 раза більший порівняно з раками у контрольній групі за аналогічний період.

4. За згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” інтенсивність нарощування маси тіла була в середньому в 1,4 раза більша, порівняно з раками контрольної групи (згодовували корм “Ancistrus menu”). На 150 добу вирощування у дослідній групі раків маса становила $8,1 \pm 0,2$ г, що на $0,8 \pm 0,1$ г більше, ніж у контрольній групі. При цьому виживаність у даній групі становила 74 %, що на 20 % більша кількість живих екземплярів, порівняно з контрольною групою раків.

5. Згодовування кормової добавки “Decapodafood” сприяє насиченому зеленому забарвленню хітинового покриву раків. За розробленою нами бальною шкалою відповідає балу – 5, диференціації – В. Виявлено вищу енергетичну цінність м’яса раків за годівлі їх кормовою добавкою “Decapodafood”. Зокрема, енергетична цінність м’яса раків становила $89,3 \pm 0,1$ ккал, що на 4,3 ккал більше, ніж за годівлі раків акваріумним кормом “Ancistrus menu”.

6. Виявлено більший кількісний вміст усіх амінокислот у складі м’яса раків, яким згодовували кормову добавку “Decapodafood” порівняно з м’ясом раків контрольної групи. Зокрема, статистично значущим був більший вміст у м’ясі таких незамінних амінокислот, як треонін, валін, метіонін, лізин. Крім того, виявлено високу біологічну цінність та засвоюваність м’яса раків, оскільки сума $\Sigma\text{НАК}/\Sigma\text{ЗАК}$ у всіх пробах становила понад 80 %, що в середньому на 20 % більше, ніж стандартний показник рекомендований FAO/WHO.

7. Встановлено залежність жирнокислотного складу м'яса від виду спожитого корму раками. Так, у м'ясі за годівлі раків кормовою добавкою “Decapodafood” відмічається зменшення вмісту насичених жирних кислот порівняно з м'ясом контрольної групи. Серед ненасичених жирних кислот вірогідне збільшення в 1,4 раза відмічали для пальмітолеїнової та докозагексаєнової кислоти порівняно з її вмістом в контрольному м'ясі.

8. За згодовування ракам кормової добавки “Decapodafood” покращується мінеральний склад м'яса порівняно з м'ясом отриманим після згодовування корму “Ancistrus menu”. Зокрема, у м'ясі дослідної групи вміст таких елементів, як Кальцій, Ферум, Натрій, Калій, Фосфор, Магній та Цинк збільшувався в середньому в 2,0 раза, що підтверджує високомінеральний склад кормової добавки “Decapodafood” порівняно з кормом “Ancistrus menu”.

9. У результаті проведених розрахунків отримано основні показники собівартості виробництва кормової добавки “Decapodafood”. Ціна продукції становить 394,46 грн за один кілограм, тимчасом “Ancistrus menu” становить 840 грн за один кілограм. Таким чином, запропонована технологія виробництва кормової добавки “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* є економічно ефективною, адже запропонована нами кормова добавка у 2,13 рази дешевша порівняно з кормом “Ancistrus menu”.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В аквакультурі вирощування ракоподібних пропонується використовувати удосконалену технологію розробленого укриття на основі двох пластин-сепараторів та комплекту труб.

2. Запропоновано використовувати для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* розроблену кормову добавку “Decapodafood” (ТУ У 10.9–00493712-001:2024).

3. Результати дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі в закладах вищої освіти, де проходить підготовка здобувачів вищої освіти ОР «Бакалавр» за спеціальність 207 – Водні біоресурси та аквакультура та 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бордунова О.Г. Мікроструктура шкаралупи пташиних яєць за норми та при патологіях : монографія. Суми, 2023. 168 с.
2. Вдовенко Н.М. (2011). Виробництво та споживання продукції аквакультури як ознака рівня економічного розвитку країни. Агросвіт. № 21. С. 17–23.
3. Герасимчук В.В., Шарило Ю.Є., Вдовенко Н.М. та ін. Практичні рекомендації щодо виробництва раків для створення додаткових порівняльних переваг на ринку. Київ, 2019. 26 с.
4. Голубець О.В., Вудмаска І.В. Визначення жирнокислотного складу ліпідів методом капілярної газорідинної хроматографії. Методичні рекомендації. Львів, 2015. – 37 с.
5. Гончарова О.В., Sekiou O., Кутіщев П.С. (2021). Фізіолого-біохімічні аспекти адаптаційно-компенсаторних процесів організму гідробіонтів під впливом технологічних чинників. Рибогосподарська наука України. № 4. С. 101–114. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.04.101>
6. Гончарова О.В., Кутіщев П.С. (2023). Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на фоні євроінтегрування інноваційних рішень. Водні біоресурси та аквакультура. Вип. 1. С. 73–82. <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6>
7. Гончарова О.В., Тараненко В.С., Ляшко В.О., Половинка І.Є., Сосницький В.А. (2018). Аналіз технологічних аспектів вирощування гідробіонтів на тлі використання ресурсозберігаючих технологій в аквакультурі. Молодий вчений. № 9(1). С. 203–206.
8. Гриневич Н.Є. (2016). Особливості використання біофільтрів з різними типами наповнювача в установках замкнутого водопостачання в аквакультурі. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Т. 18, № 3 (70). С. 57–61. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7013>

9. Гриневич Н.Є., Жарчинська В.С. (2024). Мікробіологічна оцінка корму “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 135 (1), 226–232. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.30>
10. Гриневич Н.Є., Жарчинська В.С., Світельський М.М., Хом’як О.А., Слюсаренко А.О. (2022). Перспективний об’єкт аквакультури ракоподібних *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): біологія, технологія (огляд). Водні біоресурси та аквакультура, 1, 47–62. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>
11. Гриневич Н.Є., Хом’як О.А., Присяжнюк Н.М., Михальський О.Р. (2019). Аналіз гідротехнологічної складової індустріальних акваферм за замкнутого водопостачання. Водні біоресурси та аквакультура. Вип. 2. С. 59–76. <https://doi.org/10.32851/wba.2019.2.5>
12. Димань Т., Гриневич Н., Мазур Т. Безпека харчових гідробіонтів : підручник. Київ, 2022. 256 с.
13. ДСТУ 7357 : 2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Чинний від 01.01.2014.
14. ДСТУ 8718 : 2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення золи та мінеральних домішок. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73418
15. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT). Чинний від 01.07.2005.
16. ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підраховування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення (ISO 11290-1:1996, IDT). Чинний від 01.10.2004.

17. ДСТУ ISO 1442 : 2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод).

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_1442_2005.pdf

18. ДСТУ ISO 4833:2006 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. Техніка підрахування колоній за температури 30 °C (ISO 4833:2003, IDT). Чинний від 01.10.2007.

19. ДСТУ ISO 7027:2003 Якість води. Визначання каламутності (ISO 7027:1999, IDT). URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=57251

20. ДСТУ ISO 7887:2003 Якість води. Визначання і досліджування забарвленості (ISO 7887:1994, IDT). URL: https://budstandart.ua/normative-document.html?id_doc=72427&minregion=852

21. Дюдяєва О.А., Бех В.В. (2020). Харчова безпека вітчизняної продукції аквакультури як гарантована передумова виходу на зовнішні ринки. Водні біоресурси та аквакультура. Вип. 1. С. 44–60. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.1.5>

22. Ємцев В.І., Слободянюк Н.М., Ємцева Г.Ф. Рибне господарство України: сучасний стан та перспективи відновлення. Наукові інновації та передові технології. 2022. № 9(11). С. 314–326. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2022-9\(11\)-314-326](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2022-9(11)-314-326)

23. Жарчинська В.С., Гриневич Н.Є. (2022). Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 24 (96), 16–23. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9603>

24. Жарчинська В.С., Гриневич Н.Є. (2023). Оцінювання енергетичної та біологічної цінності м'яса *Cherax quadricarinatus* за годівлі раків різними видами кормів. Збірник наукових праць “Технологія

виробництва і переробки продукції тваринництва”, 2, 12–21.
<https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-182-2-12-21>

25. Жарчинська В.С., Гриневич Н.Є. (2023). Характеристика показників мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 133, 339–345. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.45>

26. Іщук О.В., Світельський М.М., Матковська С.І., Слюсар М.В., Ковальчук І.І. (2024). Сучасний стан та тенденції розвитку аквакультури ракоподібних. Український журнал природничих наук. № 7. С. 18–24. DOI: 10.32782/naturaljournal.7.2024.2

27. Кирилюк О.Ф. Теоретичні аспекти забезпечення раціонального харчування населення та його вплив на формування попиту на продовольчому ринку України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2011. Вип. 76. С. 213–221.

