

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: **ІНТЕГРАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ РИБИ З ВИРОБНИЦТВОМ**
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Виконав студент групи ВБ-19 і
спеціальності 207 Водні біоресурси та
аквакультура
Гюров Юрій Юрійович

Керівник старший викладач
Безик Ксенія Ігорівна

Консультант к.б.н., доцент
Бургаз Марина Іванівна

Рецензент Гайдашенко Ірина Миколаївна

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура
(шифр і назва)
Освітня програма «Охорона, відтворення та раціональне використання
гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк П.В.

“ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Гюрову Юрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Інтеграція вирощування риби з виробництвом
сільськогосподарської продукції

керівник роботи Безик Ксенія Ігорівна, старший викладач

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “18” 12 2020 року № 254-С

2. Строк подання студентом роботи 11.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Робота присвячена вивченню стану інтеграції вирощування
риби з виробництвом сільськогосподарської продукції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз наявної в літературі інформації що до стану інтеграції
вирощування риби з виробництвом сільськогосподарської продукції

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють види досліджень та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Бургаз М.І. к.б.н., доцент каф. водних біоресурсів та аквакультури		
II	Бургаз М.І. к.б.н., доцент каф. водних біоресурсів та аквакультури		
III	Бургаз М.І. к.б.н., доцент каф. водних біоресурсів та аквакультури		
IV	Бургаз М.І. к.б.н., доцент каф. водних біоресурсів та аквакультури		

7. Дата видачі завдання 11.05.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми, та написання вступу та першого розділу.	11.05.2021 - 15.05.2021 р.	90,0	відмінно
2	Аналіз глобальної продовольчої проблеми. Написання другого розділу.	16.05.2021- 23.05.2021 р.	90,0	відмінно
3	Рубіжна атестація	24.05.2021- 29.05.2021 р.	90,0	відмінно
4	Аналіз сучасних методів вирощування риби та рослин. Написання другого та третього розділів	30.05.2021- 31.05.2021 р.	90,0	відмінно
5	Аналіз процесів інтеграції вирощування риби та сільськогосподарської продукції. Написання четвертого розділу	01.06.2021- 02.06.2021р	90,0	відмінно
6	Написання висновків бакалаврської кваліфікаційної роботи	03.06.2021- 04.06.2021 р.	90,0	відмінно
7	Оформлення роботи згідно ДОСТу. Написання доповіді. Підготовка презентації.	05.06.2021- 07.06.2021 р.	90,0	відмінно
8	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку Перевірка роботи зав. кафедрою Отримання рецензії Попередній захист роботи на кафедрі Надання роботи до деканату	08.06.2021- 11.06.2021		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	відмінно

Студент _____

(підпис)

Гюров Ю.Ю. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Безик К.І. _____

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему: “ Інтеграція вирощування риби з виробництвом сільськогосподарської продукції ” представлена на 74 сторінках, містить 12 рисунків, 4 таблиці, 63 літературних джерела.

Метою даної кваліфікаційної роботи стало дослідження та оцінка процесів поєднання комбінованих форм вирощування риби та сільськогосподарської продукції, поєднання технологій вирощування риби з аквапонним і гідропонним вирощуванням рослин.

Завданнями роботи передбачалось проаналізувати процеси поєднання комбінованих форм вирощування риби та сільськогосподарської продукції, поєднання технологій вирощування риби з аквапонним і гідропонним вирощуванням рослин.

В ході роботи розкриті та проаналізовані наступні питання: глобальна продовольча проблема, гідропоніка і аквапоніка - як сучасні методи вирощування рослин і риби, від прісноводної до морської аквапоніки, інтеграція вирощування риби з виробництвом сільськогосподарської продукції.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ГЛОБАЛЬНА ПРОДОВОЛЬЧА ПРОБЛЕМА.....	7
1.1 Проблема продовольчого забезпечення в Україні.....	13
2 ГІДРОПОНІКА І АКВАПОНІКА - ЯК СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН І РИБИ.....	16
2.1 Аквапоніка.....	16
2.2 Гідропоніка.....	22
3 ВІД ПРІСНОВОДНОЇ ДО МОРСЬКОЇ АКВАПОНІКИ.....	25
3.1 Морська аквапоніка у країнах Світу.....	33
4 ІНТЕГРАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ РИБИ З ВИРОБНИЦТВОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	38
4.1 Спільне вирощування риби та овочів.....	47
4.2 Вирощування риби і нутрій.....	57
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	68

