

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2024-1-11>

ТЕХНОЛОГІЯ СУМІСНОГО ВИРОЩУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ В УМОВАХ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВОДИ

Єсіпова Наталія Борисівна,

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри безпеки праці та охорони довкілля

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

ORCID ID: 0000-0003-1924-2547

Шарамок Тетяна Сергіївна,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

завідувачка кафедри загальної біології та водних біоресурсів

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ORCID ID: 0000-0003-3523-5283

Масштабне забруднення поверхневих вод техногенними і побутовими стоками робить їх непридатними для рибогосподарського використання. Одним зі шляхів вирішення проблеми отримання якісної продукції аквакультури може бути використання установок із замкнутим водопостачанням (УЗВ). Стаття містить розроблену авторами технологію сумісного вирощування нільської тиляпії *Oreochromis niloticus* і гігантської прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* в системі рециркуляційного водоспоживання з продуктивністю 30 тонн тиляпії і 2 тонни прісноводної креветки на рік. Два запропонованих об'єкта аквакультури мають однаковий діапазон оптимальних температур: 26–28°C і однаковий термін циклу вирощування від личинки до товарної маси – близько 180 днів. Після цього можна заповнити систему новими партіями. Таким чином, за рік можна отримувати двічі товарну продукцію. У статті надаються розрахунки кількості плідників нільської тиляпії і постличинок прісноводної креветки, необхідних для отримання запланованої товарної продукції. Наводяться схема розташування структурних компонентів УЗВ, розрахунки кількості басейнів для вирощування молоді і товарних особин тиляпії та креветок. Календарний графік містить докладний перелік технологічних процесів із зазначенням їх тривалості, частоти проведення і строків виконання. У запропонованій технології сумісного вирощування нільської тиляпії і прісноводної креветки в УЗВ загальні витрати на використання води і електроенергії будуть компенсуватись реалізацією вартісної продукції креветок і менш вартісної та доступної для населення продукції тиляпії, при цьому обидва об'єкти мають високі смакові і поживні якості та невибагливі до умов утримання. Технологія дає змогу отримувати рибопосадковий матеріал тиляпії, який можна використовувати для зариблення техногенних водойм задля очищення їх від надмірного розвитку водної рослинності.

Ключові слова: установка з рециркуляцією води, нільська тиляпія, гігантська прісноводна креветка, технологія вирощування, товарна продукція.

Yesipova Nataliia, Sharamok Tetiana. Technology of co-cultivation of aquaculture objects in the conditions of water recirculation

Large-scale pollution of surface waters by technogenic and domestic effluents makes them unsuitable for fish farming use. The usage of installations with a closed water supply (CWS) could be one of the ways to solve the problem of obtaining high-quality aquaculture products. This paper describes the technology developed by the authors for the co-cultivation of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and giant freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating water consumption system with a productivity of 30 tons of tilapia and 2 tons of freshwater shrimp per year. The two proposed aquaculture facilities have the same range of optimal temperatures: 26–28°C and the same term of the growing cycle from larvae to marketable mass – about 180 days. After that, you can fill the system with new batches. Thus, it is possible to receive commercial products twice a year. The paper provides calculations of the number of Nile tilapia broodstock and freshwater shrimp postlarvae required to obtain the planned marketable products. The layout of the structural components of the CWS, and calculations of the number of pools for growing fingerlings and commercial individuals of tilapia and shrimp are given. The calendar schedule contains a detailed list of technological processes with an indication of their duration and frequency. In the proposed technology for the joint cultivation of Nile tilapia and freshwater shrimp in CWS, the total costs of water and electricity use will be compensated by the sale of expensive shrimp products and less expensive and affordable tilapia products

to the population, while both objects have high taste and nutritional qualities and are undemanding to conditions of maintenance. The technology makes it possible to obtain tilapia fish planting material, which can be used for stocking man-made reservoirs to clean them from the excessive development of aquatic vegetation.

Key words: plant with water recirculation, Nile tilapia, giant freshwater shrimp, cultivation technology, commercial product.

Вступ. Перші системи з рециркуляційною водою почали масово використовувати у середині ХХ століття у США для відновлення числа популяції форелі. Пізніше цей досвід був використаний для інших видів риб – осетрових, лососевих, сомів, вугрів. У країнах Європи стрімкий розвиток індустріальної аквакультури з використанням установок із замкнутим водопостачанням (УЗВ) був пов'язаний насамперед із суворими екологічними обмеженнями, які були спрямовані на мінімізацію забруднень природних вод від рибоводних заводів та ставкових господарств [1].