28. Коваленко Б.Ю., Вдовенко Н.М., Шарило Ю.С., Плічко В.Ф., Дмитришин Р.А., Коваль В.В., Андрущенко А.В., Павленко Н.Г. Інструменти регулювання та механізми реалізації комбінованих технологічних рішень виробництва австралійського червоноклешневого рака в умовах зростання попиту на нішеву продукцію. Методичні рекомендації. Київ: НУБіП України. 2023. 26 с.

29. Кравцова О.Л., Чечет О.М., Гайдей О.С., Шуляк С.В., Гереймович В.Л., Марчук О.О., Шалімова Л.О., Баланчук Л.В., Олексієнко І.С. (2022). Моніторинг якості та безпечності кормів для тварин за мікробіологічними критеріями. Грааль науки. № 18-19. С. 143–151. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.25>

30. Кушнір І.М., Колодій Г.В., Мурська С.Д., Семен І.С., Бербєка У.З. (2021). Дослідження кормів для продуктивних тварин для визначення загального мікробного забруднення. Науково-технічний вісник Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів і

кормових добавок та Інституту біології тварин. Вип. 22. № 2. С. 230–236.
<https://doi.org/10.36359/scivp.2021-22-2.26>

31. Левицький Т.Р. (2014). Оцінка безпечності технологічних кормових добавок. Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. Вип. 15, № 4. С. 76–82.

32. Лялик А.Т., Покотило О.С., Кухтин М.Д. (2019). Мікробіологічні показники сиркової пасти з умістом лляної олії за різних температур зберігання. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Харчові технології. Т. 21. № 91. С. 124–129. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9121>

33. Мельниченко С.Г., Бабушкіна Р.О., Маркелюк А.В. (2020). Аналіз сучасного стану водних біоресурсів України. Водні біоресурси та аквакультура. Вип. 2. С. 42–47. <https://doi.org/10.32851/wba.2020.2.4>

34. Методичні вказівки щодо лабораторного контролю якості продукції громадського харчування “Порядок відбору проб та фізико-хімічні методи випробувань” МВ N 1-40/3805.

35. Миськовець Н.П. (2020). Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рибного господарства України. Бізнес Інформ. № 3. С. 104–111. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-3-104-111>

36. Михальчишина Л.Г., Сіненко І.О. (2020). Стратегічні напрями розвитку аквакультури в Україні. Економіка і управління бізнесом. Т. 11. Вип. 2. С. 1–18. <http://dx.doi.org/10.31548/bioeconomy2020.02.072>

37. Мостенська Т.Л., Кундєєва Г.О. (2016). Харчування як складова продовольчої безпеки. Наукові праці Національного університету харчових технологій. Т. 22, № 3. С. 113–122.

38. Муженко А.В. (2020). Вплив температури води та різного рівня кисню у ній на живу масу раків. Матеріали XIX Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції молодих вчених “Молоді вчені у розв’язанні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини”, присвяченої 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук,

професора Яновича Вадима Георгійовича (3-4 грудня, 2020 р.). м. Львів. С. 83.

39. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Євлаш В.В. Фізіологія харчування : підручник. Харків, 2017. 316 с.

40. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. Агроєкологічний журнал. 2022. № 2. С. 34–45. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314>

41. Слюсар М.В., Ковальчук І.І., Кочук-Ященко О.А., Кучер Д.М. (2023). Вплив годівлі на ріст та розвиток молоді австралійських червоноклешневих раків. Таврійський науковий вісник. Вип. 129. С. 315–320. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.129.41

42. Трофимчук А.М., Гриневич Н.Є., Трофимчук М.І., Куновський Ю.В., Бондар О.С., Ткаченко О.В., Савчук О.В. Сучасний стан і тенденції розвитку рибництва в Україні та світі. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». 2021. № 2. С. 123–133. DOI: 10.33245/2310-9289-2021-166-2-123-133

43. Федорович Є.І., Муженко А.В., Слюсар М.В. (2022). Ваговий ріст та збереженість поголів'я раків різних видів залежно від щільності їх посадки. Розведення і генетика тварин. 2022. Вип. 63. С. 136–141. DOI: 10.31073/abg.63.11

44. Федорович Є.І., Муженко А.В., Слюсар М.В. (2022). Зв'язок хімічних та фізичних показників води з морфологічними ознаками раків різних видів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво, 4 (47), 165–170. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.28

45. Федорович Є.І., Муженко А.В., Слюсар М.В., Ковальчук І.І. Особливості процесу линьки раків різних видів. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 126. С. 230–237. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.126.32

46. Федчишин Д.В., Ігнатенко І.В. Органічне виробництво продукції аквакультури в Україні: особливості та перспективи. Право і суспільство. 2021. № 6. С. 138–145. <https://doi.org/10.32842/2078-3736/2021.6.20>

47. Цехмістренко С.І. Біохімія пташиного яйця: навч. посібник / С. І. Цехмістренко, О. С. Цехмістренко .- Біла Церква, 2023 .- 152 с.
48. Юкало В.Г., Дацишин К.Є. (2023). Комбінація сефадексів для виділення протеїнових фракцій з сироватки молока. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Харчові технології. Т. 25. № 99. С. 3–7. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9901>
49. Achmad H., Chaklader M.R., Fotedar R.K., Foysal M.J. (2023). From waste to feed: Microbial fermented abalone waste improves the digestibility, gut health, and immunity in marron, *Cherax cainii*. Fish & Shellfish Immunology. Vol. 137. 108748. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2023.108748>
50. Ackefors H. Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. Fish and Fisheries. 2000. Vol. 1(4). pp. 337–359. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2000.00023.x>
51. Arias, A., Torralba-Burrial, A. (2021). “First record of the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) on the Iberian Peninsula”. Limnetica, 40, 33–42. <https://doi.org/10.23818/limn.40.03>
52. Asher A. (2020). Converging innovative technologies in intensive production of redclaw crayfish seedstock. Hatchery Feed & Management, 8, 12-15.
53. Azhar M.H., Suciyo S., Budi D.S. et al. Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. Aquacult. Int. 2020. Vol. 28. pp. 1293–1304. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526-z>
54. Bhavan P., Radhakrishnan S., Seenivasan C., Shanthi R., Poongodi R., Kannan S. (2010). Proximate composition and profiles of amino acids and fatty acids in the muscle of adult males and females of commercially viable prawn species *Macrobrachium rosenbergii* collected from natural culture environments. International Journal of Biology, 2(2), 107-119. <https://doi.org/10.5539/ijb.v2n2p107>
55. Blaha M., Patoka J., Kozak P. et al. Unrecognised diversity in New Guinean crayfish species (Decapoda, Parastacidae): The evidence from molecular

data. Integrative Zoology. 2016. Vol. 11. pp. 457–468.
<https://doi.org/10.1111/1749-4877.12211>

