

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства та екології
Кафедра біоресурсів, аквакультури та природничих наук

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Кальчук Віктор Іванович

УДК 595.384.16:591.492

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ОРГАНІЗМУ РІЧКОВОГО РАКА –
ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБ'ЄКТУ АКВАКУЛЬТУРИ

В БІОХІМІЧНИХ УМОВАХ р. ТЕТЕРІВ

207 Водні біоресурси та аквакультура

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

В. І. Кальчук
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Іщук Оксана Василівна
доцент, к.с.-г.н.

Житомир - 2024

АННОТАЦІЯ

Кальчук В. І. Мікроелементний склад організму річкового рака – перспективного об'єкту аквакультури в біохімічних умовах р. Тетерів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 207 – водні біоресурси та аквакультура. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Зміст анотації: Кваліфікаційна робота містить 43 сторінки. Список використаних джерел налічує 30 позицій.

Об'єктом дослідження є мікроелементний склад річкового рака.

Мета дослідження полягала у вивченні харчової цінності та мікроелементного складу довгопалого річкового рака, як перспективного об'єкта прісноводної аквакультури, в біогеохімічних умовах річки Тетерів.

В Розділі 1 наведено аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи; в Розділі 2 – програма, методика та умови проведення дослідження; в Розділі 3 – представлені результати експериментальних досліджень.

Ключові слова: довгопалый річковий рак, макроелементи, мікроелементи, вітаміни, харчова цінність.

ABSTRACT

Kalchuk V. I. Trace element composition of the organism of river crayfish - a promising object of aquaculture in the biochemical conditions of the Teteriv River - Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for the master's degree in specialty 207 - aquatic bioresources and aquaculture - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

Content of the abstract: The qualification work contains 43 pages. The list of references includes 30 items.

The object of research is the trace element composition of river crayfish.

The purpose of the study was to study the nutritional value and trace element composition of the long-fingered river crayfish as a promising object of freshwater aquaculture in the biogeochemical conditions of the Teteriv River.

Chapter 1 provides an analytical review of the literature on the topic of the qualification work; Chapter 2 describes the program, methodology and conditions of the study; Chapter 3 presents the results of experimental studies.

Key words: long-fingered river crayfish, macronutrients, trace elements, vitamins, nutritional value.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
Розділ I.	ХАРАКТЕРИСТИКА РЯДУ ДЕСЯТИНОГИХ РАКІВ. РІЧКОВИЙ РАК (аналітичний огляд літератури).....	8
Розділ II.	ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
2.1.	Програма досліджень.....	10
2.2.	Методика досліджень.....	10
2.3.	Умови проведення дослідження.....	16
Розділ III.	МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ОРГАНІЗМУ РІЧКОВОГО РАКА ТА ЙОГО ХІМІЧНИЙ СКЛАД....	18
3.1.	Харчова цінність і хімічний склад річкового рака.....	18
3.2.	Біологічна особливість річкового рака в річці Тетерів.....	22
3.3.	Способи транспортування і переробки річкового рака.....	31
3.4.	Експертиза органолептичних показників річкового рака...	34
3.5.	Експертиза фізико-хімічних показників річкового раку....	36
	ВИСНОВКИ.....	40
	ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	42
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43

ВСТУП

Актуальність дослідження. Успішне існування популяцій забезпечується відносною сталістю середовища існування, яка разом зі сталістю внутрішнього середовища організму забезпечує гомеостаз біоценозів і біосфери в цілому. Підтримання гомеостазу відбувається через організми, які, беручи участь у біогеохімічних циклах, підтримують динамічну сталість середовища проживання.

Одним із компонентів середовища, який істотно впливає на біоту, є мікроелементи - хімічні елементи, що містяться в організмах у низьких концентраціях. За біологічними функціями їх поділяють на життєво важливі, корисні, пасивні та токсичні. Також їх можна поділити на есенціальні та умовно есенціальні [8, 10].

Поширення металів у компонентах біогеоценозів визначається не лише геохімією середовища, а й роллю живих організмів, які утилізують метали, роблять їх, таким чином, більш біодоступними, залучаючи тим самим їх у трофічний кругообіг. Протягом еволюції біосфери утворилися стійкі фонові рівні вмісту хімічних елементів в абіотичних і біотичних компонентах середовища, до яких живі організми більш-менш успішно адаптовані. Живі організми самі формують свій хімічний елементарний склад, який є характерною (і видовою) їхньою ознакою і залишається незмінним у певних межах (Вернадский, 1988).

Актуальність теми пов'язана з необхідністю з'ясування мікроелементного складу водних організмів та отримання сучасної інформації про рівні вмісту деяких елементів у промислових безхребетних, а також сприяє збереженню біорізноманіття гідробіонтів у природних водоймах. Встановлений мікроелементний склад промислового річкового рака і компонентів абіотичного середовища, характерний для природних умов проживання цього гідробіонта, може слугувати нормою при штучному розведенні річкового рака як об'єкта аквакультури [12, 19, 23].

Річкові раки - одні з найбільших безхребетних тварин, що мешкають у різноманітних прісноводних водоймах. Вони займають одне з важливих місць у бентосних угрупованнях. Споживаючи широкий спектр їжі - від макрофітів і детриту до безхребетних - і, не виключено, іноді й хребетних, раки істотно впливають на бентосні угруповання, на потік енергії та речовин в екосистемі загалом. Запаси раків у природних водоймах скорочуються, і в найближчому майбутньому значного зростання запасів раків у природних умовах не очікується.

Щоб підвищити запаси річкового рака в природних водоймах, необхідним є проведення біотехнічних заходів у річках і водосховищах та штучне розведення в ставках. Технологія штучного розведення річкового рака стримується недостатнім рівнем вивченості біології та адаптивних можливостей цих гідробіонтів. Для ракоподібних визначено такі стрес-фактори: коливання температури, нестача кисню, щільність посадки, хімічний склад води та ґрунтів. Ці фактори спричиняють зміни внутрішнього середовища організму тварин. Однак механізм впливу цих факторів на організм річкових раків залишається невивченим, невідомі особливості метаболізму раків, не розроблено поняття «фізіологічна норма» [2, 6, 11, 28].

Об'єкт дослідження – мікроелементний склад річкового рака.

Предмет дослідження – довгопалий річковий рак.

Мета та завдання дослідження. Мета досліджень полягала у вивченні харчової цінності та мікроелементного складу довгопалого річкового рака, як перспективного об'єкта прісноводної аквакультури, в біогеохімічних умовах річки Тетерів.

Для досягнення поставленої мети були сформульовано такі **завдання**:

- вивчити біологічні характеристики популяції річкового рака в природному середовищі існування річці Тетерів Житомирської області;
- виявити біогеохімічні умови біоценозу річкового рака;
- проаналізувати динаміку накопичення вивчених мікроелементів в організмі річкового рака;

- визначити харчову цінність і хімічний склад м'яса річкового рака.

Наукова новизна. Уперше проведено аналіз розподілу низки мікроелементів в організмі річкового рака річки Тетерів.

Теоретичне значення. Результати досліджень мають значення для геохімічної екології гідробіонтів, дають змогу доповнити біологічні характеристики річкового рака та можливість вивчити механізм міграції мікроелементів у біогеохімічних трофічних ланцюгах прісноводних бентосних організмів. Це дослідження розширює уявлення про роль окремих органів річкових раків в утилізації мікроелементів, а також про значення вивчених мікроелементів у тваринному організмі та окремих органах. Результати мікроелементного складу панцира сприятимуть розумінню механізму захисних і росторегулюючих властивостей хітину (хітозану). Окрім того, це дослідження сприяє вивченню впливу тварин на кругообіг хімічних елементів у біогеоценозах.

Практичне значення. Мікроелементний склад тканин, які мають здатність до регенерації, може сприяти поясненню механізму регенерації також у хребетних тварин і людини. Доцільно використовувати результати вивчення концентрацій хімічних елементів у бентосних організмах під час обґрунтування гранично допустимих рівнів їхнього вмісту в гідробіонтах, що використовуються в їжу.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків і списку літератури, що містить 30 джерел. Робота містить 43 сторінки машинописного тексту, 4 таблиці і 9 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА РЯДУ ДЕСЯТИНОГИХ РАКІВ. РІЧКОВИЙ РАК (аналітичний огляд літератури)

До ряду Десятиногих (*Decapoda*) належать найбільш організовані представники класу ракоподібних. Порівняно з іншими ракоподібними більшість *Decapoda* мають високу харчову цінність і в багатьох країнах вважаються делікатесним продуктом [1, 4, 6].

На сьогоднішній день відомо понад 8500 видів десятиногих [9].

Ракоподібні поширені в усіх типах водойм, що існують на Землі. Вони мешкають на дні й в товщі води, проникають у підземні води, а також опускаються на максимальні глибини Світового океану [11, 14, 16, 24].

У природних біологічних процесах *Decapoda* відіграють дуже важливу роль. За рахунок життєдіяльності мікроскопічних водоростей у водоймах створюється головним чином органічна речовина. *Decapoda* поїдають ці водорості. Також служать кормом для риб [3, 30].