Досвід використання УЗВ для вирощування риби та інших гідробіонтів показав цілу низку переваг перед класичними технологіями, які застосовуються в аквакультурі. Крім зменшення антропогенного навантаження на довкілля і раціонального використання водних ресурсів, УЗВ передбачає повний контроль і керуваність технологічними процесами [2]. Підтримання завдяки терморегуляторам оптимального температурного режиму дає змогу майже вдвічі скоротити термін товарного вирощування гідробіонтів в УЗВ і гарантує їм безпеку від стресових коливань температури, пов'язаних з кліматичними змінами [3; 4].

Великою перевагою УЗВ перед традиційними технологіями є економія прісної води завдяки багатократному її використанню. Особливо це стосується засушливих регіонів, де відзначено її дефіцит. Водопостачання УЗВ відбувається разовим заповненням резервуарів з артезіанського джерела з подальшим підживленням свіжою водою. Такий спосіб дає змогу в багато разів зменшити витрати води на одиницю вирощеної продукції і знизити її собівартість. Крім того, риба має високий ступінь захисту від токсичного забруднення, патогенних бактерій та паразитів [5; 6].

Виробників також приваблює компактне розташування УЗВ на невеликій площі. Це дає змогу не тільки економити земельні ресурси, але й будувати рециркуляційну систему в межах великих міст, де буде забезпечено постійний попит на товарну продукцію і мінімізовано транспортні витрати.

Незважаючи на суттєву економію води і простору, збільшення продуктивності виробничих площ та інших переваг УЗВ, собівартість

об'єктів аквакультури, вирощених в таких умовах, залишається значно вище порівняно зі ставковим або садковим вирощуванням [2]. Тому сьогодні економічно вигідним є застосування УЗВ для товарного вирощування цінних гідробіонтів (осетрові, лососеві, креветки). Досвід УЗВ-господарств в Україні свідчить про те, що ефективність вирощування стерляді та ленського осетра майже вдвічі перевищує показники вирощування цих риб за класичними ставковими технологіями [7].

Проте слід враховувати, що осетрові риби є, хоча й цінним, але вартісним об'єктом аквакультури, недоступним більшості верств населення нашої країни. Збалансувати соціальні і економічні потреби можна шляхом раціонального підбору об'єктів аквакультури для сумісного вирощування в УЗВ. Такими об'єктами, на нашу думку, можуть бути нільська тилapia *Oreochromis niloticus* і прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii*. Тилapia здавна є популярним об'єктом аквакультури в Південній Кореї. Там вона вирощується переважно в рециркуляційній системі [8]. В Ізраїлі продукція тилapiї досягає близько 40% від загальної рибопродукції. В УЗВ за 4–6 місяців там отримують понад 100 кг/м³ товарної тилapiї [9].

Стрімке зростання популярності тилapiї як об'єкта індустріального вирощування пов'язане, по-перше, з її високими смаковими якостями, по-друге, зі швидким темпом росту і невибагливістю до кормів та якості води. Для забезпечення високого темпу росту риб температура води має бути не менше 25°C. Особливості біології, а саме виношування самками заплідненої ікри у роті і подальша турбота про потомство, забезпечують майже 95% виживання молоді [10].

Прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii*, або гігантська (королівська) прісноводна креветка, користується високим ринковим попитом у світі. В країнах Південно-Східної Азії і Близького Сходу вона є традиційним об'єктом прісноводної аквакультури [11]. Серед країн – постачальників прісноводної креветки на світовий ринок лідирує Китай зі щорічним обсягом виробництва понад 130 тис. тонн [12]. В Україні прісноводна креветка є новим і поки ще екзотичним об'єктом прісноводної аквакультури. Досвід вирощування товарної креветки

в ставках півдня України показав, що вона невибаглива до умов, за температури води 26–28°C швидко набирала товарну масу, яка в середньому складала 30 г, а у деяких екземплярів 80–120 г [13]. Повідомлень про результати вирощування прісноводної креветки в Україні в умовах УЗВ у науковій літературі ми не знайшли.

Метою роботи є розроблення технології сумісного вирощування в рециркуляційній системі нільської тилляпії і прісноводної креветки для отримання товарної продукції, яка б відповідала економічним і соціальним вимогам.

Матеріали і методи. Добір об'єктів аквакультури для вирощування в УЗВ проводився за такими принципами: однакові вимоги до водного середовища (оптимальна температура, мінералізація, рН); можливість поліциклічного (цілорічного) вирощування; можливість зменшення кормових витрат за рахунок використання відходів виробництва; відсутність однакових збудників паразитарних та інфекційних хвороб. Таким вимогам відповідали нільська тилляпія *Oreochromis niloticus* і прісноводна креветка *Macrobrachium rosenbergii*. Два вибрані об'єкти мають однаковий діапазон оптимальних температур: 26–28°C і однаковий термін циклу вирощування від личинки до товарної маси, який становить близько 180 діб [10; 16].