56. Bondad-Reantaso M.G., Subasinghe R.P., Josupeit H. et al. (2012). The role of crustacean fisheries and aquaculture in global food security: Past, present and future. Journal of Invertebrate Pathology. Vol. 110(2). P. 158–165.
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.03.010>

57. Boyd C.E., McNevin A.A., Davis R.P. (2022). The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. Food Security, 14, 805-827.
<https://doi.org/10.1007/s12571-021-01246-9>

58. Calvo N.S. et al. Starvation resistance in juvenile freshwater crayfish/ Aquatic biology. 2012. Vol. 16. P. 287–297. <https://doi.org/10.3354/ab00451>

59. Calvo N.S., Stumpf L., Pietrokovsky S. et al. Early and late effects of feed restriction on survival, growth and hepatopancreas structure in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture. 2011. Vol. 319. pp. 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.033>

60. Calvo N.S., Stumpf L., Sacristan H.J., López Greco L.S. Energetic reserves and digestive enzyme activities in juveniles of the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* nearby the point-of-no-return. Aquaculture. 2013. Vol. 416–417. pp. 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.08.017>

61. Calvo N.S., Tomas A.L., Lopez L.S. (2013). Influencia de la disposición espacial y la superficie de refugios sobre la supervivencia y el crecimiento de juveniles de *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae) y su aplicación al cultivo intensivo.; Univ Catolica de Valparaiso; Latin American Journal Of Aquatic Research; 41, 4, 732–738.

62. Calvo N.S., Tropea C., Anger K., Lopez-Greco L.S. (2012). Starvation resistance in juvenile freshwater crayfish. Aquatic Biology, 16, 287–297. <https://doi.org/10.3354/ab00451>

63. Campana-Torres A., Martinez-Cordova L.R., Villarreal-Colmenares H., Civera-Cerecedo R. (2006). Carbohydrate and lipid digestibility of animal and vegetal ingredients and diets for juvenile Australian redclaw crayfish, *Cherax*

quadricarinatus. Aquaculture. Nutrition, 12, 2, 103-109.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00388.x>

64. Cheng S., Wei Y., Jia Y., Li F., Chi M., Liu S., Zheng J., Wang D. (2020). A study on primary diets for juveniles of red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture Research, 52(5), 2138–2145.
<https://doi.org/10.1111/are.15066>

65. Cheng Y., Wu S. (2019). Effect of dietary astaxanthin on the growth performance and nonspecific immunity of red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. Aquaculture, 512, 734341.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734341>

66. Crandall K.A., & Grave S.D. (2017). An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. Journal of Crustacean Biology, 37(5), 615-653.
<https://doi.org/10.1093/jcblol/rux070>

67. Dammannagoda L.K., Pavasovic A., Hurwood D.A. and Mather P.B. Effects of soluble dietary cellulose on specific growth rate, survival and digestive enzyme activities in three freshwater crayfish (*Cherax*) species. Aquaculture Research. 2015. Vol. 46(3). pp. 626–636. <https://doi.org/10.1111/are.12209>

68. Daubnerová I., Žitňan D. (2021). Ecdysis triggering hormone. Handbook of Hormones (Second Edition). Vol. 2. P. 829–831.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820649-2.00224-2>

69. Díaz F.C., Tropea C., Stumpf L., & López Greco L-S. (2017). Effect of food restriction on female reproductive performance in the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae, Decapoda). Aquaculture Research, 48(8), 4228-4237. <https://doi.org/10.1111/are.13244>

70. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. (2010). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:En:PDF>

71. FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
72. FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
73. FAO. 2023. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome. 384 p. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>
74. Fatihah, S.N., Muhd-Farouk, H., Raduan, N.I.I., Leong-Seng, L., Ikhwanuddin, M. Effect of Substrate on Growth, Survival and Molting in Juvenile Red Claw, *Cherax quadricarinatus*. Preprints 2020, 2020090163.
75. Fauconneau B., Alami-Durante H., Laroche M., Marcel J., Vallot D. (1995). Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*. 129, 265–297. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00309-C](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00309-C)
76. Foysal M.J., Fotedar R., Tay C.Y., Gupta S.K. Biological filters regulate water quality, modulate health status, immune in dices and gut microbiota of freshwater crayfish, marron (*Cherax cainii*, Austin, 2002). *Chemosphere*. 2020. 247:125821. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.125821
77. Ghanawi J., Saoud I. P. (2012). “Molting, reproductive biology, and hatchery management of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868)”. *Aquaculture*. Vol. 358–359. P. 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.06.019>
78. Gorzelnik S.A., Zhu X., Angelidaki I., Koski M. et al. (2023). *Daphnia magna* as biological harvesters for green microalgae grown on recirculated aquaculture system effluents. *Science of The Total Environment*. Vol. 873. 162247. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162247>
79. Guo Y., Gu S., Wang X., Zhuang K., Wang S., Shi J. (2015). Nutrients and non-volatile taste compounds in Chinese mitten crab by-products. *Fisheries Science*, 81, 193–203. <https://doi.org/10.1007/s12562-014-0816-9>
80. Gutekunst, J., Andrianntsoa, R., Falckenhayn, C. (2018). Clonal genome evolution and rapid invasive spread of the marbled crayfish. *Nature Ecology & Evolution*, 2, 567–573. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0467-9>

81. Haubrock P.J., Oficialdegui F.J., Zeng Y., Patoka J., Yeo D.C.J., Kouba A. (2021). The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. *Reviews in Aquaculture*, 13(3), 1488-1530. <https://doi.org/10.1111/raq.12531>
82. Hou S., Li J., Zhang Y., Huang J., Wu X., & Cheng Y. (2021). Effects of fish meal replacement with protein mixtures on growth, gonad development and amino acid composition of pre-adult red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (*Decapoda, Cambaridae*), *Crustaceana*, 94(10), 1161-1186. <https://doi.org/10.1163/15685403-bja10150>
83. Hrynevych N.Ye., Zharchynska V.S. Innovative directions of the biotechnology of growing *Cherax quadricarinatus* the aquaculture of Ukraine. P. 221–235. Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine : Scientific monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. 476 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-11>
84. Inoue T., Simpson K.L., Tanaka Y., Sameshima M. (1988). Condensed astaxanthin of pigmented oil from crayfish carapace and its feeding experiment. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 1, 103-106. <https://doi.org/10.2331/suisan.54.103>
85. Joint FAO/WHO. Protein quality evaluation. FAO Food Nutr. Pap. 1991, 51, 1–66.
86. Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition. In WHO Technical Report Series; WHO: Geneva, Switzerland, 2007; Volume 935, pp. 1–265.
87. Jones C.M. (1995). Production of juvenile redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) (*Decapoda, Parastacidae*) I. Development of hatchery and nursery procedures. *Aquaculture*, 138, 221-238. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)00068-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)00068-2)
88. Jones C.M., Valverde C. (2020). Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Freshwater Crayfish*, 25(1), 1–6. <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001>