Наявність майже всіх видів як морських, так і прісноводних риб, великою мірою залежить від ракоподібних. Деякі риби, такі як наприклад, оселедець, здебільшого вживають планктонні ракоподібні. Іноді використовують їх у їжу тільки на ранніх стадіях онтогенезу. Ці види риб у міру росту переходять до харчування іншою їжею [12, 17, 21, 27].

Необхідно зазначити, що дрібними ракоподібними харчуються не лише відносно дрібні риби, а й такі гіганти, як, наприклад, китова акула і величезні беззубі кити [4].

Більшість ракоподібних використовуються людиною як високоцінний харчовий продукт. Так м'ясо креветок, крабів, омарів, лангустів та інших

представників ракоподібних, традиційно широко використовуються як високо цінний харчовий продукт у багатьох країнах світу [25, 28, 29].

Перспективним об'єктом вирощування в аквакультурі є довгопалі річкові раки. Будучи древніми тваринами, річкові раки в незмінному вигляді поширилися в багатьох водоймах Європи. Річкові раки вперше з'явилися 130 мільйонів років тому в Юрському періоді. Використання в їжу людиною раків відомо з давніх часів.

Річковий рак є незалежною і своєрідною живою істотою. Він не потребує штучного харчування, його не треба розводити в садках [6, 8, 11, 15].

Річковий рак, будучи корисним і низькокалорійним продуктом, перетравлюється легше, ніж м'ясо. Окрім м'яса рака, ікра також вживається в їжу [9].

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Програма дослідження

Програма дослідження передбачала виконання таких завдань:

1. Аналіз літературних джерел та інших джерел інформації за темою кваліфікаційної роботи.
2. Вивчення біологічних характеристик популяції річкового рака в природному середовищі існування річці Тетерів Житомирської області.
3. З'ясувати біогеохімічні умови біоценозу річкового рака.
4. Аналіз динаміки накопичення вивчених мікроелементів в організмі річкового рака;
5. Визначити харчову цінність і хімічний склад м'яса річкового рака.

2.2. Методика дослідження

Цю роботу виконано в період 2023-2024 рр. на кафедрі біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету. Збір матеріалів проводили протягом 2023-2024 рр. у р. Тетерів Житомирської області.

Об'єктами дослідження стали зразки проб ґрунту, води, органів і тканин довгопалих річкових раків (*Astacus leptodactylus*), відібраних у природних умовах (у річці Тетерів). Вибір раків довжиною 9-12 см зумовлювався тим, що саме ці розміри річкового рака найефективніші при інтродукції.

Збір проб здійснювався у весняний (квітень), літній (липень), осінній (жовтень) і зимовий (грудень) періоди року. Проби води брали з квітня по жовтень щомісяця. Вивчення вмісту мікроелементів (Сі, Zn, Мп, РЬ, Ні, Со) в органах і тканинах річкових раків, ґрунті та воді проводилося методом атомно-абсорбційної

спектрометрії (Прайс, 1976; Брицке, 1982) на спектрофотометрі фірми "Hitachi" 180-50.

Вміст мікроелементів в органах і тканинах річкових раків подано у мг/кг сухої речовини.

Визначення аміаку в річковому раку. Відомо, коли відбувається псування м'яса річкового раку, амінокислоти розпадаються і утворюються аміак та інші продукти розпаду. Аміак і аміни, які утворюються під час псування річкового раку, дають хмарку хлористого амонію помітну неозброєним оком, у присутності соляної кислоти [9, 10].

Для цього в колбу ми наливали 2 мл суміші Ебера, закривали її пробкою і струшували 2-3 рази. Потім виймали пробку з пробірки й одразу ж закривали її іншою пробкою, в яку просмикнули тонку скляну паличку із загнутим кінцем. На кінець палички приліплюють шматочок аналізованого м'яса річкового рака, температура м'яса має бути близькою до температури навколишнього повітря. Зразок м'яса поміщають у колбу так, щоб не забруднити стінок колби. Воно має знаходитися на відстані 3-4 см від рівня рідини. Під час аналізу через деякий час у присутності аміаку утворюється хмарка хлористого амонію. Це відбувається внаслідок його реакції з соляною кислотою.



У результаті аналізу стало відомо, що проведена реакція негативна, тобто хмаринка хлористого амонію не утворилася, а це означає, що взятий зразок річкового раку свіжий і доброякісний. Його можна використовувати в їжу.

Визначення сірководню в м'ясі річкового рака. Ми у 2023 році визначили вміст сірководню, а також придатність м'яса річкового рака для споживання в їжу. Вміст сірководню в м'ясі раку означає, що воно зіпсоване. Сірководень, що утворюється при цьому, залишає темну пляму на папері, опущеному в розчин оцтовокислого свинцю, через виникнення сірчистого свинцю [10].

Було взято 19 г досліджуваного фаршу і поміщено нещільним шаром у бюксу на 50 мл. Потім фарш накривають смужкою щільного фільтрувального паперу, який знаходиться в горизонтально підвішеній над фаршем формі на відстані близько 1 см від його поверхні. Потім на нижню поверхню фільтрувального паперу, з боку фаршу, наносять 4 краплі розчину солі свинцю розміром 3-4 мм.

Бюксу закрили кришкою, затискаючи фільтрувальний папір між кришкою та корпусом бюкси, і залишили приблизно на 15 хв за кімнатної температури, а холостий дослід проводять для порівняння одночасно - для цієї мети смужку фільтрувального паперу, змочену тим самим розчином свинцевої солі, залишають на повітрі в період на 15 хв.

Після 15 хв папір із бюкси знімають, потім його забарвлення порівнюють із кольором фільтрувального паперу в холостому досліді. Зміна кольору, а саме побуріння або почорніння ділянок паперу, який змочений розчином свинцевої солі, вказує на те, що в зразку м'яса раку є вільний сірководень.

Як показує результат аналізу, забарвлення немає. А це означає, що реакція негативна. Отримані результати показали, що взяті зразки річкового раку не мають у складі сірководню. Отже, м'ясо річкового раку свіже і доброякісне.

Визначення азотистих летких основ у м'ясі річкового рака. Для визначення свіжості м'яса річкового раку, зокрема вмісту в його складі азотистих летких основ, нами було відібрано проби річкового раку з річки Тетерів та проведено дослідження в лабораторії кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук [10, 15].

Унаслідок життєдіяльності протеолітичної мікрофлори під час псування м'яса річкового раку можуть утворюватися аміак, первинні аміни та триметиламін й інші азотисті основи.

Основу цього методу становить випарювання летких основ, які потім уловлюються сірчаною кислотою.

Сумарну кількість летких основ знаходять титруванням у присутності індикатора метилового червоного, отриманого дистиляту 0,1 н. розчином лугу, а в

м'ясі річкового рака триметиламін у відгоні з нього визначають за принципом формалінового титрування, оскільки аміак і первинні леткі аміни зв'язуються у відгоні формаліном. За різницею між вмістом азоту всіх летких основ і вмістом азоту аміаку і первинних амінів можна визначити азот триметиламін.

Кількість летких основ (X) у мг % знаходять за формулою:

$$X = \frac{(a - b) \times 1,4 \times 100}{m};$$

вміст азоту триметиламіну (X₁) у мг % знаходять за формулою

$$X_1 = \frac{(a - b - c) \times 1,4 \times 100}{m},$$

де: а - це кількість 0,1 нормального розчину сірчаної кислоти, вміщеного в приймач мл; в - це кількість 0,1 нормального розчину лугу, що пішов на титрування надлишку Н₂SO₄ мл. С - кількість 0,1 нормального розчину лугу, що пішов на титрування розчину, коли формалін доданий мл. 1,4 - це кількість азоту, еквівалентна 2 мл 0,1 нормального розчину NaOH мг. m - це наважка фаршу річкового раку в грамах.

Визначення вмісту води в м'ясі річкового рака. Гігроскопічна волога видаляється з продукту, коли тиск водяної пари в досліджуваній навісці більший, ніж її парціальний тиск в атмосфері сушильної камери. Цю різницю в тиску можна збільшити підвищенням температури висушуваної наважки або видаленням вологи з атмосфери, або ж і тим, і іншим способом одночасно [10].

Рекомендується нагрівання до якомога вищої температури, за якої ще не відбувається розкладання висушуваного продукту. Залежно від застосовуваних методів розрізняють висушування: за нормального атмосферного тиску і високої температури (понад +55°C), за низького атмосферного тиску (вакууму) і високої температури; за низького атмосферного тиску (вакууму) і низької температури (нижче 0°C).

Вибір цих методів залежить від фізичного стану досліджуваного продукту, приблизної кількості в ньому води, міцності, з якою вона утримується в продукті, а також від таких чинників, як зручність, швидкість і необхідна точність. Одночасно можна визначити і кількість сухих речовин у досліджуваному продукті.

За вмістом води харчові продукти дуже різняться. Будучи основним компонентом багатьох харчових продуктів, вода має переважний вплив на багато показників якості.