ВСТУП

Ще декілька десятиріч тому вважалось, що ресурси Світового океану невичерпні. Потрібно тільки нарощувати потужності промислового флоту, йти далі в безбережну далечінь, і улови постійно зростатимуть. Спочатку так і було, але сучасна дійсність спростувала дуже оптимістичні прогнози. [1]

З другої половини ХХ століття в світовому рибальстві почали з'являтися ознаки напруженості й істотного зниження результативності промислу, а в кінці століття сукупний вилов водних біоресурсів стабілізувався на рівні 80-90 млн. т і в подальший період істотно не змінився. [1]

Тим часом населення Землі неухильно збільшується і в нових умовах, паралельно з розвитком і вдосконаленням сільського господарства, людина все більше уваги звертала на водне середовище. Аквакультура як реальна альтернатива рибальству за останні двадцять років перетворилася на галузь, яка бурхливо розвивається, прогресує, постійно нарощує обсяги і асортимент виробництва. [1]

Риба – джерело повноцінних тваринних білків, жирів, вітамінів, мікроелементів. Її біологічна цінність не нижча, ніж м'яса, але, в порівнянні з ним риба – продукт легкозасвоюваний. Для збалансованого харчування людина повинна споживати не менше 14-16 кг риби на рік. На жаль сьогодні частка її в раціоні населення України достатньо мала, що пов'язано з недостатнім рівнем розвитку рибогосподарського комплексу. [2]

Органічне сільське господарство стало невід'ємною частиною аграрної практики по всьому світі. Вирощення органічної продукції в Україні — досить новий та надзвичайно перспективний напрям, який має позитивну тенденцію до зростання. Про це свідчить динаміка збільшення площ для органічного виробництва та кількість відповідних агроформувань. [2]

Система аквапоніки широко використовується у світі, проте Україна лише починає впроваджувати цю практику.

Аквапоніка є прикладом рециркуляційних систем. Вона поєднує у собі аквакультуру (практики з розведення риби) та гідропоніку (вирощення рослин у

водному середовищі без ґрунту). Деякі інтегровані сільськогосподарські господарства дозволяють скоротити споживання води на 90% у порівнянні з традиційним сільським господарством. Це чудовий показник, адже сільськогосподарський сектор споживає до 70% усієї доступної прісної води в світі. [3]

В аквAPONІЦІ вода має подвійне призначення — для проживання риб та вирощування сільськогосподарських культур, що дозволяє отримувати відразу два продукти. І це не єдина перевага: відходи життєдіяльності риб удобрюють воду, на якій вирощують рослини, а ті, своєю чергою, очищають воду для риби. [3]

Гідропоніка є революційним рішенням, яке може позбавити населення нашої планети від дефіциту їжі та води. Її суть полягає в вирощуванні різних культур без ґрунту, замінивши його різними поживними сумішами та субстратами. Незважаючи на те, що сучасні гідропонні технології досить складні, в основі принципу закладено походження природи нашої планети, адже перші рослини зародилися саме в воді. [3]

Метою роботи є оцінка процесів поєднання комбінованих форм вирощування риби та сільськогосподарської продукції, поєднання технологій вирощування риби з аквапонним і гідропонним вирощуванням рослин.