89. Kawai T., Policar T., Kouba A. (2021). Gill morphology and formulae of European Astacidae. *Freshwater Crayfish*, 26(2), 127–137. <https://doi.org/10.5869/fc.2021.v26-2.127>
90. Kukhtyn M., Salata V., Berhilevych O., Malimon Z., Tsvihun A., Gutyj B., & Horiuk Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602-611. <https://doi.org/10.5219/1381>
91. Lialyk A., Pokotylo O., Kukhtyn M., Beyko L., Horiuk Y., Dobrovolska S., & Mazur O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216-222. <https://doi.org/10.36547/nbc.v19i2.776>
92. Lifshitz F. (2009). Nutrition and growth. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 1, 157–163. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.v1i4.39>
93. Liu C., Li M., Wang Y., Yang Y., Wang A., Gu Z. (2022). Effects of high hydrostatic pressure and storage temperature on fatty acids and non-volatile taste active compounds in red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). *Molecules* 2022, 27(16), 5098; <https://doi.org/10.3390/molecules27165098>
94. Liu C., Meng F., Tang X., Shi Y., Wang A., Gu Z., Pan Z. (2018). Comparison of nonvolatile taste active compounds of wild and cultured mud crab *Scylla paramamosain*. *Fisheries Science*, 84, 897-907. <https://doi.org/10.1007/s12562-018-1227-0>
95. Lodge D.M., Deines A., Gherardi F., Arcella T. (2012). Global introductions of crayfishes: evaluating the impact of species invasions on ecosystem services. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 43, 449–472. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-111511-103919>
96. Luquet G. (2012). Biomineralizations: insights and prospects from crustaceans. *Zookeys*, 176. P. 103–121. <https://doi.org/10.3897/zookeys.176.2318>
97. Marques A., Teixeira B., Barrento S., Anacleto P., Carvalho M.L., Nunes M.L. (2010). Chemical composition of Atlantic spider crab *Maja*

brachydactyla: Human health implications. Journal of Food Composition and Analysis, 23, 3, 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.10.007>

98. Masser M.P. and Rouse B.D. Australian Red Claw Crayfish. 1997. SRAC Publication № 244. The Alabama Cooperative Extension Service, USA.

99. Méndez-Martínez Y., Ceseña C.E., Luna-González A., García-Guerrero M.U., Martinez-Porchas M. et al. (2021). Effects of different dietary protein energy ratios on growth, carcass amino acid and fatty acid profile of male and female *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) pre-adults. Aquaculture. Nutrition, 27, 2481-2496. <https://doi.org/10.1111/anu.13379>

100. Méndez-Martínez Y., Torres-Navarrete Y.G., Cortés-Jacinto E., GarcíaGuerrero M.U., Hernández-Hernández L.H., Verdecia D.M. (2021). Biological, nutritional, and hematoimmune response in juvenile *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) fed with probiotic mixture. Journal MVZ Cordoba. Vol. 27(3), e2578. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2578>

101. Mohanty B., Mahanty A., Ganguly S., Sankar T.V., Chakraborty K., Rangasamy A., Paul B., Sarma D., Mathew S., Asha K.K. et al. (2014). Amino acid compositions of 27 food fishes and their importance in clinical nutrition. Journal of Amino Acids, Article ID 269797. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/269797>

102. Nanda P.K., Das A.K., Dandapat P., Dhar P., Bandyopadhyay S., Dib A.L., Lorenzo J.M., Gagaoua M. (2021). Nutritional aspects, flavour profile and health benefits of crab meat based novel food products and valorisation of processing waste to wealth: A review. Trends in Food Science & Technology, 112, 252-267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.059>

103. Naranjo-Páramo J., Hernández-Llamas A., Vargas-Mendieta M., Mercier L., Villarreal H. (2018). Dynamics of commercial size interval populations of female redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) reared in gravel-lined ponds: A stochastic approach. Aquaculture, 484, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.044>

104. Nightingale J., Jones G., McCabe G., Stebbing P. (2021). Effects of different diet types on growth and survival of white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* in Hatcheries. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9:607100. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.607100>
105. Norshida I., Mohd Nasir MSA, Khaleel A.G., Sallehuddin A.S., Syed Idrus S.N., Istiqomah I., Ahmad, S.K. (2021). First wild record of Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) in the East Coast of Peninsular Malaysia. *BioInvasions Records*, 10(2), 360–368. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.2.14>
106. Panchishnyy M., Shcherbak O., Bazaeva A., & Novitskyi R. (2020). Biological peculiarities of the cultivation of narrow-clawed crayfish *astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (crustacea, decapoda). *Agrology*, 3(2), 92-97. <https://doi.org/10.32819/020012>
107. Patoka J., Kalous L., Kopecky O. (2015). Import of ornamental crayfish: the first decade from the Czech Republic's perspective. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 416, 4. <https://doi.org/10.1051/kmae/2014040>
108. Patoka J., Wardiatno Y., Mashar A., Wowor D., Jerikho R., Takdir M., Purnamasari L., Petrtyl M., Kalous L., Kouba A., Blaha M. (2018). Redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), widespread throughout Indonesia. *BioInvasions Records*, 7(2), 185–189. <https://doi.org/10.3391/bir.2018.7.2.11>
109. Pavasovic A., Anderson A.J., Mather P.B., Richardson N.A. (2007) Influence of dietary protein on digestive enzyme activity, growth and tail muscle composition in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). *Aquaculture Research* 38, 644–652. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01708.x>
110. Pavasovic A., Anderson A.J., Mather P.B., Richardson N.A. (2007) Effect of a variety of animal, plant and single cell-based feed ingredients on diet digestibility and digestive enzyme activity in redclaw crayfish, *Cherax*

quadricarinatus (Von Martens 1868). Aquaculture. 272, 564–572.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.027>

111. Penn J.W., Caputi N., Lestang S. et al. (2019). Crustacean Fisheries. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition), 2, P. 324–337. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09577-4>

112. Qian D., Yang X., Xu C., Chen C., Jia Y., Gu Z., & Li E. (2021). Growth and health status of the red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, fed diets with four typical plant protein sources as a replacement for fish meal. Aquaculture Nutrition, 27(3), 795-806. <https://doi.org/10.1111/anu.13224>

113. Rahman M.A., Abdullah N., Aminudin N. (2014). Inhibitory effect on in vitro LDL oxidation and HMG Co-A reductase activity of the liquid-liquid partitioned fractions of *Hericium erinaceus* (Bull.) persoon (lion's mane mushroom). BioMed Research International. Article ID 828149, 9 pages, <https://doi.org/10.1155/2014/828149>

114. Report of an FAO Expert Consultation Dietary protein quality evaluation in human nutrition. 31 March–2 April, 2011 Auckland, New Zealand. FAO Food and nutrition paper 92. P. 66. <https://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>

115. Rigg D.M., Seymour J.E., Courtney R.L. et al. (2020). A review of juvenile Redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) aquaculture: global production practices and innovation. Freshwater Crayfish, 25(1), 13-30. <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.013>

116. Rigg D.P., Courtney R.L., Jones C.M., Seymour J.E. (2021). Morphology and weight-length relationships for the first six instars of *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). Freshwater Crayfish, 26(1), 9–16. <http://dx.doi.org/10.5869/fc.2021.v26-1.9>

117. Rigg D.P., Courtney R.L., Seymour J.E., Jones C.M. (2021). Determining suitable thermal regimes for early instar redclaw juveniles, *Cherax*

quadricarinatus (von Martens, 1868) (Decapoda, Parastacidae), for a proposed nursery phase. Freshwater Crayfish, 26(1), 17–23.

<http://dx.doi.org/10.5869/fc.2021.v26-1.17>

118. Rigg D.P., Seymour J.E., Courtney R.L. et al. (2020). A review of juvenile Red claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) aquaculture: global production practices and innovation. Freshwater Crayfish, 25(1), 13–30. <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.013>

119. Rodríguez-González H., García-Ulloa M., Hernández-Llamas A., Villarreal H. Effect of dietary protein level on spawning and egg quality of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture. 2006. 257, 1–4, 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.01.020>

120. Rodriguez-Gonzalez H., Villarreal H., García-Ulloa M., Hernández-Llamas A. (2009). Dietary lipid requirements for optimal egg quality of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. Journal World Aquaculture Society. 40, 4, 531–539. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2009.00267.x>

121. Roessink I., vanderZon K.A.E., deReus S.R.M.M., Peeters E.T.H.M. Native European crayfish *Astacus astacus* competitive in staged confrontation with the invasive crayfish *Faxonius limosus* and *Procambarus acutus*. PLoSOne. 2022. 27;17(1). doi: 10.1371/journal.pone.0263133

122. Romano N., & Zeng C. (2017). Cannibalism of Decapod Crustaceans and Implications for Their Aquaculture: A Review of its Prevalence, Influencing Factors, and Mitigating Methods. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 25(1), 42–69. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379>

123. Saez-Royuela M., Carral J.M., Celada J.D., Perez J.R. (2001). Effects of shelter type and food supply frequency on survival and growth of stage-2 juvenile white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* Lereboullet) under laboratory conditions. Aquaculture International. Vol. 9(6). PP. 489–497. <https://doi.org/10.1023/A:1020509627870>

124. Sagi A., Shoukrun R., Levy T., Barki A., Hulata G., Karplus I. (1997). “Reproduction and molt in previously spawned and first-time spawning red-claw

crayfish *Cherax quadricarinatus* females following eyestalk ablation during the winter reproductive-arrest period". Aquaculture. Vol. 156(1-2). P. 101–111.