Мікроорганізми швидко розвиваються в тих продуктах, у яких знаходяться високий вміст води. Тому ці продукти нестійкі під час зберігання. М'ясо та риба в сирому вигляді, зокрема й річковий рак, дуже швидко уражаються бактеріями. З огляду на вищесказане можна сказати, що визначення вмісту води в м'ясі рака має важливе значення. Воду в м'ясі річкового рака визначали арбітражним методом.

У висушену й таровану металеву бюксу поміщають 3 г подрібненого досліджуваного продукту. Закривають бюксу кришкою, заново зважують на вагах. Опісля відкривши кришку бюкси, скляною паличкою наважку з піском перемішують.

Потім відкриту бюксу з наважкою кладуть у сушильну шафу. Процес висушування проводять за температури +100...+105°C доти, доки маса залишку не змінюватиметься. Після тригодинного висушування проводять перше зважування. При наступному сушінні бюксу зважують після закінчення 40-50 хв. Відхилення між двома наступними зважуваннями має бути не більше ніж 0,01 г. Вміст вологи (x) у % визначають за формулою:

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

де m - це наважка, г; m₁ - це маса до висушування бюкси з наважкою, г; m₂ - це маса після висушування бюкси з наважкою, г.

Визначення вмісту жиру ацидометричним методом. Основний принцип цієї роботи полягає в тому, що в сірчаній кислоті розчиняється нежирова частина наважки. Жир разом з аміловим спиртом кількісно виявляється в жиромірі, при цьому під час центрифугування відбувається відділення його від розчину [10].

Насамперед у порцелянову чашку кладуть 3 г наважки. Наважку річкового раку зважують на лабораторних вагах. Потім доливають 30 мл H_2SO_4 і піддають нагріванню на киплячій бані доки м'ясо річкового раку не буде розчинено, цей процес проводять, періодично помішуючи масу скляною паличкою.

При цьому отриману рідку масу переносять через лійку в жиромір, змиваючи залишки з чашки сірчаною кислотою. Потім треба додати 1 мл амілового спирту. Закривають жиромір гумовою пробкою і струшуванням вмісту перемішують.

Жиромір поставили пробкою вниз у водяну баню температурою $+60...+65^{\circ}C$ на 5 хв так, щоб шийка жироміра була повністю занурена у воду. Після цього жиромір поміщають у центрифугу і центрифугують 20 хв зі швидкістю до 1000 об/хв. Цей процес, а саме центрифугування з подальшим витриманням жироміра у водяній бані кілька разів повторюють, при цьому перемішуючи вміст жироміра перед кожним наступним центрифугуванням.

Витримавши жиромір у водяній бані, після третього центрифугування проводять облік жиру. Для цього жиромір вийнятий з водяної бані, потрібно тримати у вертикальному положенні, встановлюють пробку так, щоб нижня межа жирового стовпчика точно визначилася на якій-небудь ділянці, а потім відлічували від неї вгору число поділок до нижньої частини меніска.

Вміст жиру у відсотках (X) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{a \times 0,0133 \times 100}{g} ;$$

де: a - кількість поділок жироміра, зайнятих жироміром; 0,0133 - кількість жиру, що відповідає одній малій поділці, г; g - маса наважки, г; 100 - коефіцієнт перерахунку на відсотки.

2.3. Умови проведення дослідження

Раки виловлювалися в річці Тетерів в межах Житомирського водосховища.

Глибина водосховища змінюється від 0,5 до 18 м. Найглибша частина Житомирського водосховища розташована в нижній ділянці. У верхній ділянці глибина води становить 2-8 м, а в середній ділянці глибина дорівнює 2-15 м. У районі Житомирського водосховища річна сума атмосферних опадів змінюється від 250 до 668 мм. Оподи випадають головним чином навесні та восени у вигляді дощів. Верхня ділянка Житомирського водосховища має річковий характер, де швидкість течії перевищує 1,0-1,5 м/сек. Нижче водосховище сильно розливається, набуває округлої форми, зменшується швидкість течії (56-72 см/сек.).

Житомирське водосховище характеризується відносно однорідними термічними умовами в поверхневому шарі та малою зміною температури води з глибиною. Однак, термічний режим верхньої ділянки різко відрізняється від інших ділянок. Зазвичай у верхній ділянці водосховища температура води буває нижчою, ніж у середній і нижній ділянках.

Житомирське водосховище належить до водойм зі зниженою прозорістю.

Вміст розчиненого кисню у воді водосховища змінюється в межах 0,7-12,3 мг/л (6-137 % насичення). Мінімальні величини кисню у воді водосховища спостерігалася влітку в прибережній мілководній зоні, де відзначається гниття вищих водних рослин. Високий вміст кисню у воді спостерігалася у верхній ділянці водосховища, де відбувається повне перемішування води. Тут вміст кисню протягом усього року не знижується нижче 8,8-13,4 мг/л. У середині середньої та нижньої ділянок вміст кисню коливається в межах 2,6-10,5 мг/л, а в прибережних зонах - 0,8-8,6 мг/л. Найнижчі показники кисню (0,5-1,08 мг/л) були відмічені в місцях надходження каналізаційних вод м Житомир.

Хімічний склад води Житомирського водосховища визначається головним чином хімізмом. Загалом вода Житомирського водосховища належить за класифікацією до гідрокарбонатного класу, а саме до кальцієвої групи.

Вміст амонійного азоту у воді Житомирського водосховища коливається від 0,06 до 1,53 мг/л. Мінімальний вміст амонійного азоту спостерігався у верхній ділянці, а максимальний - у прибережних зонах середньої та нижньої ділянок водосховища. Кількість фосфору фосфатного становила 0,021-0,022 мг/л, а кремнію ж 7,6 мг/л.

РОЗДІЛ 3

МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ОРГАНІЗМУ РІЧКОВОГО РАКА ТА ЙОГО ХІМІЧНИЙ СКЛАД

3.1. Харчова цінність і хімічний склад річкового рака

Останніми роками в світі значно виріс промисел безхребетних. Особливістю цих тварин є відсутність хребта, різноманітність будови тіла та розмірів, специфічні смакові та харчові переваги їхнього м'яса. Промислове значення мають такі види водних безхребетних: ракоподібні (краби, креветки, омари, лангусти, річковий рак тощо); моллюски (двостулкові - мідія, гребінець, устриця тощо; черевоногі - трубач, рапана, морське вушко; головоногі - кальмар, каракатиця, восьминіг); голкошкірі (трепанг, кукумарія, морський їжак) [9].

Склад м'яса безхребетних має цінні поживні та лікувальні властивості. У простих і складних білках міститься велика кількість незамінних амінокислот. Крім цього, в м'ясі безхребетних містяться вітаміни групи В, Е, білки, кальцій. Мікроелементи (кобальт, марганець, мідь, цинк, йод тощо), необхідні для нормальної життєдіяльності організму людини, містяться в продуктах із безхребетних у дуже великих кількостях - у 40-70 разів більше, ніж у м'ясі наземних тварин [2, 8, 17].

У промислі безхребетних особливе значення мають ракоподібні, зокрема раки. М'ясо рака за кольором біле, з рожевими прожилками, має високу поживну цінність та чудовий смак. Жорстке і менш смачне воно влітку, а навесні й восени воно смачніше [3-6, 13, 26].

Їстівна частина м'яса раків легко засвоюється організмом, його можна вважати дієтичним. Страва з річкового рака вважається делікатесом. У клешнях їстівного м'яса менше, основний об'єм його міститься в черевці (рис. 3.1), (рис. 3.2).

М'ясо є джерелом повноцінного білка - 15-20%, мікроелементів і вітамінів; жирність його невелика - 0,8-1,2% [8]. Для виробництва харчових продуктів можуть бути використані раки живі, свіжоснулі. Охолоджені, з підігнутою і притиснутою до тіла хвостовою частиною, з незмінними кольором і консистенцією, зі світлими прозорими очима і чистим панциром. Переробка раків у період линьки не дозволяється (рис. 3.3, табл. 3.1).