Для розроблення технології сумісного вирощування нільської тилляпії і прісноводної креветки в УЗВ використовувались відповідні рибоводні методики, нормативні та експериментально отримані рибоводно-біологічні показники [10; 14–19]. Проводились розрахунки кількості ремонтно-маточного стада і молоді тилляпії та кількості постличинки креветки, необхідних для отримання товарної продукції; визначення кількості басейнів для вирощування молоді і товарних особин, а також об'ємів води для їх заповнення; визначення загальної кількості корму, яку потрібно згодувати вирощувальним об'єктам.

Створення схеми проєктної рециркуляційної системи для сумісного вирощування нільської тилляпії і прісноводної креветки базувалось на класичній схемі УЗВ, яка передбачає у своїй структурі наявність таких обов'язкових компонентів: рибоводні басейни, обладнання для механічної і біологічної фільтрації води, басейн-накопичувач, електричні нагрівачі та насосна установка [1].

Результати. Світовий досвід використання УЗВ свідчить про те, що найбільш економічно виправдані рибні господарства із середньою продуктивною потужністю 30–50 тонн на рік.

У нашому варіанті планується вирощування 30 тонн тилляпії і 2 тонн прісноводної креветки на рік.

Запропонована технологія сумісного вирощування риб і креветок в УЗВ передбачає повний цикл для тилляпії (посадка плідників на нерест, отримання і підросування личинок, вирощування товарної риби) і неповний цикл для прісноводної креветки (від стадії постличинки до товарної маси).

Відомо, що у прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* вирощування початкових личинкових стадій має відбуватись у воді із солоністю 12 ‰, а подальше вирощування – у прісній воді [17]. Задля зменшення ризиків втрати значної кількості креветок через вразливість личинкових стадій, зменшення площі робочого приміщення, запобігання створенню додаткової системи басейнів із солоною водою, а також скорочення витрат на електроенергію планується посадка в УЗВ вже підрощених до стадії постличинки креветок у віці 2,5–3 місяців. Постличинки можна закупати у виробників, які займаються марікультурою і спеціалізуються на вирощуванні молоді креветок.

Схема УЗВ для сумісного вирощування тилляпії і креветки представлена на рис. 1 і містить басейни для утримання ремонтно-маточного стада риб і підрощування личинок з індивідуальною водоподачою і водоскидом у кожному басейні (1), басейни для вирощування товарних креветок (2), басейни для вирощування товарних тилляпій (3), фільтр для механічної фільтрації води і видалення органічних зависей (4), секції біофільтрів для біологічної очистки води від розчинених органічних речовин (5), басейн-накопичувач для забезпечення живлення насоса, видалення надлишку води в системі через перелив і підживлення свіжою водою (6), водяний насос (7), теплообмінник для підтримання оптимальної температури в системі (8).

Тилляпія невибаглива до вмісту кисню і є активним споживачем детриту. Тому ми пропонуємо в циркуляційній системі спочатку розташувати басейни з креветками, а за ними – басейни з тилляпією. Залишки корму, панцирів від линьки креветок та іншої органіки, що будуть скидатись із басейнів з креветками, стануть додатковим кормом для тилляпії. Встановлено, що поїдання детриту дає тилляпії додатково 10% приросту маси [10]. Це дасть змогу зменшити кормові витрати.

Результати розрахунків кількості плідників і молоді тилляпії, а також постличинки прісноводної креветки, необхідних для отримання запланованої товарної продукції, представлені в табл. 1.