1 ГЛОБАЛЬНА ПРОДОВОЛЬЧА ПРОБЛЕМА

Світова продовольча проблема визнана глобальною проблемою людства. На глобальному рівні зростає усвідомлення того, що розвиток сільського господарства має ключове значення для досягнення значних успіхів і стійкого прогресу на шляху позбавлення мільйонів людей від бідності і продовольчої незабезпеченості. Цей факт все частіше визнається на найвищому політичному рівні. При цьому світова продовольча і сільськогосподарський сектор стикається з різними викликами і перешкодами, включаючи демографічні зрушення, зміни в раціоні харчування, зміна клімату, обмеженість природних ресурсів тощо. [4]

Ці та інші чинники зумовлюють необхідність визначення основних чинників забезпечення продовольчої проблеми. З їх допомогою з'явиться можливість почувати потреби людства в продовольстві і задовольнити їх в потрібному обсязі. [4]

Таким чином, в умовах, що склалися, можливий наступний зростання виробництва продовольства, пов'язаний з розширенням оброблюваних площ, в тому числі:

- реалізацією проектів резервних площ для аграрного освоєння;
- інтенсифікацією сільського господарства на вже освоєних землях (включаючи іригацію, внесення добрив та інше);
- застосуванням передових методів ведення землеробства разом з традиційними;
- здійсненням природоохоронних заходів;
- процесом диверсифікації структури всієї економіки країн, що розвиваються;
- в якійсь мірі з відмовою від ідеї самозабезпеченості продовольством і задоволення зростаючих потреб в продуктах харчування за рахунок доходів від експорту в результаті розвитку інших галузей економіки (необхідність імпорту продуктів харчування);
- необхідністю соціальних перетворень аграрних реформ;
- залученням країн, що розвиваються до науково-технічних досягнень, в тому числі в галузі сільського господарства.

Сучасна наука володіє великими можливостями для збільшення виробництва продовольства в світі за рахунок:

- підвищення родючості земель;
- використання біологічних ресурсів морських і океанічних вод;
- широкого застосування сонячної енергії і досягнень генетики і селекції для поліпшення сільськогосподарських культур і виведення більш продуктивних порід тварин.

Глобальна продовольча проблема полягає в недостатньому забезпеченні продуктами харчування населення планети. Вона проявляється переважно в найбідніших країнах Третього світу і загострюється в міру того, як їх населення зростає. Загальна чисельність людей, які страждають сьогодні від нестачі продовольства, становить сьогодні понад 1 млрд. чоловік. Суть в тому, що зростання народонаселення випереджає зростання обсягів сільськогосподарського виробництва та розвиток його технологій. Однак, є думка, що навіть при нинішньому рівні розвитку використовуваних аграрних і тваринницьких технологіях можна було б прогнати понад 10 млрд. чоловік за умови раціонального використання наявних ресурсів і справедливої системи розподілу вироблених благ. [5]

За оцінками ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я) і ФАО (Організація з продовольства і сільського господарства), приблизна норма харчування людини повинна становити 2400 - 2500 кілокалорій в день, за іншими оцінками - 2700 - 2800 кілокалорій в день. Явно виражене недоїдання настає тоді, коли він опускається нижче 1800 ккал, а яскравий голод - коли він проходить «критичну позначку» в 1000 ккал в день (Рис. 1.1).