Рис. 3.1. Зовнішній вигляд клешні довгопалого річкового рака



Рис. 3.2. Черевце річкового рака з нижнього боку

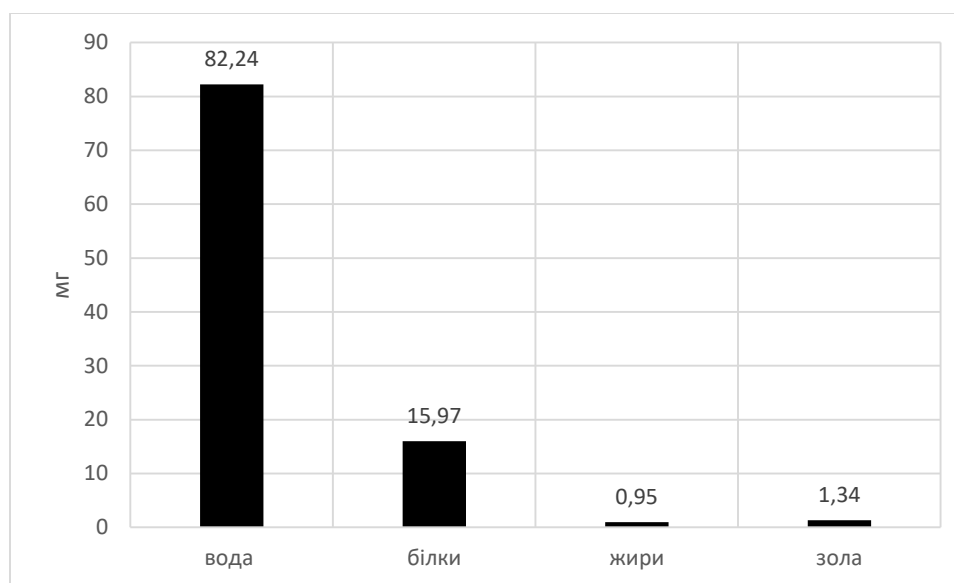


Рис. 3.3. Вміст основних компонентів в 100 г м'яса довгопалого рака (за даними USDA Nutrient Database)

Таблиця 3.1

Вміст вітамінів в довгопалому річковому раку

№	Вітаміни в раках	Кількість
1	Вітамін А (ретинол)	17 мкг
2	Вітамін В1 (тіамін)	0,08 мг
3	Вітамін В2 (рибофлавін)	0,033 мг
4	Ніацин (вітамін В3 або РР)	2,209 мг
5	Вітамін В5 (пантотенова кислота)	0,547 мг
6	Вітамін В6 (піридоксин)	0,109 мг
7	Фолієва кислота (вітамін В9)	38 мкг
8	Вітамін В12 (ціанокобаламін)	2 мкг
9	Вітамін С (аскорбінова кислота)	1,3 мг
10	Вітамін Е (токоферол)	2,86 мг
11	Вітамін Д (кальциферол)	4,6 мкг
12	Вітамін К (філохінон)	0,1 мкг
13	Холін (вітамін В4)	80,8 мг
14	Вітамін А (ретинол)	15 мкг

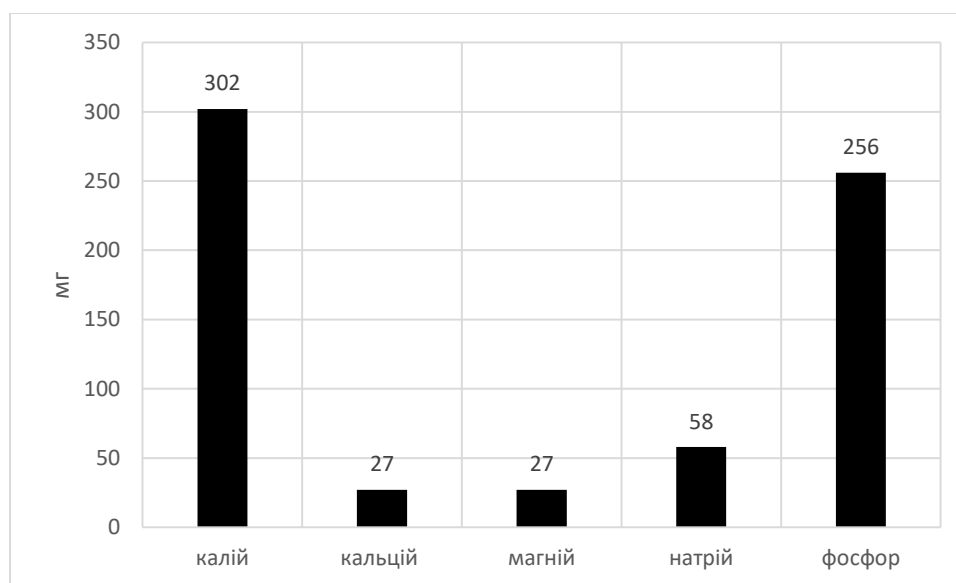


Рис. 3.4. Вміст макроелементів в раках, мг

Таблиця 3.2

Вміст мікроелементів в м'ясі річкового рака

Мікроелементи в раках	Кількість
Залізо	0,85 мг
Марганець	226 мкг
Мідь	419 мкг
Цинк	1,3 мг
Селен	31,7 мкг

У 100 грамах м'яса міститься приблизно 77 ккал. Крім поживних властивостей м'яса, хітиновий покрив річкового рака також є прекрасним антисептиком і загоює рани. Людям із захворюваннями серцево-судинної системи і печінки радять вживати м'ясо річкового рака. Крім цього, використання раків у їжу позитивно впливає на людський організм. Хімічний склад сирого, висушеного і вареного м'яса, панцира річкового рака представлений нижче в таблиці 3.3.

Хімічний склад свіжого, висушеного і вареного м'яса та хітинового покриву річкового рака (24)

Вид продукту	Азотовмісні речовини	Жири	Безазотисті речовини	Вода	Інші компоненти
М'ясо свіже	16,0	0,4	1,1	82,3	1,2 зола
М'ясо варене	13,62	0,35	0,20	72,73	11,97 хлористий натрій
М'ясо сушене	50,1	1,31	0,76	47,90	11,08 інші елементи
Порошок із цілих раків	37,7	-	-	5,8	4,7 вапно 2,7 фосфорно-кислий калій
Порошок із твердих частин	25,6	-	-	5,8	-

3.2. Біологічна особливість річкового рака в річці Тетерів

На сьогоднішній день інформація про хімічний склад і поживну цінність, біологію, харчування та харчовий спектр личинкових стадій і дорослих особин, час линьки та інші особливості річкового рака в річці Тетерів є відсутня.

В річці Тетерів річковий рак досягає статевої зрілості три роки та максимального розміру, приблизно 10 см.

Для нормального розмноження річкового рака температура навколишнього середовища має особливе значення. За результатами наших досліджень у річці Тетерів плодючість перебуває в межах від 50 до 151 шт. ікри. Дослідження проводилися на основі 10 зразків самок річкового рака в період їх нересту.

Було визначено, що навесні, коли температура води становить +9...+13⁰С, відбувається спарювання річкових раків. При температурі ж +10...+15⁰С

відбувається відкладання яєць. Поява молоді відбувається при температурі +22...+24°C. Активно харчуватися личинки починають при температурі +26...+28°C.

Будучи роздільностатевою твариною, довгопалий рак запліднюється зовнішнім способом [6]. Неважко відрізнити самців від самок (рис. 3.5, 3.6). На рисунку 3.3 і 3.4 можна побачити, самці раків однакового віку бувають значно більшими, ніж самка. Черевні ніжки, псевдоніжки, у річкових раків розташовані нижче ніг. Так, у самця річкового рака перші дві пари їх розвинені найсильніше і спрямовані до голови, а у самки вони у вигляді ніжних придатків або зовсім відсутні. У самця черевце у порівнянні з самками вузьке.

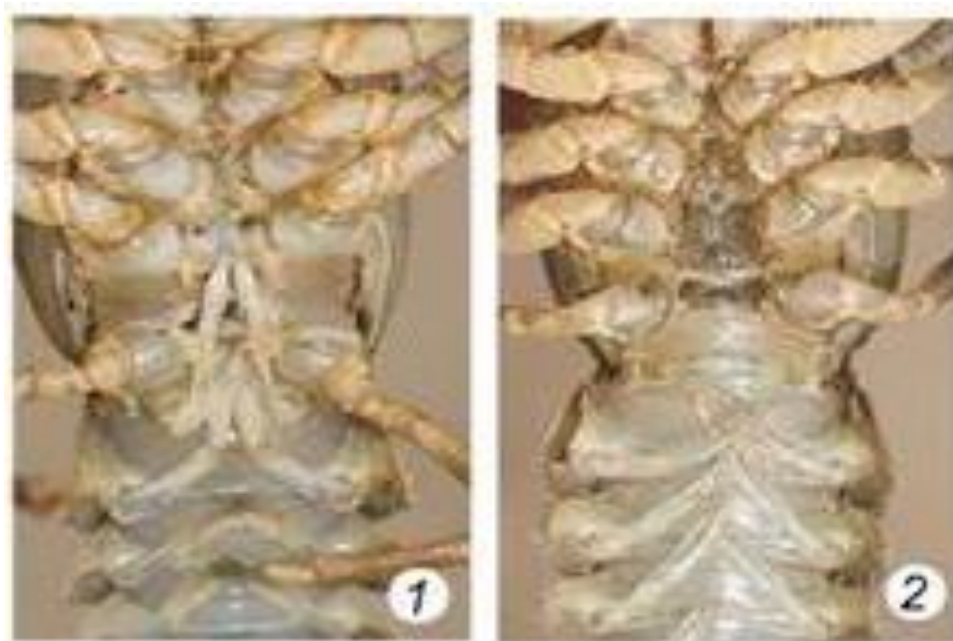


Рис. 3.5. Ознаки статевого диморфізму: 1 – у самця черевце вузьке, 2 – у самки черевце ширше



Рис. 3.6. Довгопалий річковий рак: А-Б – самка, В-Г - самець

На бічних частинах стернітів самки знаходяться протоки залоз, ці залози виділяють слизову рідину, за допомогою якої ікринки приклеюються до плавальних ніжок, цей період вважається найважчим для самок [13].

Щоб ікра добре розвивалася потрібно її періодично промивати водою для насичення киснем. З цією метою самка річкового рака постійно проводить вентиляцію ікри, за допомогою підгинання та розгинання хвоста вона забезпечує потік води [6, 8].