[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00065-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00065-3)

125. Sales J. (2010). Prediction of digestible protein and lipid contents of crustacean feeds. Aquaculture Nutrition, 16(6), 559-568.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00685.x>

126. Saoud I.P., Ghanawi J, Thompson K.R, Webster C.D. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). Journal of the World Aquaculture Society. 2013. Vol. 44. pp. 1–29.

<https://doi.org/10.1111/jwas.12011>

127. Saoud I.P., Yta de Garza., Ghanawi J. (2012). A review of nutritional biology and dietary requirements of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). Aquaculture Nutrition. 18, 4, 349–368.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00925.x>

128. Shao L., Wang C., He J., Wu X., Cheng Y. (2014). Meat quality of chinese mitten crabs fattened with natural and formulated diets. Journal of Aquatic Food Product Technology, 23, 1, 59-72.

<https://doi.org/10.1080/10498850.2012.694583>

129. Shechter A., Berman A., Singer A., Freiman A., Grinstein M., Erez J., Aflalo E. D., Sagi A. (2007). Reciprocal changes in calcification of the gastrolith and cuticle during the molt cycle of the Red Claw Crayfish *Cherax quadricarinatus*. The Biological Bulletin. Vol. 214(2).

<https://doi.org/10.2307/25066669>

130. Shehata A.I., Alhoshy M., Wang M.T. et al. (2022). Dietary supplementations modulate the physiological parameters, fatty acids profile and the growth of red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*), Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 107, 1, 308-328.

<https://doi.org/10.1111/jpn.13704>

131. Shehata A.I., Wang T., Habib Y.J., Wang J. et al. (2020). The combined effect of vitamin E, arachidonic acid, Haemtococcus pluvialis,

nucleotides and yeast extract on growth and ovarian development of crayfish (*Cherax quadricarinatus*) by the orthogonal array design. *Aquaculture Nutrition*, 26(6), 2007-2022. <https://doi.org/10.1111/anu.13142>

132. Shyamal S., Das S., Guruacharya A., Mykles D.L., Durica D.S. (2018). Transcriptomic analysis of crustacean molting gland (Y-organ) regulation via the mTOR signaling pathway. *Scientific Reports*, 8, 7307. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25368-x>

133. Skonberg D.I., Perkins B.L. (2002). Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. *Food Chemistry*, 77, 4, 401-404. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00364-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00364-8)

134. Slusar M., Muzhenko A., Kovalchuk I., Borshchenko V., & Verbelchuk T. Study of the embryonic period of female crayfish egg development in different species. *Scientific Horizons*. 2023. 26(12). P. 22-31. DOI: 10.48077/scihor12.2023.22

135. Stumpf L., Calvo N.S., Diaz F.C. et al. Effect of intermittent feeding on growth in early juveniles of the crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2011. Vol. 319. pp. 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.06.029>

136. Stumpf L., Sarmiento Cárdenas P.N., Timpanaro S., & López Greco L. (2019). Feasibility of compensatory growth in early juveniles of “red claw” crayfish *Cherax quadricarinatus* under high density conditions. *Aquaculture*, 510, 302-310. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.053>

137. Su S., Munganga B.P., Tian C., Li J., Yu F., Li H., Wang M., He X., Tang Y. Comparative Analysis of the Intermolt and Postmolt Hepatopancreas Transcriptomes Provides Insight into the Mechanisms of *Procambarus clarkii* Molting Process. *Life (Basel)*. 2021. 25; 11(6):480. doi: 10.3390/life11060480

138. Sun Y., Shan X., Li D., Liu X., Han Z., Qin J., Guan B., Tan L., Zheng J., Wei M. et al. (2023). Analysis of the differences in muscle nutrition among individuals of different sexes in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Metabolites*, 13, 190. <https://doi.org/10.3390/metabo13020190>

139. Tacon A.G.J., Metian M. (2013). Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21, 1, 22-38. <https://doi.org/10.1080/10641262.2012.753405>
140. Takahashi K., Nagayama T. (2016). Shelter preference in the Marmor krebs (marbled crayfish). *Behaviour*. 153(15). PP. 1913–1930. <https://doi.org/10.1163/1568539X-00003399>
141. Tee Z-B., Ibrahim S., Teoh C-Y. Comparative study on the nutritional content and physical attributes of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) meats. 07 June 2022. Preprint (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1695209/v1>
142. The EU fish market (2018). European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, Director-General. Brussels. 120.
143. The state of world fisheries and aquaculture. Measures to improve resilience. FAO. Rome, 2020. 205 p.
144. Thompson K.R., Muzinic L.A., Engler L.S., Morton S-R, Webster C.D. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research*. 2004. Vol. 35(7). pp. 659–668. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01063.x>
145. Thompson K.R., Muzinic L.A., Yancey D.H., Webster C.D., Rouse D.B., Xiong Y. (2004). Growth, processing measurements, tail meat yield, and tail meat proximate composition of male and female Australian Red Claw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, stocked into earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 16(3/4), 117-129. https://doi.org/10.1300/J028v16n03_08
146. Tropea C., Arias M., Calvo N.S., Lopez-Greco L.S. (2012). Influence of female size on offspring quality of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (*Parastacidae: Decapoda*). *Journal of Crustacean Biology*, 32(6), 883–890. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002103>

147. Vecchioni L., Marrone F., Chirco P., Arizza V., Tricarico E., Arculeo M. (2022). An update of the known distribution and status of *Cherax spp.* in Italy (*Crustacea, Parastacidae*). *BioInvasions Records*, 11, (4), 1045-1055. <https://doi.org/10.3391/bir.2022.11.4.22>
148. Verónica A., Gimenez F. (2013). Digestive physiology of three species of Decapod Crustaceans of Argentina. *Journal of Shellfish Research*, 32(3), 767-777. <https://doi.org/10.2983/035.032.0320>
149. Volpe M.G., Santagata G., Coccia E., Di Stasio M., Malinconico M. And Paolucci M. Pectin-based pellets for crayfish aquaculture: structural and functional characteristics and effects on Redclaw *Cherax quadricarinatus* performances. *Aquaculture Nutrition*. 2015. Vol. 21(6). pp. 814–823. <https://doi.org/10.1111/anu.12204>
150. Wise J. (2016). High intake of saturated fats is linked to increased risk of heart disease. *BMJ*. 355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i6347>
151. Wu X., Zhou B., Cheng Y., Zeng C., Wang C., Feng L. (2010). Comparison of gender differences in biochemical composition and nutritional value of various edible parts of the blue swimmer crab. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 2, 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.007>
152. Yoon D.S., Byeon E., Kim D-H., Lee Y. et al. (2022). “Genome-wide identification of fatty acid synthesis genes, fatty acid profiles, and life parameters in two freshwater water flea *Daphnia magna* strains”. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. Vol. 262. 110774. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2022.110774>
153. Yta A.G., Davis D.A., Rouse D.B., Ghanawi J., Saoud I.P. (2012). Evaluation of practical diets containing various terrestrial protein sources on survival and growth parameters of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture Research*. 43(1), 84–90. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02806.x>