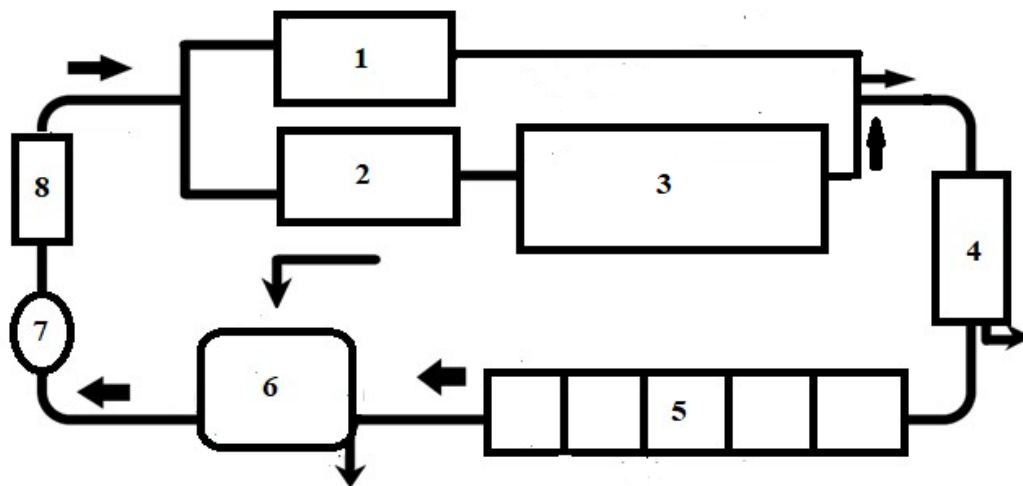


Рис. 1. Схема рециркуляційної системи для сумісного вирощування нільської теляпії і прісноводної креветки

Примітка: 1 – басейни з ремонтно-маточним стадом і личинками теляпії; 2 – басейни з креветками; 3 – басейни із товарною теляпєю; 4 – механічний фільтр; 5 – біологічний фільтр; 6 – басейн-накопичувач; 7 – водяний насос; 8 – теплообмінник

Таблиця 1

Технологічні показники сумісного вирощування нільської теляпії і прісноводної креветки в рециркуляційній системі

Показники	Значення показників
Нільська теляпія	
Запланована товарна продукція, кг	30000
Середня маса товарних риб, г	300
Вживання товарних риб від підрощеної молоді, %	90
Кількість молоді підрощеної до 10 г, екз.	111000
Вживання підрощеної молоді від личинок, %	85
Кількість личинок масою до 100 мг, екз.	130700
Середня плодючість самки, ікринок	1000
Кратність нересту за рік, разів	8
Співвідношення самців і самок	1:2
Загальна кількість плідників з урахуванням 50% резерву, екз.	36 (12 самців і 24 самки)
Загальна кількість ремонтного стада, що складає 50% від кількості плідників, екз.	18
Загальна кількість ремонтно-маточного стада, екз.	54
Прісноводна креветка	
Запланована товарна продукція, кг	2000
Середня маса товарних креветок, г	100
Вживання товарних креветок від постличинок, %	85
Кількість постличинок, екз.	23500

Виходячи з визначеної кількості плідників і посадкового матеріалу риб і креветок, проведено розрахунки кількості рибоводних басейнів. Для утримання ремонтно-маточного стада теляпії і проведення нересту необхідні прямокутні басейни об'ємом 5 м³ у кількості 2 шт. з урахуванням щільності посадки 50–60 екз./м³, а також окремого утримання самців і самок після нересту. Для підрощування личинок теляпії до маси 100 мг з щільністю посадки 25 тис./м³

необхідні прямокутні басейни об'ємом 3 м³ у кількості 2 шт. Кількість басейнів для підрощування личинок теляпії до маси 10 г з щільністю посадки 5 тис./м³ становить 5 шт. за об'єму кожного басейну 5 м³. Для вирощування товарної теляпії до маси 300 г з щільністю посадки 500 екз./м³ необхідні прямокутні басейни об'ємом 10 м³ у кількості 20 шт. З урахуванням кратності нересту та тривалості вирощування (180 діб) протягом року басейни можна використовувати

повторно, тому їх кількість може бути скорочена до 10.

Для вирощування товарної креветки за щільності посадки 250 екз./м² можна використовувати прямокутні басейни площею 10 м² у кількості 10 шт.

Таким чином, для вирощування 30 тонн тилапії і 2 тонн креветки в рециркуляційній системі необхідний об'єм води для заповнення

басейнів буде складати 241 м³. При цьому бажано щомісячне підживлення у систему 10% свіжої води, що буде становити 24 м³ у місяць або 288 м³ на рік.

Технологія сумісного вирощування тилапії і креветки ділиться на етапи, які мають свої особливості (табл. 2).