Іноді, коли самка сидить в укритті, вода може застоюватися і ікра може загинути. Це відбувається через збіднення води киснем і накопиченням продуктів обміну.

Линька у дорослих особин в річці Тетерів спостерігалася 1-2 рази на рік. І приблизно від 5 до 8 разів на рік інтенсивно.

Час настання линьки буває різний і здебільшого пов'язаний з кліматичними умовами проживання. У річці Тетерів в наших умовах дорослі раки линяють навесні. Здебільшого це відбувається наприкінці квітня і травня. Коли личинки стають самостійними і відходять від самки, вона одразу ж починає готуватися до першої линьки [4, 6].

У дорослих особин річкового рака друге линяння було відзначено восени, а саме у вересні та в жовтні. Якщо восени погода холодна, то линька довгопалих раків може тривати і протікати повільніше аж до листопада.

Проведені лабораторні дослідження з самками, які виношують ікру і перебувають в акваріумах, виявили, що вилуплення личинок відбувається в основному наприкінці весни.

Морфологічно в цей період вони відрізняються від дорослих особин (рис. 3.5).

Після того, як молодь річкового рака переходить до екзогенного харчування, вже за 19 днів можна дізнатися його стать. За довжиною одноденні личинки

становлять 1-1,5 мм. Вони на початковому етапі перебувають під черевцем у особини.

Почати плавати біля самки личинки можуть лише через один-два тижні залежно від температури водосховища. Проте треба зазначити, що за мінімальної загрози вони швидко повертаються під черевце. Повний перехід до самостійного життя починається у віці 1,5-2 місяців, коли личинки йдуть від самки.

За маси 10-12 мг після виходу розмір личинок досягає 2 мм. Вивчимо як відбувається вилуплення і подальший розвиток річкового рака. Спочатку маленький рачок вилуплюється з ікри. При цьому він розриває рухом черевця і кінцівок яйцеву оболонку вздовж верхньої частини тіла зародка.

Першим часом личинка, що вилупилася, висить на гіаліновій нитці і тільки лише через 3 доби ця нитка може обірватися. Личинки бувають прикріплені клешнями, які мають загострені гачки на кінцях, до оболонки ікринки.

У такому стані личинки можуть перебувати від 2 до 5 днів. При цьому вони харчуються жовтком з жовткового мішка, який розташований під спинним щитком головогрудної частини. Число днів залежить від температури води [6, 27, 30].

Через те що хітиновий покрив личинки I-ї стадії дуже м'який, її розмір і маса ще можуть зростати, особини на цій стадії ще відрізняються від дорослого річкового рака.

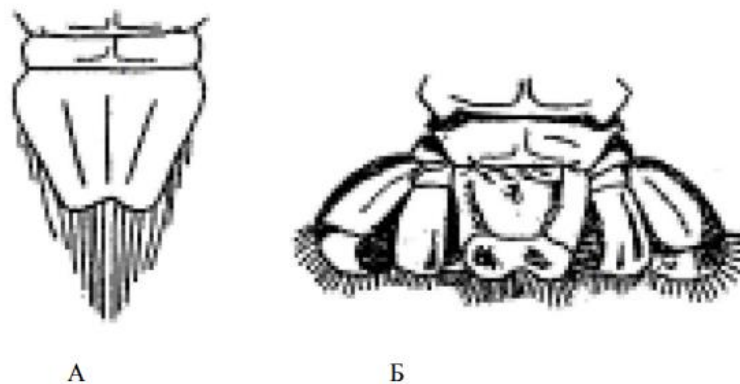


Рис. 3.7. Зміни форми черевця у личинок довгопалого річкового рака залежно від віку А - тельсон личинки I, Б - тельсон личинки II

Після першої линьки настає II стадія розвитку. Перша линька ж починається на п'ятий день після виходу з яйця.

У цей період головогруди подовжуються, жовтковий мішок зникає, панцир набуває міцності, порівняно з личинками першої стадії, а також при цьому рострум випрямляється і личинки з'їдають оболонку яйця. Щетинки, розташовані віялоподібно, починають виникати на тельсоні (рис. 3.7).

Личинки поведуться активно. Іноді з метою добування їжі віддаляються на далеку відстань, але при виникненні найменшої загрози повертаються під її черевце. Зміна завершується, коли личинки переходять у 3-ю стадію, а саме після другої линьки [6, 8].

Після другої линьки личинки переходять у 3-ю стадію і зміна завершується.

У цей період личинка стає схожою на дорослу особину, переходить до незалежного способу життя і назавжди йде від самки. У 3-й стадії личинки можуть рости, поки панцир повністю не затвердів. У цей період їхній лінійний розмір досягає 1,2-1,6 см, при масі 43,0-36,7 мг.

Ми вже зазначили вище, що існує пряма кореляція між ростом, розвитком, а також числом линьок у річкового рака і температурою води. В річці Тетерів ріст молоді відбувається головним чином 2,5-3,5 місяця. При цьому річковий рак зазнає приблизно 8-11 линьок. Перехід личинок у стадію цьоголіток із третьої стадії відбувається восени. При цьому їхня довжина становить 6-7 см, маса ж 40 г.

Необхідно сказати, що цьоголітки можуть досягати за гарного догляду в лабораторних умовах досить великих розмірів, а саме 41-46 г.

У теплу пору року молоді дворічні річкові раки линяють 9-10 разів. Восени вони в основному досягають промислових розмірів 21 см і маси 43 г.

Крім знаходження доступних кормів у річці для проживання річкових раків необхідно враховувати також абіотичні чинники навколишнього середовища. На розміщення річкових раків у річці, перехід в інші водойми, швидкість розмноження і трофічні зв'язки з іншими ракоподібними впливають саме абіотичні чинники

навколишнього середовища. Як всеїдні тварини річкові раки живляться тими кормами, які найчастіше зустрічаються в річці Тетерів.

З рослин вищі та навколоводні рослини, у складі яких багато вапна, а саме кушир, хара, рдесник відіграють важливу роль у харчовому спектрі річкового рака.

Існує пряма залежність частоти зустрічаємості харових водоростей у травних органах рака від біотопу.

Також ми можемо відзначити, що відсотковий склад рослинної їжі в раціоні річкового рака набагато вищий (56-77%) у зарослих макрофітами і водною рослинністю біотопах. В інших біотопах же, де відсутня водна рослинність, набагато менше (рис. 3.8).

На відміну від дрібних видів ракоподібних, для річкового рака жорсткість рослин (харові), а також фітонциди, що виділяються деякими видами рослин, відіграють невелике значення.

Річковий рак харчується м'якими і жорсткими рослинами завдяки будові ротового апарату [6].

Ми також можемо відзначити, що річковий рак використовує в їжу стебла і кореневища очерету, а також очерету та осоки. Крім цього вони можуть поїдати також усі частини рослин.

Експериментально в умовах акваріумів ми встановили, що добовий раціон раків становить приблизно 2,6% від живої ваги особини дорослого рака.

Як ми знаємо в природі хижі риби є природними ворогами річкових раків. З цих риб насамперед це щука й окунь, меншою мірою судак.

Дуже активно полюють на річкових раків також голінасті птахи, лисиці та водяні щури. Будучи об'єктом корму для хижих риб та інших тварин у харчовій ланці прісних водойм, річкові раки й самі вживають тваринну їжу.

До раціону харчування річкового рака входять дрібні молюски, а саме, широко поширені представники *Limnea*, водяні черв'яки, 33 личинки комах, здебільшого пуголовків. А в деяких випадках це невеликі риби.

Необхідно зазначити, що річкові раки полюють на хворих риби, які бувають малорухливими.

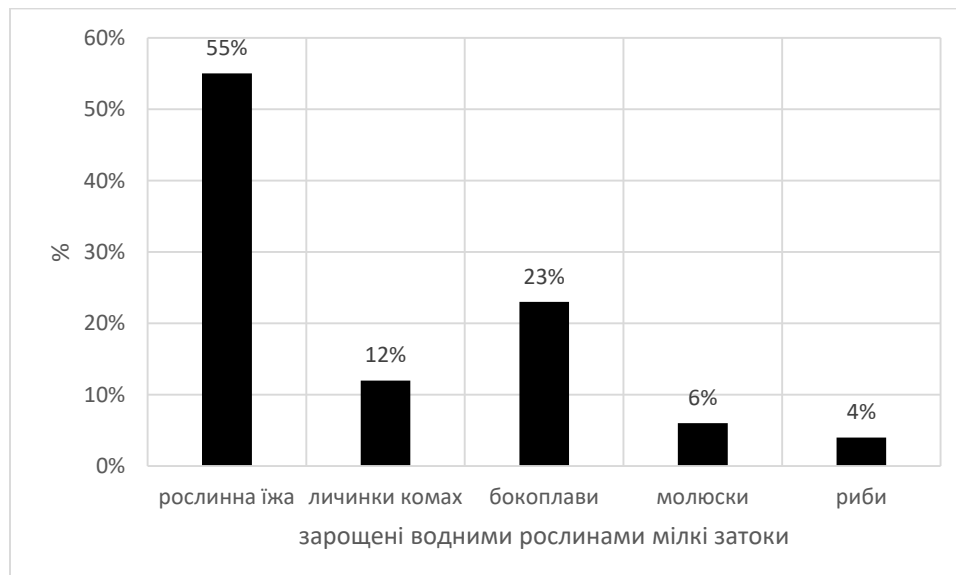
Спектр живлення річкового рака багато в чому залежить і може змінюватися не тільки від його місця поширення, а й також від віку рака.