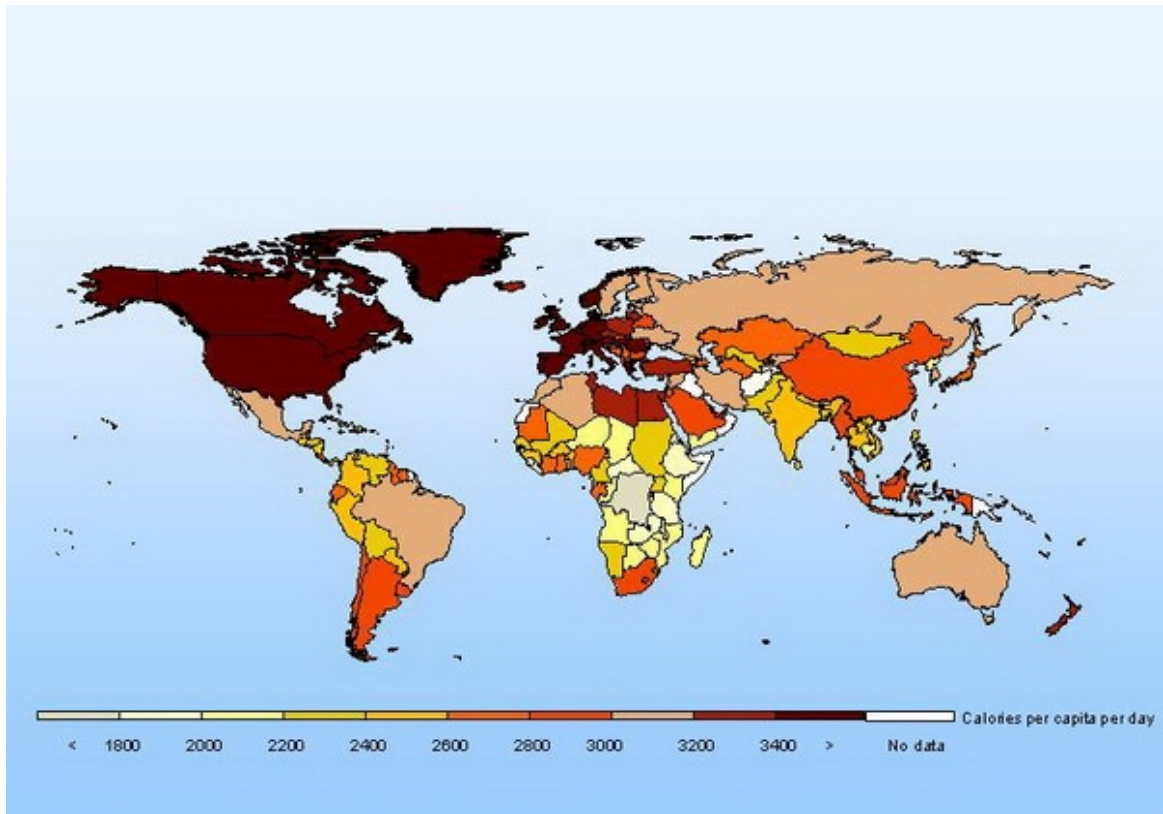


Рис. 1.1 - Денне споживання продуктів харчування в регіонах світу (в калоріях)

Брак продовольства, його низька якість негативно впливає на самопочуття і стан здоров'я, якість робочої сили і продуктивність праці, тобто перешкоджає економічному зростанню (Рис. 1.2). Також ця обставина стає джерелом соціальної і політичної напруженості, конфліктності, як в регіонах, які потерпають від продовольчої проблеми, так і в усьому глобальному світі. [6]

Глобальна продовольча проблема характерна своєю суперечливістю, що має цілий ряд аспектів:

- виробництво продуктів харчування за обсягами, якістю та ефективності нерівномірно по регіонах планети;
- масштаби виробництва продуктів харчування в цілому формально відповідають продовольчим потребам населення світу;
- виробництво продовольства в належній мірі не забезпечено саме там, де в ньому найгостріше потребують;
- в світі об'єктивно не спостерігається нестачі в з Гміна Ємельно ділянках, теоретично придатних для виробництва продовольства (навіть з розрахунку від 14 до

33 млрд. людина), в той же час на використовуваних в сільськогосподарських і промислових потребах територіях відбувається знищення родючого шару ґрунту;

- від голоду і недоїдання на планеті Земля сьогодні страждає понад 1 млрд людей, від переїдання і надмірної маси тіла - приблизно 1,6 млрд чоловік.

Як показує багаторічний досвід роботи ООН, Червоного хреста, інших міжнародних інститутів і благодійних організацій навіть наймасштабніша допомога слаборозвиненим країнам за допомогою ввезення туди продовольства не вирішує проблему, оскільки звернена до її наслідків, а не причин. Спеціальні програми продовольчої допомоги та благодійності, як би численне вони не були, мають точковий і одноразовий характер. Покладатися на ресурсний потенціал промислово розвинених країн тут теж невірно. Необхідно розбиратися з ситуацією науково-технічної і виробничо-економічної відсталості найбідніших країн, викоринювати варварськи несправедливу систему розподілу вироблених благ в них, стимулювати ліквідацію відсталих форм землеробства і тваринництва, підйом сільського господарства на основі наукових методів і сучасних технологій його ведення.