Процес вирощування нільської тилапії складається з трьох етапів. На першому етапі

Таблиця 2

Графік технологічних процесів за сумісного вирощування тилапії і прісноводної креветки в рециркуляційній системі

Назва технологічного процесу	Тривалість і частота проведення
Технологія вирощування нільської тилапії	
I етап. Підготовка плідників і проведення нересту	20–22 діб, 8 разів/рік
1.1 Підготовка плідників: – бонітування і відбір	8 разів/рік
– частота годівлі	1 раз/добу
– лікувально-профілактичні обробки	за необхідності
– контроль якості води	щоденно: Т°С, рН, O ₂ ; щотижня: СО ₂ , амонійний і нітритний азот, окислюваність
1.2. Нерест	кожні півтора місяця, 8 разів/рік
1.3. Інкубація: – ікри	3–5 діб
– личинок	10–14 діб
– гідрохімічний контроль	щоденно: Т°С, рН, O ₂
1.4. Отримання личинок	через 20–22 доби після початку нересту
II етап. Вирощування молоді	75–80 діб
2.1. Підрощування личинок до 100 мг	15–20 діб
– частота годівлі	24–48 разів/добу
2.2. Вирощування молоді до 10 г	60 діб
– частота годівлі	12 разів/добу
– лікувально-профілактичні обробки	за необхідності
– контроль якості води	щоденно: Т°С, рН, O ₂ ; щотижня: СО ₂ , амонійний і нітритний азот, окислюваність
III етап. Товарне вирощування риби	180 діб
– частота годівлі	4–6 разів/добу
– лікувально-профілактичні обробки	за необхідності
– контроль якості води	щоденно: Т°С, рН, O ₂ ; щотижня: СО ₂ , амонійний і нітритний азот, окислюваність
Прісноводна креветка	
I етап. Вирощування постличинки	45–60 діб
– частота годівлі	4–5 разів/добу
– лікувально-профілактичні обробки	за необхідності
– контроль якості води	щоденно: Т°С, рН, O ₂ ; щотижня: СО ₂ , амонійний і нітритний азот, окислюваність; щомісячно: загальне мікробне число
II етап. Товарне вирощування креветок	180 діб
– частота годівлі	2 рази/добу
– лікувально-профілактичні обробки	за необхідності
– контроль якості води	щоденно: Т°С, рН, O ₂ ; щотижня: СО ₂ , амонійний і нітритний азот, окислюваність; щомісячно: загальне мікробне число

відбуваються бонітирувальні роботи з підготовки плідників до нересту, проведення нересту і отримання личинок. Дозрівання плідників нільської теляпії відбувається в середньому 8 разів на рік, що дає можливість багатократно використовувати їх у нересті. Частота годівлі ремонтно-маточного стада буде складати один раз на добу протягом всього року з розрахунку добової дози корму 3% від загальної маси риб [19], що складає 0,8 кг/добу. Загальна кількість корму, яка буде витрачена під час вирощування ремонтно-маточного стада, буде становити 288 кг. Перший етап триває 20–22 доби і закінчується отриманням личинок.

На другому етапі відбувається вирощування молоді теляпії до маси 10 г. Тривалість цього етапу становить 60 діб [10]. На цьому етапі режим годівлі личинок буде змінюватись за ступенем їх росту. За підрощування до маси 100 мг личинок необхідно годувати кормом 24–48 разів на добу в кількості 20% від маси риби. В подальшому частота годівлі зменшується до 12 разів/добу. Добова витрата корму буде становити 2,6 кг.

Третій етап починається з вирощування молоді від 10 г до товарної маси 300 г. Тривалість цього етапу складає в середньому 180 діб. Годувати риб необхідно 4–6 разів/добу в кількості 3% від маси риби. Витрати корму будуть становити 33 кг/добу і 5940 кг за весь період товарного вирощування.

Технологія вирощування креветки складається з 2-х етапів. На першому етапі відбувається вирощування постличинки до маси 0,5 г протягом 45–60 днів. Перший тиждень добова доза корму складає 100% від загальної маси постличинок, потім поступово знижується до 30% [17]. Частота годівлі у перший тиждень становить 5 разів/добу, пізніше – 4 рази/добу. На цьому етапі добові витрати корму будуть змінюватись за ступенем росту молоді креветок від 12 до 18 кг. Загальні витрати корму за перший етап складуть орієнтовано 590 кг.

Однією з основних проблем під час вирощування креветок є канібалізм, який керується зменшенням щільності посадки постличинок. Рекомендується в перший тиждень вирощування створити щільність посадки постличинок в басейнах 5000 екз./м², на другий тиждень – зменшити до 2000 шт./м², на третій тиждень – зменшити до 500 шт./м² [17]. В цей період постличинки доволі часто линяють. Скинуті панцирі можуть бути додатковим кормом для товарної теляпії.

Другий етап починається з товарного вирощування креветок. За запланованої

товарної маси 100 г етап триватиме до 180 днів. Щільність посадки креветок під час товарного вирощування зменшується від 75 до 45 екз./м². Добовий раціон корму складає 5% від загальної маси креветок. Загальні витрати кормів під час вирощування товарної креветки до 100 г будуть становити орієнтовано 1080 кг.