За нашими даними личинки раку вживають до 69-79 відсотків тваринної їжі.

Стаючи самостійними, личинки завдовжки 1,3-2,2 мм вживають переважно дафнії (64%) і хірономіди (23%).

Коли річковий рак росте, у раціоні частка дафній зменшується до 6%, а надалі у дворічному віці повністю припиняє споживати дафнії, а в їжу молоді раки вживають здебільшого личинок хірономід (35-40%). Коли ж розміри раків досягають 3 см, вони починають споживати личинки таких комах, як одноденок.

Надалі при досягненні лінійних розмірів 9-11 см зростає частка споживання в харчовому раціоні бокоплавів з 5,5-7% до 70%. При досягненні довжини цьоголіток 3-3,2 см було виявлено вживання в їжу молюсків. При досягненні ж лінійних розмірів цьоголіток 4,0-5,5 см нами було виявлено поїдання раками деяких риб.



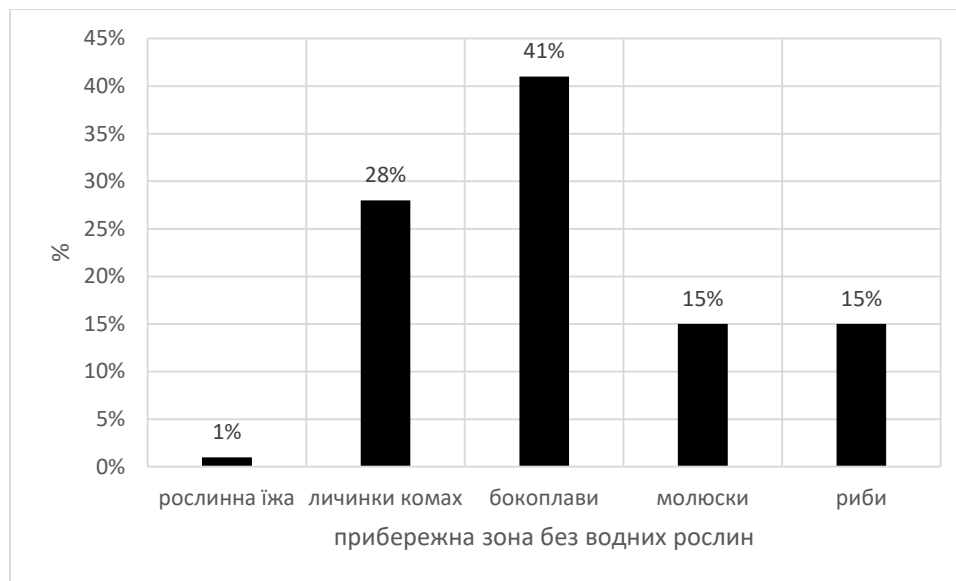


Рис. 3.8. В залежності від виду біотопу зміни спектру харчування річкового рака в річці Тетерів

Довгопалий річковий рак поводиться активно як у нічні, так і в денні години. Проте в нічні години вони найбільш активні [27].

У денний час раки ховаються на дні водойми у своїх нірках. Коли погода тепла раки влаштовують свої притулки біля поверхні водойми. Взимку ж раки оселяються на більшій глибині, щоб їхні норки не вкривалися кригою, оскільки це може призвести до смерті раків.

Вище було зазначено, що річкові раки стають активними в темний період доби. На полювання в пошуках здобичі річковий рак виповзає з норки з настанням сутінків. У лабораторних умовах ми встановили, що під час вимкнення світла акваріума активність річкового рака збільшується. При цьому річковий рак одразу виходить з норки і рухаючись по дну акваріума починає шукати їжу.

У природі ж раки пересуваються відносно повільно. Вони плавають не часто, тоді коли виникає загроза.

Трапляються випадки, коли довгопалий рак виходить на сушу поблизу водойми на запах трупів, оскільки цей запах раки дуже люблять.

Під час проведення експерименту ми один раз побачили дорослих особин довгопалого річкового рака на березі. Треба сказати, що довгопалий річковий рак має гарний зір та нюх. Вони відчують запахи на досить далекій відстані і у воді, і на березі. Поміщаючи будь-який предмет червоного кольору на дно водойми можна побачити, як раки швидко прямують до нього, думаючи, що це м'ясо.

Цією властивістю мисливці нерідко користуються для привернення уваги раків до пастки. Однак нюх у довгопалого річкового рака розвинений набагато краще, ніж зір. Тухлу рибу річкові раки виявляють з більш далекої відстані, ніж свіжу, яку вони виявляють головним чином за кольором.

Поспостерігаємо в лабораторних акваріумах, як поведуться раки різних розмірів під час прийому їжі. Раки ментально реагують на їжу, що потрапила в акваріум. Ведучи боротьбу між собою, вони дуже швидко нападають на здобич.

У цій боротьбі сильні особини раків забирають собі більшу частину здобичі, а слабким залишаються рештки. Бувають випадки, коли борючись за здобич більші раки можуть поранити, і нерідко вбити найбільш кволих. Унаслідок цього поранені, ослаблені без їжі слабкі особини, врешті решт з'їдаються іншими особинами.

Частими є випадки, коли в боротьбі за їжу великі особини сильно травмують, а іноді і вбивають слабших. Зазвичай покалічені, ослабілі без харчування слабкі особини врешті-решт поїдаються іншими раками.

3.3. Способи транспортування і переробки річкового рака

Оскільки в місця споживання раки мають бути доставлені живими, для цього в момент відвантаження їх розміщують у коробки, кошики.

У нижню частину транспортувальної тари укладають чистий пакувальний матеріал (солома, мох). Раків укладають черевом донизу і між шарами розміщують папір.

Шийки раків не повинні бути підвернутими під час пакування. Раків упакованих таким чином відразу ж відвантажують замовнику.

Якщо термін перевезення перевищує дві-три доби, то раків необхідно транспортувати в ізотермічних вагонах. У разі якщо час перевезення не перевищує 2-3 дні, то їх можна транспортувати в багажних вагонах пасажирських поїздів.

Снулість раку при доставці товару залізничним транспортом становить 25%. Для спрощення пакування та зменшення снулості раків використовуються авіаперевезення [8].

Доставлені в місця реалізації раки мають бути якнайшвидше перероблені або продані, тому що будь-яка затримка тягне за собою снулість. М'ясо раків за кімнатної температури дуже швидко псується. Уже через 10 годин після смерті м'ясо набуває сірого або коричневого кольору, з'являється неприємний запах, і воно стає непридатним для їжі.

М'ясо раків, що надійшло, необхідно дуже швидко реалізувати, оскільки через 10 годин після їхньої смерті з'являється гнильний запах, набуває коричневого кольору. При цьому м'ясо рака вживати в їжу не можливо.

Основна маса раків реалізується у вареному стані. З цією метою їх миють і поміщають у киплячу воду. У цю ж воду опускають такі прянощі, як перець, лавровий лист, сіль. Після 13-16 хвилинного варіння раки залишають у відварі 20-25 хвилин. Для того щоб прибрати зайву рідину раки поміщають на сітки. Потім сортують, розміщують у тару, відправляють на продаж. При цьому звертають увагу на те, що час з моменту готовності має бути не більше 13 годин при зберіганні в холодильнику.

Через присутність сірки в м'ясі річкового рака його не можна залишати в луженому посуді. При цьому м'ясо стає чорним і дуже швидко змінює якість. Щоб раки залишалися якісними їх треба зберігати в скляному посуді. Якщо раки не линяли, то їх поміщають у теплу кімнату й опускають у воду. При цьому раки швидко линяють.

Річкові раки, зварені у воді, мають бути з необламанними клешнями, рожевого кольору. Крім того, вони повинні мати твердий панцир і чистий хітин.

Через великий вміст у м'ясі пігментів каротиноїдів під час варіння вони змінюють колір, стають червоними. Яскраво-червоного кольору надає ракам також астаксантин, що міститься в покривах річкового раку.

У живих раків і до варіння колір зеленуватий. Це пов'язано з каротиноїдами, які бувають пов'язані з білками. Під час термічної обробки астаксантин, що виділився, отриманий в результаті розпаду білків і каротиноїдів, забарвлює тулуб рака в інтенсивно червоний колір.

Варені раки мають бути продані протягом 11 годин. Для визначення якості варених раків використовують прийнятий законодавчий акт Союзу Європи CODEXSTAN 236-2004. Варені сушені солоні анчоуси. Стандарт кодексу.



Рис. 3.9. Раки варені

Для приготування консервів "Ракові шийки" насамперед раки варять, потім їх обробляють. Із шийки та клешень витягують м'ясо.