154. Zharchynska V., Hrynevych N. (2023). Aquaculture indicators of young Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* when fed with different feeds. Scientific Horizon. 26 (9), 61–69. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.61>

155. Zheng-Bin T., Saadiah I., Chaiw-Yee T. (2022). Comparative study on the nutritional content and physical attributes of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) meats. 07 June 2022, Preprint (Version 1) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1695209/v1>

ДОДАТКИ

Патент України на корисну модель



Продовження додатку А

(11) 154505

(19) UA

(51) МПК

A01K 61/59 (2017.01)

- | | |
|---|--|
| <p>(21) Номер заявки: u 2022 01416</p> <p>(22) Дата подання заявки: 03.05.2022</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 23.11.2023</p> <p>(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 22.11.2023, Бюл. № 47</p> | <p>(72) Винахідники:
 Жарчинська Валерія Сергіївна, UA,
 Гриневич Наталія Євгеніївна, UA,
 Слюсаренко Алла Олександрівна, UA,
 Хом'як Олександр Андрійович, UA</p> |
|---|--|

- (73) Володілець:
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
 площа Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117, UA

(54) Назва корисної моделі:

КОНСТРУКЦІЯ ДЛЯ УКРИТТЯ РАКОПОДІБНИХ

(57) Формула корисної моделі:

Конструкція для укриття ракоподібних, що складається із системи штучних укриттів, яка відрізняється тим, що має пластини-сепаратори з листового полівінілхлориду та комплект полімерних труб різного діаметра, виконані з можливістю заміни у міру росту особин.

Заявка на корисну модель



МІНЕКОНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
«УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ»
(УКРНОІВІ)

вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ, 01601, тел.: +380 44 209-27-06, +380 67 501-05-95
e-mail: office@nipo.gov.ua, http://www.nipo.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 44673629

Розписка про одержання заявки на корисну модель

Вих.№ 3703/ЗУ/24 від 20.03.2024 Вх.№336389 Дата одержання 19.03.2024 14:46:52

Номер заявки **u 2024 01458** (в подальшому обов'язково посилатись на цей номер)
Заявник БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Назва корисної моделі СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ЗАБАРВЛЕННЯ CHERAX QUADRICARINATUS (VON MARTENS, 1868)
Адреса для листування Патентний відділ БНАУ, площа Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117

Подані матеріали

24/ЗУ/Вх№5599 Заява про видачу патенту на винахід (КМ)
24/ЗУ/Вх№5601 Формула винаходу (КМ) (арк. - 1, прим. - 2).
24/ЗУ/Вх№5600 Опис винаходу (КМ) (арк. - 5, прим. - 2).
24/ЗУ/Вх№5602 Реферат (арк. - 1, прим. - 2).

УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ТА ІННОВАЦІЙ
(УКРНОІВІ)
19 БЕР 2024

Прийняв(ла) Якименко М.Г.

Додаток Б-1

Заявка на корисну модель



МІНЕКОНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
«УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ»
(УКРНОІВІ)

вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ, 01601, тел.: +380 44 209-27-06, +380 67 501-05-95
e-mail: office@nipo.gov.ua, http://www.nipo.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 44673629

Розписка про одержання заявки на корисну модель

Вих.№ 3704/ЗУ/24 від 20.03.2024 Вх.№336401 Дата одержання 19.03.2024 14:53:27

Номер заявки **и 2024 01459** (в подальшому обов'язково посилається на цей номер)
Заявник **БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Назва корисної моделі **СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПУ РОСТУ CHERAX QUADRICARINATUS (VON MARTENS, 1868)**
Адреса для листування **Патентний відділ БНАУ, площа Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117**

Подані матеріали

24/ЗУ/Вх№5603 Заява про видачу патенту на винахід (КМ)
24/ЗУ/Вх№5605 Формула винаходу (КМ) (арк. - 1, прим. - 2).
24/ЗУ/Вх№5604 Опис винаходу (КМ) (арк. - 4, прим. - 2).
24/ЗУ/Вх№5606 Реферат (арк. - 1, прим. - 2).

УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ТА ІННОВАЦІЙ
(УКРНОІВІ)

19 БЕР 2024

Прийняв(ла) Якименко М.Г.

Методичні рекомендації

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Екологічний факультет

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**щодо технології вирощування австралійського червоноклешневого рака
Cherax quadricarinatus в умовах аквакультури**

Біла Церква – 2024 р.

Продовження додатку В**УДК 639.517(07)**

*Рекомендації розглянуті та затверджені
Вченою радою екологічного факультету
Протокол № 6 від 7 березня 2024 року*

Укладачі: Жарчинська В.С. аспірант;
Гриневич Н.Є. д-р. вет. наук, професор

**Методичні рекомендації щодо технології вирощування
австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах
аквакультури / Жарчинська В.С., Гриневич Н.Є. Біла Церква, 2024. 35 с.**

Рецензенти:

Рудь О.Г. канд. вет. наук, доцент кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії Рівненського державного гуманітарного університету.

Світельський М.М. канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

Методичні рекомендації

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Екологічний факультет**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**щодо використання укриття за вирощування австралійського
червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури**

Біла Церква – 2024 р.

Продовження додатку В 1**УДК 639.517(07)**

*Рекомендації розглянуті та затверджені
Вченою радою екологічного факультету
Протокол № 6 від 7 березня 2024 року*

Укладачі: Жарчинська В.С. аспірант;
Гриневич Н.Є. д-р. вет. наук, професор

Методичні рекомендації щодо використання укриття за вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури / Жарчинська В.С., Гриневич Н.Є. Біла Церква, 2024. 16 с.

Рецензенти:

Рудь О.Г. канд. вет. наук, доцент кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії Рівненського державного гуманітарного університету.

Світельський М.М. канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

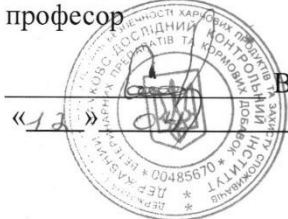
Технічні умови України

ДКПП 10.91.10

УКНД 65.120

ПОГОДЖЕНО

В.о. директора ДНДКІ ветпрепаратів
та кормових добавок, д-р вет. наук,
член-кореспондент НААН України,
професор



В.В. Стибель
«12» _____ 2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор БНАУ
д-р екон. наук, професор



О.А. Шуст
«11» _____ 04 2024 р.

ДОБАВКА КОРМОВА

для годівлі раків *Cherax quadricarinatus*

Технічні умови

ТУ У 10.9 -00493712-001:2024

(Введено вперше) _____

Дата надання чинності 12.04.2024Чинні до 12.04.2029

РОЗРОБЛЕНО

Д-р. вет. наук, професор
кафедри іхтіології та зоології
Білоцерківського НАУ

Н.С. Гриневич
«__» _____ 2024 р.

Д-р с.-г. наук, професор
кафедри харчових технологій і
технології переробки продукції
тваринництва Білоцерківського НАУ

Т.М. Димань
«__» _____ 2024 р.

Аспірант
кафедри іхтіології та зоології
Білоцерківського НАУ

В.С. Жарчинська
«__» _____ 2024 р.

Додаток Д

Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у навчальний процес

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор
наково-педагогічної роботи,
соціального та гуманітарного розвитку
Поліського національного університету
Іван МАРТИНЧУК
« 26 » березня 20 24 р.

А К Т

про впровадження / використання результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 204. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», виконаної Жарчинською Валерією Сергіївною впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін «Раківництво», «Годівля риби».

Результати дисертаційної роботи Жарчинської Валерії Сергіївни щодо удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* використовуються під час читання лекцій, проведення практичних занять, а також під час проведення наукових досліджень на кафедрі біоресурсів, аквакультури та природничих наук у підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» у Поліському національному університеті, м. Житомир.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету (протокол № 13 від 25.03.2024 р.).