Під час вирощування об'єктів аквакультури в УЗВ обов'язковим заходом є контроль за станом водного середовища. Щоденно контролюються показники води, які можна коригувати: температура, вміст кисню в басейнах і рН. Щотижня визначаються показники, які вказують на рівень органічного забруднення системи і ефективність роботи біофільтрів – амонійний і нітритний азот, окислюваність; щомісячно – загальне мікробне число.

Враховуючи високу щільність посадки риб і креветок у басейни, можливі спалахи інфекційних захворювань, викликаних масовим розмноженням патогенних бактерій, присутніх у водному середовищі (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flexibacter* тощо). Для запобігання хвороб проводяться систематичні патологічні обстеження вирощувальних об'єктів і профілактичні обробки.

Таким чином, запропонована технологія сумісного вирощування нільської теляпії і прісноводної креветки в рециркуляційній системі дасть змогу двічі на рік отримувати цінну товарну продукцію, враховуючи швидкий ріст об'єктів і однаковий діапазон оптимальних температур. Використання для товарного вирощування теляпії скидної води з креветкових басейнів, збагаченої органічними залишками, забезпечить додатковий приріст товарної маси риб. Реалізація вартісної продукції креветок і менш вартісної продукції теляпії сприятиме компенсації виробничих витрат і рішенню проблеми забезпечення населення якісною і доступною рибною продукцією. Теляпія як активний споживач детриту, може використовуватись для зариблення техногенних водойм задля очищення підводних комунікацій від біоброствань.

Висновки. Технологія комплексного вирощування нільської теляпії і прісноводної креветки базується на однакових вимогах об'єктів до температури і гідрохімічних показників, можливості поліциклічного (цілорічного) вирощування, відсутності однакових збудників інфекційних хвороб.

Особливістю запропонованої рециркуляційної системи є каскадне розташування басейнів з товарною теляпією за басейнами з креветками,

що дає можливість збільшити приріст товарної маси тиліяпії за рахунок залишків органіки, яка надходить зі скидною водою з креветкових басейнів.

Для вирощування 30 тонн тиліяпії і 2 тонн креветки необхідно 2 басейни об'ємом 3 м³ (для підрощування личинок), 7 басейнів об'ємом 5 м³ (для ремонтно-маточного стада і підрощених личинок) і 20 басейнів об'ємом 10 м³ (для вирощування товарної риби і товарної креветки). Загальний обсяг витраченої води в УЗВ буде становити 241 м³ зі щомісячним підживленням у систему 10% свіжої води.

Технологія вирощування нільської тиліяпії має поліциклічний характер і складається з трьох етапів: проведення нерестової кампанії і отримання личинок, підрощування личинок до 10 г, вирощування риб до товарної маси 300 г. Термін товарного вирощування тиліяпії становить 180 діб, затрати кормів на цьому етапі – 5940 кг.