Варені шийки раків укладають у пергаментні лаковані банки і заливають розчином, що містить 2% солі, 0,05% калійної селітри. Ароматизуючи розчином кропу, можна надати консервам ніжного запаху. Після вакуумування банки заочують і за температури +112°C стерилізують та швидко охолоджують.

Крім цього, попередньо обсмажуючи м'ясо в рослинній олії, з ракових шийок іноді готують консерви в томатному соусі. Також готують паштет із харчових відходів м'яса.

Можна перелічити такі гарячі страви з річкового рака: ракові шийки в панцирах, раки варені з корінням, ракові шийки в томатному соусі з печерицями. З інших страв: ракові шийки під молочним соусом, ракові шийки в томатному соусі з овочами, раки, запечені під молочним соусом тощо.

Маючи вишуканий смак і високу харчову цінність м'ясо річкового рака широко використовують як для виробництва консервів, так і у вареному вигляді.

3.4. Експертиза органолептичних показників річкового рака

Для визначення якості ракоподібних користуються законодавчим актом Європейського Союзу САС/CL 42-1998. Оцінка якості живих раків проводиться за зовнішнім виглядом і поведінкою їх у воді. Умовно живий рак поділяють на бадьорий, слабкий і дуже слабкий.

Живий рак має бути здоровим, вгодованим, з чистим природним забарвленням тіла. Без зовнішніх пошкоджень і ознак захворювань.

Бадьорий рак при вилученні з води повинен енергійно битися в руках, а відпущений назад у воду швидко плавати, тримаючись дна акваріума.

Слабкий рак має тьмяне сіре забарвлення тіла, плаває мляво, часто спливає на поверхню, координація рухів порушена.

Залежно від промислової довжини раки бувають великі (понад 12 см), середні (10-13 см), дрібні (7-9). Якщо річкові раки мають розмір менше 7 см, то їх не виловлюють. Великі раки цінуються більше. Для дослідження якості річкового

рака, у 2023 р. було взято зразки, зібрані з річки Тетерів. Промислова довжина взятих для дослідження зразків становила відповідно 13 см, маса 125 г.

Рак дуже слабо плаває на боці або догори черевцем, весь час перебуває на поверхні води. На зовнішні подразники не реагує. Вгодованість живого рака визначається промацуванням пальцями м'язової тканини на спині. Не допускають у продаж раки снулі, з неприємним запахом, з ознаками різних захворювань.

Якість охолодженого раку оцінюють також за зовнішнім виглядом, консистенцією і запахом. У спірних випадках проводять пробне варіння і після його закінчення визначають запах пари, бульйону і відвареного раку.

При перевірці якості охолодженого річкового раку у відібраних одиничних упаковках визначають правильність, повноту і щільність укладання, зовнішній вигляд раку. За зовнішнім виглядом вона має бути непобита (допускається збитість луски, але без ушкодження шкіри), з чистим природним забарвленням поверхні, із зябрами від темно-червоного до рожевого кольору. Під час огляду рака звертають увагу на стан черевця, анального отвору, колір і запах слизу.

Консистенція має бути щільною, визначають її, натискаючи пальцем на найм'ясистішу частину спинки і спостерігаючи за швидкістю і ступенем зникнення ямки, що утворилася. У свіжого раку консистенція щільна, під час натискання утворюється незначна ямка, яка швидко зникає. У несвіжого раку консистенція слабка або в'яла, ямка довго не зникає.

Встановлюють запах із поверхні раку. Рак повинен мати запах свіжий, без ознак псування. Запах може бути нормальний, властивий свіжій креветці, кислуватий, затхлий, гнильний, кормовий, нафтопродуктів.

Відібрані нами зразки річкового раку з річки Тетерів мають пошкоджений і досить міцний хітиновий покрив, тіло чисте, зеленувато-коричневого кольору. Запах відповідає запаху свіжого рака, без сторонніх і неприємних запахів.

Досліджуючи органолептичні показники річкового раку, ми дійшли висновку, що взяті зразки за органолептичними показниками відповідають

визначеним вимогам ДСТУ. Випадків відхилення від стандартних даних не було виявлено.

3.5. Експертиза фізико-хімічних показників річкового раку

У річковому раку інструментальними методами було визначено масовий склад, вміст сірководню, аміаку, а також визначено кількість летких азотистих основ, води, жиру. Дослідження перерахованих вище робіт проводилися на кафедрі біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

Для визначення масового складу річкового раку в 2023 р. було взято зразки, відібрані з річки Тетерів, і проведено лабораторні дослідження на кафедрі біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

Залежно від розміру особини, її фізіологічного стану тощо масовий склад раку змінюється. Дані про масовий склад враховуються при встановленні норм виходу напівфабрикатів, готової продукції та відходів, при калькуляції вартості продукції тощо. Саме тому визначення масового складу раку має важливе практичне значення.

Співвідношення маси окремих частин тіла річкового раку у % від маси раку в цілому називають масовим складом.

Нами було взято і зважено для визначення масового складу 40 особин річкового раку. Було виявлено, що середнє арифметичне значення маси річкового раку становило 125 г. Насамперед річковий рак цілком зважили. Потім були видалені внутрішні органи, хвіст та інші органи. Головогрудки також були відокремлені. Визначивши масу окремих частин окремо, ми також визначили загальну кількість їстівної частини. Проба досліджуваного раку має загальну масу 125 г. При цьому хітиновий покрив становить - 4,6 г, головогрудки - 65,3 г, внутрішні органи - 9,0 г, хвостова частина - 28,7 г, кінцівки - 17,4 г.

Обчислення проводили з точністю 0,1. Отримані результати наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Вивчення масового складу частин річкового рака

Назва частин річкового рака	Маса, г	Вихід річного рака за масою у %
Загальна довжина річкового рака	125	100
Головогруді	65,2	52,1
Хітиновий покрив	4,5	3,6
Внутрішні органи	9,1	7,3
Кінцівки	17,3	13,8
Хвостова частина	28,6	22,95

Як видно з таблиці 3.4, аналіз визначення масового складу річкового рака показує, що основна маса потрапляє на головогрудну частину тіла - 65,2 г (52,1 %).

Річковий рак не посідає перше місце за відсотковим співвідношенням обсягу м'яса порівняно з іншими ракоподібними. Але іноді перевищує деякі, наприклад крабів. Можна сказати, що м'яса в дорослій особині раку мало. Так, в одному кілограмі креветок є близько 400 грамів м'яса, а в кілограмі раків його лише 100 - 150 г, переважно (черевце і клешні). Але дивовижний парадокс - річкові раки приблизно в 3, а часто в 4 рази коштують дорожче. Напевно, це можна пояснити тим, що раки надають стравам дуже привабливого вигляду. А також у деяких країнах вживання річкових раків пов'язане з традиціями.

Визначення азотистих летких основ у м'ясі річкового рака. Кількість летких основ (X) у мг % обчислювали за такою формулою:

$$X = (a - b) \times 1,4 \times 100 / m,$$

а вміст азоту триметиламіну (X₁) у мг % розраховували за такою формулою:

$$X_1 = (a - b - c) \times 1,4 \times 100 / m,$$

де: а - кількість 0,1 н. розчину H_2SO_4 взятого в приймач, мл; в - кількість 0,1 н. розчину NaOH витраченого на титрування надлишку сірчаної кислоти; с - кількість 0,1 н. розчину NaOH витраченого на титрування розчину після додавання нейтрального формаліну, мл; м - кількість 0,1 н. розчину NaOH витраченого на титрування розчину після додавання нейтрального формаліну, мл.

Під час визначення азотистих летких основ було отримано результати - кількість летких азотистих основ - 16 мг %. За стандартними даними ж у свіжого річкового рака кількість летких азотистих основ не повинна бути понад 16-17 мг %; знаходження понад 30 мг відсоткової кількості в м'язах свідчить про те, що м'ясо несвіже.

За результатами аналізу ми отримали, що кількість триметиламіну становила 6 мг %. За стандартними даними ж кількість триметиламіну у свіжого м'яса річкового рака становить не більш як 7 мг відсотків; 7-20 мг відсотків у річковому раку підозрілої свіжості, у несвіжому раку ж понад 20 мг відсотків.

Отримані нами дані дають змогу сказати, що м'ясо річкового рака містить азотистих летких основ і триметиламіну в нормі. Отже, м'ясо досліджуваного зразка річкового рака свіже і придатне з метою виготовлення різних страв.

Визначення вмісту води в м'ясі річкового рака. Вміст вологи (х) у відсотках визначали за такою формулою:

$$x = \frac{g_1 - g_2}{g} \times 100$$

де g – наважка, г; g_1 - маса бюкса з наважкою до висушування, г; g_2 - маса бюкса з наважкою після висушування г.

Під час визначення вмісту води у взятому зразку річкового рака було отримано результати:

$$x = \frac{28 - 26,4}{2} \times 100$$
$$X = 79\%$$

Порівнюючи отримані результати зі стандартними даними, можна зробити висновок, що загальна кількість вологи у взятих зразках річкового раку в нормі.