Декан факультету
лісового господарства та екології
канд. с.-г. наук, доцент



Анатолій ВИШНЕВСЬКИЙ

Завідувач кафедри
біоресурсів, аквакультури
та природничих наук
канд. с.-г. наук, доцент



Микола СВІТЕЛЬСЬКИЙ

Додаток Д 1

Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у навчальний процес

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор
з науково-педагогічної роботи
Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Ігор ДВИЛЮК
« 24 » лютого 20 24 р.

А К Т

про впровадження / використання результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: «Удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 204. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», виконаної Жарчинською Валерією Сергіївною впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін «Годівля риб», «Аквакультура природних водойм».

Результати дисертаційної роботи Жарчинської Валерії Сергіївни щодо удосконалення технології підрощення та розроблення кормової добавки для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* використовуються під час читання лекцій, проведення практичних занять, а також під час проведення наукових досліджень на кафедрі водних біоресурсів та аквакультури у підготовці фахівців ОР «Бакалавр» зі спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри водних біоресурсів, та аквакультури Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького (протокол № 3 від 08 03 2024 р.).

Декан
біолого-технологічного факультету
канд. с.-г. наук, доцент

Завідувач кафедри
водних біоресурсів та аквакультури
д-р. с.-г. наук, професор



БВ

Андрій БОЙКО

ВІРНО
Юрій ЛОБОЙКО
Львівського
національного університету
ветеринарної медицини
та біотехнологій
імені С.З. Гжицького

О. Теніш

Додаток Е



Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у виробництво

А К Т

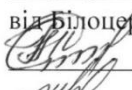
впровадження результатів завершених наукових досліджень

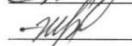
1. **Назва впровадження.** Конструкція для укріття ракоподібних.
2. **Назва впровадження і номер.** Конструкція для укріття ракоподібних. Патент України на корисну модель № 154505. Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 22.11.2023.
3. **Підрозділ установи-розробника.** Кафедра іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету.
4. **Коротка характеристика впровадження.** Конструкція для укріття ракоподібних, шляхом використання двох пластин-сепараторів (або тримачів-сепараторів) та комплекту полімерних труб, які фіксуються за рахунок посадки з натягом, забезпечує запобігання канібалізму серед раків виду *Cherax quadricarinatus* та мінімізацію стресу в умовах інтенсивної біотехнології відтворення та вирощування.
5. **Назва організації, де проведено впровадження.** Фермерське господарство «Доброутвірський рибзавод».
6. **Результати впровадження.** Запропонована конструкція для укріття ракоподібних зменшує їх загибель під час вирощування, покращує загальний функціональний стан організму після зміни хітинового покриву, забезпечує запобігання канібалізму та мінімізує стрес в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування, оптимізує процес обслуговування системи штучних укріттів.

7. Відповідальні за впровадження:

від розробника:

від Білоцерківського національного аграрного університету

 професор, Н.С. Гриневич

 аспірант, В.С. Жарчинська

від підприємства

Директор ФГ «Доброутвірський рибзавод»



Р.І. Депа

М.П.



Акт складений «22» квітня 2024 р.

Додаток Ж 1

Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у виробництво

А К Т

впровадження результатів завершених наукових досліджень

1. **Назва впровадження.** Добавка кормова для годівлі раків *Cherax quadricarinatus*.

2. **Назва впровадження і номер ТУ.** Добавка кормова для годівлі раків *Cherax quadricarinatus* ТУ У 10.9-00493712-001:2024.

3. **Підрозділ установи-розробника.** Кафедра іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету.

4. **Коротка характеристика впровадження.** Кормова добавка "Desapodafood" призначена для введення у раціон годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Кормова добавка містить: концентрат сироваткових білків, олію лляну; вершки питні; моркву, буряк, капусту; шкаралупу курячих яєць; кору дуба, кропиву дводомну; емульгатори і консерванти; воду. Хімічний склад й мікробіологічні показники сухого концентрату сироваткових білків КСБ-70; протеїни; вуглеводи; жири; мінеральні речовини; волога – не більше 7,0%; МАФАНМ, – до 50 000 КУО/г; БГКП – 0,1 г.

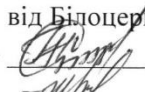
5. **Назва організації, де проведено впровадження.** Фермерське господарство «Добротвірський рибзавод».

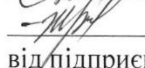
6. **Результати впровадження.** Зменшення прояву канібалізму раків виду *Cherax quadricarinatus*; згодовування харчових інгредієнтів для покращення амінокислотного і жирнокислотного профілю м'яса; збільшення показників інтенсивності росту; підвищення показника виживаності; зменшення собівартості продукції.

7. **Відповідальні за впровадження:**

від розробника:

від Білоцерківського національного аграрного університету

 професор, Н.Є. Гриневич

 аспірант, В.С. Жарчинська

від підприємства

Директор ФГ «Добротвірський рибзавод»



Р.І. Депа

М.П.



Акт складений « 22 » квітня 2024 р.

Додаток Ж 2

Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у виробництво

А К Т

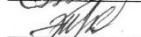
впровадження результатів завершених наукових досліджень

1. **Назва впровадження.** Конструкція для укриття ракоподібних.
2. **Назва впровадження і номер.** Конструкція для укриття ракоподібних. Патент України на корисну модель № 154505. Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей 22.11.2023.
3. **Підрозділ установи-розробника.** Кафедра іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету.
4. **Коротка характеристика впровадження.** Конструкція для укриття ракоподібних, шляхом використання двох пластин-сепараторів (або тримачів-сепараторів) та комплекту полімерних труб, які фіксуються за рахунок посадки з натягом, забезпечує запобігання канібалізму серед раків виду *Cherax quadricarinatus* та мінімізацію стресу в умовах інтенсивної біотехнології відтворення та вирощування.
5. **Назва організації, де проведено впровадження**
ФОП Кулик Вадим Адамович
6. **Результати впровадження.** Запропонована конструкція для укриття ракоподібних зменшує їх загибель під час вирощування, покращує загальний функціональний стан організму після зміни хітинового покриву, забезпечує запобігання канібалізму та мінімізує стрес в умовах інтенсивної технології відтворення та вирощування, оптимізує процес обслуговування системи штучних укриттів.

7. **Відповідальні за впровадження:**

від розробника:

від Білоцерківського національного аграрного університету

 професор, Н.С. Гриневич аспірант, В.С. Жарчинська

від підприємства

ФОП Кулик Вадим Адамович

 В.А. КуликАкт складений « 29 » квітня 2024 р.

Додаток Ж 3

Акти впровадження матеріалів дисертаційної роботи у виробництво

А К Т

впровадження результатів завершених наукових досліджень

1. Назва впровадження. Додаток кормова для годівлі раків *Cherax quadricarinatus*.

2. Назва впровадження і номер ТУ. Додаток кормова для годівлі раків *Cherax quadricarinatus* ТУ У 10.9-00493712-001:2024.

3. Підрозділ установи-розробника. Кафедра іхтіології та зоології Білоцерківського національного аграрного університету.

4. Коротка характеристика впровадження. Кормова добавка "Desapodafood" призначена для введення у раціон годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Кормова добавка містить: концентрат сироваткових білків, олію лляну; вершки питні; моркву, буряк, капусту; шкаралупу курячих яєць; кору дуба, кропиву дводомну; емульгатори і консерванти; воду. Хімічний склад й мікробіологічні показники сухого концентрату сироваткових білків КСБ-70; протеїни; вуглеводи; жири; мінеральні речовини; волога – не більше 7,0%; МАФАНМ,– до 50 000 КУО/г; БГКП – 0,1 г.