Технологія вирощування прісноводної креветки складається з 2-х етапів: вирощування постличинки до маси 5 г і вирощування товарної креветки до маси 100 г. Тривалість товарного вирощування креветки – 180 діб, витрати кормів – 1080 кг.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Брайнбалле Я. Посібник з аквакультури в установках замкнутого водопостачання. Введення в нові екологічні та високопродуктивні замкнуті рибоводні системи. Копенгаген, 2010. 70 с.
2. Гриневич Н., Хом'як О., Присяжнюк Н., Михальський О. Аналіз гідротехнологічної складової індустріальних акваферм за замкнутого водопостачання. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 59–76.
3. Goddard S., Delghandi M. Recirculating Aquaculture Systems (RAS). *Encyclopedia of the World's Biomes*. 2020. № 4.
4. Kamermans P., Garcia A.B., Joaquim S., Matias D. Recirculation nursery systems for bivalves. *Aquaculture International*. 2016. № 24 (3).
5. Кононенко Р. Використання установки замкнутого водопостачання при інтенсифікації виробництва рибопродукції. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 2 (24). С. 56–65.
6. Єсіпова Н., Уджмаджурідзе В. Перспективи застосування рециркуляційних систем в аквакультурі. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: матеріали наук.-практич. Конференції, 27–28 жовтня 2022 року. Херсон – Кропивницький. С. 288–291.
7. Шевченко В., Чемодуров О. Стерлядь та ленський осетер як об'єкти вирощування в УЗВ. *Інноваційні підходи до формування та управління антропогенними і природними екосистемами півдня України*: матеріали наук.-практич. інтернет-конференції викладачів, молодих вчених та здобувачів вищої освіти від 18–19 березня 2020 року. Херсон. С. 24–25.
8. Kim I.B. Closed Aquaculture Systems for the Mass Production of Food Fish. National Fisheries University of Pusan Taeyon-dong, Nam-gu, Pusan. 1997. P. 423–436.
9. Озиранський Ю., Колесник Н., Симон М., Щербак С., Кононенко Р., Федоренко Н. Тиліяпія (Tilapia) як один із основних об'єктів сучасної аквакультури. Досвід культивування в Ізраїлі (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2018. № 3. С. 50–88.
10. Шарило Ю., Федоренко М., Вдовенко Н., Поплавська О., Курмаєв П., Михальчишина Л., Дмитришин Р. Практичні рекомендації щодо виробництва тиліяпії в умовах конкурентного середовища та продовольчих викликів. Київ: Списовський, 2020. 25 с.
11. Binh C.Th., Lin C.K. Shrimp culture in Vietnam. *World Aquacult*. 1995. № 4. P. 27–33.
12. Farook M., Muthu Mohamed H., Mohammed Tariq N.P.M., Muhammed Shariq K., Aadil Ahmed I. Giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879): a review. *International Journal of Research and Analytical Reviews*. 2019. V. 6 (1). P. 571–584.
13. Волянський Л., Туранов В. Досвід культивування прісноводної креветки на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2003. Вип. 29. С. 44–45.
14. Євтушенко М. Методика досліджень у рибництві. Київ: НУБіП, 2013. 130 с.
15. Рекомендації з виробництва в рециркуляційних аквакультурних системах. Київ: Методично-технологічний центр з аквакультури, 2019. 67 с.
16. Жигін А. Шляхи та методи інтенсифікації вирощування об'єктів аквакультури в установках із замкнутим водокористуванням (УЗВ): автореф. дис. ... докт. сільськогосп. наук: спец. 06.02.04. 2002. 40 с.
17. Статкевич С. Досвід та проблеми штучного відтворення гігантської креветки *Macrobrachium rosenbergii* (de man, 1879) в умовах Криму. *Aquatic Bioresources & Environment*. 2018. Т. 1. № 1. С. 76–85.

18. Бондаренко Л., Слепньов О. Вирощування креветки *Macrobrachium Rosenbergii* в промислових умовах. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Харків: ДБТУ, 2021. С. 451–452.

19. Шарило Ю., Вдовенко Н., Поплавська О., Дмитришин Р., Томілін О., Герасимчук В. Формування пропозиції на рибу та інші водні біоресурси в рециркуляційних аквакультурних системах у контексті сталого розвитку сільських територій. Київ: НУБіП України, 2022. 96 с.

REFERENCES:

1. Brainballe Ya. (2010). Posibnyk z akvakultury v ustanovkakh zamknutoho vodopostachannia. Vvedennia v novi ekolohichni ta vysokoproduktyvni zamknuti rybovodni systemy [Guide to aquaculture in closed water supply installations. Introduction to new ecological and highly productive closed fish farming systems]. Kopenhagen. 70 s. [in Ukrainian]

2. Hrynevych N., Khomiak O., Prysiazhniuk N., Mykhalskyi O. (2019). Analiz hidrotekhnolohichnoi skladovoi industrialnykh akvaferm za zamknutoho vodopostachannia [Analysis of the hydrotechnological component of industrial aqua farms with closed water supply]. *Vodni bioresursy ta akvakultura*. № 2, pp. 59–76. [in Ukrainian]

3. Goddard S., Delghandi M. (2020). Recirculating Aquaculture Systems (RAS). *Encyclopedia of the World's Biomes*. № 4.

4. Kamermans P., Garcia A.B., Joaquim S., Matias D. (2016). Recirculation nursery systems for bivalves. *Aquaculture International*. 24 (3).

5. Kononenko R. (2013). Vykorystannia ustanovky zamknutoho vodopostachannia pry intensyfikatsii vyrobnytstva ryboproduktsii [The use of a closed water supply installation during the intensification of fish production]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. № 2 (24), pp. 56–65. [in Ukrainian]

6. Iesipova N., Udzhmadzhuridze V. (2022). Perspektyvy zastosuvannia retsyrkuliatsiinykh system v akvakulturi [Prospects for the use of recirculation systems in aquaculture]. *Materialy nauk.-praktych. konferentsii "Ekolohichni problemy navkolyshnoho seredovyscha ta ratsionalnoho pryrodokorystuvannia v konteksti staloho rozvytku"*. 27–28 zhovtnia 2022 r., Kherson – Kropyvnytskyi, pp. 288–291. [in Ukrainian]