Визначення вмістом жиру ацидометричним методом. Вміст жиру у відсотках (X) визначали за такою формулою:

$$X = \frac{a \times 0,01133 \times 100}{g} ;$$

де: а - кількість малих поділок жироміра, зайнятих жироміром; 0,01133 - кількість жиру, що відповідає одній малій поділці; g - наважка; г; 100 - коефіцієнт перерахунку на відсотки.

При визначенні кількості жиру в м'ясі річкового рака, ми отримали такі дані.

$$X = \frac{0,8 \times 0,01133 \times 100}{2} = 0,45\%$$

Порівнюючи отримані дані зі стандартними джерелами, можна зробити висновок, що кількість жиру в аналізованому зразку річкового раку дуже близька до даних автора.

ВИСНОВКИ

1. На території України в прісних водоймах знайдено 2 види раків. Широко поширеним у прісних водоймах країни є довгопалий рак. Завдяки високій чисельності його можна використовувати як цінний високобілковий харчовий продукт.

2. У промислі безхребетних особливе значення мають ракоподібні, зокрема раки. М'ясо рака за кольором біле, з рожевими прожилками, має високу поживну цінність і чудовий смак. Грубіше і менш смачне воно в літній період, а у весняний, осінній період воно смачніше. Їстівна частина м'яса раків легко засвоюється організмом, його можна вважати дієтичним.

Страви з річкового рака вважаються делікатесом, в клешнях їстівного м'яса менше, основна частина його припадає на черевце, а м'ясо річкового рака містить 16% білків, кальцію, вітамінів Е і В12, 0,5% жиру, мало калорій.

3. З нашого боку було виявлено, що плодючість самок у середньому в річці Тетерів становить 70 – 270 шт. ікринок. Температура має дуже важливе значення при розмноженні раків.

4. Якщо термін перевезення перевищує дві-три доби, то раків необхідно транспортувати в ізотермічних вагонах. У разі якщо час перевезення не перевищує 2-3 дні, то їх можна транспортувати в багажних вагонах пасажирських поїздів.

Снулось раків при доставці товару залізничним транспортом становить 25%. Для спрощення пакування та зменшення снулості раків використовуються авіап перевезення.

5. Досліджуючи органолептичні показники річкового рака, ми дійшли висновку, що взяті зразки за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, розмір, запах, колір, наявність ушкоджень і захворювань, стан панцира) відповідають визначеним вимогам ДСТУ. Випадків відхилення від стандартних даних не було виявлено.

6. Масовий склад, вміст аміаку, сірководню, летких азотистих основ, води, жиру було визначено в м'ясі річкового рака лабораторними методами. У результаті проведених аналізів було виявлено, що досліджувані зразки річкового рака свіжі та цілком придатні для вживання в їжу.

7. М'ясо річкового рака смачне, має чудовий смак і високу поживність. Крім цього, з м'яса річкового рака виробляють консерви, його широко використовують у свіжозвареному вигляді.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Слід зазначити, що річковий рак використовується в їжу, як високобілковий харчовий продукт. Однак споживання людиною річкового раку в Україні вкрай невелике. Довгопалий річковий рак нині є об'єктом штучного розведення в багатьох країнах Європи і в Україні також. На жаль, у нашій країні цей промисел з цілої низки причин поки що стоїть далеко не на доброму рівні, на якому він має бути за правильної організації ракового господарства і видобутку в природних водоймах.

Наявність оптимальних природних умов сприяє за малих економічних витрат, отриманню дуже великої кількості дорогої, делікатесної харчової продукції.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А що ви знаєте про раків?: [електронний ресурс]. Режим доступу: http://darg.gov.ua/a_shcho_vi_znajete_pro_rakiv_0_0_0_6963_1.html
2. Алимов І. С., Кононенко Р. В. Інтенсивні технології в аквакультури: навчальний посібник. К. 2011. 280 с.
3. Безусий О. Л., Борбат М. О. До проблеми отримання посадкового матеріалу річкових раків. Рибогосподарська наука України. 2008. № 2. С. 72–74.
4. Бродский С. Я. Фауна Украины. Высшие раки. К.: Наукова думка, 1981. Вып. 3. 203 с.
5. Бродский С. Я., Сидоренко А. П., Ставровский К. Б. Методические рекомендации по получению жизнестойких личинок и транспортировке речных раков. Львов, 1979. 19 с.
6. Бродський С. Я. Річкові раки: Київ : Наук, думка, 1981. 212 с.
7. Вдовенко Н. М. Глобальні пріоритети сталого виробництва сільськогосподарської продукції. Innovative solutions in modern science. 2016. № 4 (4). С. 3–17.
8. Дроник В. С., Давидов О. М. Присадибне раківництво. К.: Вісник зоології, 2012. 184 с.
9. Кваша С. М., Вдовенко Н. М. Аквакультурне виробництво: від наукових експериментів до промислових масштабів. Інвестиції практика та досвід. 2011. № 20. С. 7–11.
10. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультури: навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури. 2016. 410 с.
11. Кудряшов С. С., Кудряшова М. В. Вирощування посадкового матеріалу довгопалого раку (*Astacus leptodactylus*) в умовах Одеської області. Основні завдання рибогосподарської науки щодо вирішення нагальних проблем розвитку

рибного господарства України: Матеріали науково-практичного семінару «FishExpo-2014». 2014. С. 40–42.

12. Кудряшов С. С., Кудряшова М. В. Влияние качества самок длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) на потомство в условия заводского воспроизводства. Матеріали науково-практичного семінару «FishExpo-2015»: Завдання рибогосподарської науки щодо вирішення нагальних проблем розвитку прісноводної та морської аквакультури. Київ, 2015. С. 108–110.

13. Межжерин С. В., Костюк В. С., Жалай Е. И. Особенности генетической структуры популяций и морфологическая изменчивость популяций речных раков *Astracus Fabricius*, 1775 Юго-Востока Украины. Науковий вісник Ужгородського університету. 2012. Вип. 33. С. 133–136.

14. Носенко Ю. Прибуток у клешнях: чи вигідно вирощувати раків?: [електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/agro/idei-trendy/item/8361-prybutok-u-kleshniakh-chy-vyhidnovyroshchuvaty-rakiv.html>

15. Ставровский К.Б. Продукция речных раков (*Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) при естественном и искусственном воспроизводстве : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук / К. Б. Ставровский. К.: Институт гидробиологии АН УССР, 1983. 21 с.

16. Тищенко В. І., Божко Н. В., Коверга В. В. Перспективи розведення широкопалого річкового рака. Вісник СНАУ. 2011. № 7 (18). С. 42–44.

17. Ульман Е.Ж. Біологічний стан популяції раків у Київському водосховищі / Е.Ж. Ульман // *Рибогосподарська наука України*. К., 2009. Вип. 3. С. 39-42.

18. Atlas of Crayfish in Europe / ed. C. Souty – Grosset et al. Paris : Muséum national d’Histoire naturelle, (Patrimoines naturels), 2006. 64 p.

19. Fetzner J. W. Family Astacidae Latreille, 1802-1803. Crayfish Taxon Browser. Carnegie Museum of Natural History. <http://iz.carnegiemnh.org/crayfish/NewAstacidea/family.asp?f=Astacidae>

20. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae – Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 2008. 595. P. 295–301: [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/226077330>
21. Murta A. Morphological variation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North African Atlantic: implications for stock identification. *Journal of Marine Science*. 2000. Vol 57. P 11-13.
22. Sint D., Dalla Via J., Fureder L. *Morphological variations in Astacus Astacus L. morphological variations in Astacus Astacus L. and Austropotamobius pallipes(lereboullet) populations*. 2001 Vol. 17. P. 14-15.
23. Lyko F: The marbled crayfish (Decapoda: Cambaridae) represents an independent new species // *Zootaxa*. 2017. 4363. P. 544-552.
24. Marenkov, O. M., Holovoborodko, K. K., Voronkova, U. S., & Nesterenko, O. S. (2017). Impact of ions of zinc and cadmium on body weight, fertility and condition of the tissues and organs of *Procambarus virginalis* (Decapoda, Cambaridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(4), 628–632. doi:10.15421/021796.
25. Novitsky R., Son M. The first records of Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*] (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Ukraine. *Ecol. Mont.*, 5, 2016, 44-46.
26. Novitskyi, R. O., Khristov, O. O., Hubanova, N. L., Horchanok, A. V., Prysiazniuk, N. M., & Porotikova, I. I. (2020). Продукція зоопланктону на окремих ділянках каналу «Дніпро-Донбас». *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(2), 96-100. <https://doi.org/10.32819/2020.82013>.
27. Panchishnyy, M. O., Shcherbak, O. V., Bazaeva, A. V., Novitskyi, R. O. (2020). Biological peculiarities of the cultivation of narrow-clawed crayfish *astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Crustacea, Decapoda). *Agrology*, 3(2), 92–97. doi: 10.32819/020012.
28. Kouba A., Petrusek A., Kozák P. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 2014. 413: 1-31.

29. Paaver T., Hurt M. Status and management of noble crayfish *Astacus astacus* in Estonia. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 2010. 394-395.

30. Wright, J.F., Furse, M.T. and Armitage, P.D. RIVPACS—a technique for evaluating the biological quality of rivers in the UK', *European Water Pollution Control*, 2013. 15–26 p.