5. Назва організації, де проведено впровадження

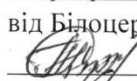
ФОП Кулик Вадим Адамович.

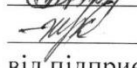
6. Результати впровадження. Зменшення прояву канібалізму раків виду *Cherax quadricarinatus*; згодовування харчових інгредієнтів для покращення амінокислотного і жирнокислотного профілю м'яса; збільшення показників інтенсивності росту; підвищення показника виживаності; зменшення собівартості продукції.

7. Відповідальні за впровадження:

від розробника:

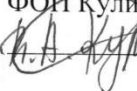
від Білоцерківського національного аграрного університету

 професор, Н.Є. Гриневич

 аспірант, В.С. Жарчинська

від підприємства

ФОП Кулик Вадим Адамович

 В.А. Кулик



Акт складений «29» квітня 2024 р.

Додаток Е

Висновок Етичного комітету у БНАУ з питань поводження з тваринами у наукових дослідженнях та освітньому процесі

Висновок № 7/14

Етичного комітету БНАУ
з питань поводження з тваринами
у наукових дослідженнях та освітньому процесі

Заявка № 7/14 від «1» липеня 2022 р. щодо експертизи планування наукового дослідження в рамках виконання дисертаційної роботи на тему: «Розробка біотехнологічного способу профілактики мікозів представників родини *Parastacidae* та *Astacidae* в умовах аквакультури».

У заявці відмічено, що в процесі проведення наукових досліджень в рамках виконання дисертаційної роботи на кафедрі іхтіології та зоології, передбачається використання окремих малоінвазивних втручань на тваринах, які відповідають легкій ступені важкості згідно «Класифікації процедур по ступені важкості» (Додаток VIII Директиви 2010/63/EU Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу). Зокрема, передбачається використання непроникаючих інструментальних та клінічних методів дослідження, які не впливають суттєво на нормальну активність і поведінку тварин.

Заява щодо експертизи використання тварин в наукових експериментах та освітньому процесі, яка подана на розгляд завідувачем кафедри іхтіології та зоології, професором Гриневич Н.Є.

Розглянута Етичним комітетом на засіданні

«19» серпня 2022 р., Протокол № 14

Рішення Етичного комітету:

Схвалити планування наукового дослідження в рамках виконання дисертаційної роботи на тему: «Розробка біотехнологічного способу профілактики мікозів представників родини *Parastacidae* та *Astacidae* в умовах аквакультури».

Голова



Вафренко О.М.

Секретар

Григорук А.О.

«19» серпня 2022 р.

Наукові праці опубліковані за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2022). Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки, 24 (96), 16–23. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9603>
2. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.,** Світельський М.М., Хом'як О.А., Слюсаренко А.О. (2022). Перспективний об'єкт аквакультури ракоподібних *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): біологія, технологія (огляд). Водні біоресурси та аквакультура, 1, 47–62. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>
3. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Оцінювання енергетичної та біологічної цінності м'яса *Cherax quadricarinatus* за годівлі раків різними видами кормів. Збірник наукових праць “Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”, 2, 12–21. <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2023-182-2-12-21>
4. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Характеристика показників мінерального складу м'яса *Cherax quadricarinatus* за згодовування різних видів кормів. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 133, 339–345. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.45>
5. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2024). Мікробіологічна оцінка корму “Decapodafood” для годівлі молоді австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки, 135 (1), 226–232. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.30>

**Статті в наукових фахових виданнях України, включених до
міжнародних наукометричних баз даних Scopus та/або Web of Science
Core Collection:**

6. **Zharchynska V.**, Hrynevych N. (2023). Aquaculture indicators of young Australian red-clawed crayfish *Cherax quadricarinatus* when fed with different feeds. Scientific Horizon. 26 (9), 61–69. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.61>

Патенти на корисну модель:

7. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є., Слюсаренко А.О., Хом'як О.А., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2023). Пат. № 154505, Україна МПК А01К 61/59 (2017.01). Конструкція для укріплення ракоподібних. № у 2022 01416; заявл. 03.05.2022; опубл. 22.11.2023, Бюл. № 47.

8. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2024). Заявка на патент Спосіб оцінювання забарвлення *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № у 2024 01458 (19.03.2024).

9. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є., заявник і власник Білоцерківський національний аграрний університет (2024). Заявка на патент Спосіб підвищення темпу росту *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). № у 2024 01459 (19.03.2024).

Розділ у колективній монографії:

10. Hrynevych N.Ye., **Zharchynska V.S.** Innovative directions of the biotechnology of growing *Cherax quadricarinatus* the aquaculture of Ukraine. P. 221–235. Achievements and research prospects in animal husbandry and veterinary medicine : Scientific monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. 476 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-11> (дисертанткою проведені дослідження, зроблено аналіз отриманих даних, оформлені результати та підготовлений матеріал до друку, частка участі – 50 %).

Методичні рекомендації:

11. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. Методичні рекомендації щодо технології вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури. Біла Церква, 2024. – 35 с.

12. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2024). Методичні рекомендації щодо використання укриття за вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* в умовах аквакультури. Біла Церква, 2024. – 16 с.

Технічні умови:

13. Гриневич Н.Є., Димань Т.М., **Жарчинська В.С.** (2024). Технічні умови України 10.9-00493712-001:2024. Затверджені ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок від 12.04.2024

Матеріали науково-практичних конференцій:

14. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2021). Мікози представників родини *Astacidae*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво. (21 жовтня, м. Біла Церква). С. 28–30.

15. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2022). Особливості зовнішньої будови *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). XX International scientific and practical conference “Problems of science and practice, tasks and ways to solve them”. Warsaw, Poland, May 24–27. P. 44–46.

16. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2022). Значення органолептичних показників води у технології утримання та вирощування австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво. (20 жовтня, м. Біла Церква). С. 17–18.

17. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є. (2022). Вимоги до кормів та годівлі австралійського червоноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених “Наукові пошуки молоді у ХХІ столітті” (17 листопада, м. Біла Церква). С. 6–7.

18. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.**, Осадча Ю.В. (2022). Теоретичні та практичні основи анестезії гідробіонтів. Матеріали ІХ щорічної Всеукраїнської науково-практичної конференції “Наукові читання 2022. Еколого-регіональні проблеми сучасного тваринництва та ветеринарної медицини”. (17 листопада, м. Житомир). С. 59–63.

19. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є. (2023). Гідрохімічні показники води басейнового комплексу Білоцерківського НАУ за вирощування австралійського червоноклешневого раку *Cherax quadricarinatus*. Матеріали ІІ міжнародної науково-технічної конференції “Якість води: біомедичні, технологічні, агропромислові і екологічні аспекти” (24–25 травня, м. Тернопіль). С. 92–93.

20. Гриневич Н.Є., **Жарчинська В.С.** (2023). Екдизис як необхідна складова біотехнології *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868). “Modern research in world science”. Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference (29–31 January, Lviv,). С. 36–40.

21. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є. (2023). *Daphnia magna* як кормовий об’єкт для підрощення *Cherax quadricarinatus*. International scientific-practical conference “Science, education and society in the 21st century: scientific ideas and implementation mechanisms”: conference proceedings (Košice, Slovakia, 4 August). С. 41–43.

22. **Жарчинська В.С.**, Гриневич Н.Є. (2023). Інтенсивність набору маси *Cherax quadricarinatus* за згодовування високобілкових кормів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту”. Екологія, охорона навколишнього

середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво (26 жовтня, м. Біла Церква). С. 18–19.

23. **Жарчинська В.С.,** Гриневич Н.Є. (2023). Інкубатор-укриття для самок австралійського раку *Cherax quadricarinatus* Von Martens, 1868 в умовах аквакультури. V Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів” (8–9 листопада, м. Київ). С. 127–129.