7. Shevchenko V., Chemodurov O. (2020). Sterliad ta lenskyi oseter yak obiekty vyroshchuvannia v UZV [Sterlet and Lena sturgeon as objects of cultivation in installations with closed water supply]. *Materialy nauk.-praktych. internet-konferentsii vykladachiv, molodykh vchenykh ta zdobuvachiv vyshchoi osvity "Innovatsiini pidkhody do formuvannia ta upravlinnia antropohennymi i pryrodnyimi ekosystemamy pivdnia Ukrainy"*. 18–19 bereznia 2020 r., Kherson, pp. 24–25. [in Ukrainian]

8. Kim I.B. (1997). Closed Aquaculture Systems for the Mass Production of Food Fish. National Fisheries University of Pusan Taeyon-dong, Nam-gu, Pusan. P. 423–436.

9. Oziranskiy Yu., Kolesnik N., Simon M., Scherbak S., Kononenko R., Fedorenko N. (2018). Tiliapiia (Tilapini) yak odyin iz osnovnykh obektiv suchasnoi akvakultury. Dosvid kulytvuvannia v Izraili (ohliad). [Tilapia (Tilapini) as one of the main objects of modern aquaculture. Cultivation experience in Israel (review)]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*. № 3, pp. 50–88. [in Ukrainian]

10. Sharylo Yu., Fedorenko M., Vdovenko N., Poplavska O., Kurmaiev P., Mykhalchyshyna L., Dmytryshyn R. (2020). Praktychni rekomendatsii shchodo vyrobnytstva tyliapii v umovakh konkurentnoho seredovyscha ta prodovolchykh vyklykiv [Practical recommendations for tilapia production in a competitive environment and food challenges]. K.: Spysovskyi. 25 s. [in Ukrainian]

11. Binh C.Th., Lin C.K. (1995). Shrimp culture in Vietnam. *World Aquacult.* № 4, pp. 27–33.

12. Farook M.A., Muthu Mohamed H.S., Mohammed Tariq N.P.M., Muhammed Shariq K., Aadil Ahmed I. (2019). Giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879): a review. *International Journal of Research and Analytical Reviews*. V. 6 (1), pp. 571–584.

13. Volianskyi L., Turanov V. (2003). Dosvid kulytvuvannia prysnovodnoi krevetky na pivdni Ukrainy [Experience of freshwater shrimp cultivation in the south of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Vyp. 29, pp. 44–45. [in Ukrainian]

14. Ievtushenko M. (2013). Metodyka doslidzhen u rybnytstvi [Methodology of research in fish farming]. K.: NUBiP. 130 s. [in Ukrainian]

15. Metodychno-tekhnolohichni tsestry z akvakultury (2019). Rekomendatsii z vyrobnytstva v retsyrkuliatsiinykh akvakulturnykh systemakh [Recommendations for production in recirculating aquaculture systems]. Kyiv. 67 s. [in Ukrainian]

16. Zhyhin A. (2002). Shliakhy ta metody intensyfatsii vyroshchuvannia obektiv akvakultury v ustanovkakh iz zamknutym vodokorystuvanniam (UZV): avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia doktora silskohospodarskykh nauk: 06.02.04 [Ways and methods of intensification of the cultivation of aquaculture

objects in installations with closed water use: abstract of the dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences: 06.02.04]. 40 s. [in Ukrainian]

17. Statkevych S. (2018). Dosvid ta problemy shtuchnoho vidtvorennia hihantskoi krevetky *Macrobrachium Rosenbergii* (de man, 1879) v umovakh Krymu [Experience and problems of artificial reproduction of giant shrimp *Macrobrachium Rosenbergii* (de man, 1879) in Crimea]. *Aquatic Bioresources & Environment*. T. 1. № 1, pp. 76–85. [in Ukrainian]

18. Bondarenko L., Slepnov O. (2018). Vyroshchuvannia krevetky *Macrobrachium Rosenbergii* v promyslovykh umovakh [Growing shrimp *Macrobrachium Rosenbergii* in industrial conditions]. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Suchasna inzheneriia ahropromyslovykh i kharchovykh vyrobnytstv"*. Kharkiv: DBTU, pp. 451–452. [in Ukrainian]

19. Sharylo Yu., Vdovenko N., Poplavska O., Dmytryshyn R., Tomilin O., Herasymchuk V. (2022). Formuvannia propozytsii na rybu ta inshi vodni bioresursy v retsyrkulatsiinykh akvakulturnykh systemakh u konteksti staloho rozvytku silskykh terytorii [Formation of supply for fish and other aquatic biological resources in recirculating aquaculture systems in the context of sustainable development of rural areas]. K.: NUBiP Ukrainy. 96 s. [in Ukrainian]