До вирішення продовольчої проблеми неправильно підходити без урахування стану і необхідності вирішення ряду інших глобальних проблем: політичних, економічних, енергетичних, екологічних, соціальних, демографічних. [7]

Продовольча проблема світового масштабу полягає в нездатності людства повністю забезпечити себе продуктами харчування, які відповідають прийнятним фізіологічним нормам.

До факторів, які впливають на виникнення проблеми продовольства, відносяться наступні:

- швидке зростання населення Землі;
- специфіка розміщення населення;
- вплив економіки країн, що розвиваються;
- політична обстановка в світі;
- повсюдна індустріалізація;
- масова урбанізація.

Це далеко не повний перелік причин, які надають згубний вплив на питання, що стосується продовольчої проблеми людства.

Ресурсний потенціал планети і сучасний економічний розвиток в поєднанні з науково-технічними можливостями світової спільноти дозволяють це зробити.

Ця проблема суспільства позиціонується як недолік продовольства, а також незбалансованість харчування в різних державах світу.

За останні півстоліття у виробництві продуктів продовольства намічається явний прогрес - чисельність голодуючих скоротилася практично в два рази.

Однак значна частина населення Землі все ще відчуває нестачу продуктів харчування. Особливо гостро питання стоїть в Азії.

Кількість які потребують сьогодні становить цифру понад 850 млн. чоловік.

Якщо провести нескладні математичні розрахунки, то вийде, що абсолютний брак продовольства (по калорійності) відчуває кожен сьомий житель планети. Понад 5 млн. дітей помирають щороку через вимушене голодування.

Основний шлях вирішення глобальної продовольчої проблеми людства розвиток сільського господарства. А також інтенсифікація вже освоєних сільгоспугідь. Грамотне ведення сільського господарства має на увазі впровадження передових методів в землеробстві. Важливе значення мають і заходи природоохоронного характеру. [7]



Рис. 1.2.- Зростання чисельності населення Землі, у %

Необхідно переглянути вплив економіки країн, що розвиваються на менш розвинені економіки.

В Україні є актуальним питання проведення ряду реформ аграрної спрямованості, який дозволить запобігти поширенню продовольчої проблеми.

Ефективним методом вирішення проблеми може стати впровадження науково-технічних досягнень в країнах, що розвиваються.

Сучасний науковий потенціал дає можливості для збільшення виробництва продовольства шляхом підвищення родючості земель, а також за рахунок експлуатації біоресурсів морських і океанічних вод. [8]

Перспектива використання поновлюваних природних джерел енергії і досягнень в області генетики та селекції сільськогосподарських культур дозволять ефективно вирішити проблему нестачі продовольства на планеті.

1.1 Проблема продовольчого забезпечення в Україні

В Україні присутня проблема продовольчого забезпечення незважаючи на наявність сприятливих природнокліматичних умов та значної кількості родючих земель. Загострення цієї проблеми виникло в складний період трансформаційних перетворень, який виявився занадто тривалим. Як наслідок, відбулось порушення обсягів і пропорцій суспільного виробництва як на галузевому, так і на регіональному рівнях, що спричинило загрозу продовольчій безпеці країни. [9]

Обсяг споживання риби в Україні становить близько 14 кг на людину на рік, що на 6 кг менше рекомендованої Продовольчою і сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) норми.

За чисельності населення в Україні 35 млн осіб, на кожного українця припадає в середньому 9-14 кг риби на рік. У світі ж цей показник перевалив 20 кг на людину на рік.

В Японії цей показник досягає 65 кг, у країнах Північної Америки — 24 кг, ЄС — 21 кг; постійно зростає споживання риби в Китаї.

Українці споживають дуже мало риби. Останні 30 років в світі простежується стійке зростання споживання риби. За аналізу показників імпорту за останні три роки створюється враження, що триває зростання. Однак, з огляду на показники 2013 року,

можна сказати, що це відновлення ринку. У зв'язку з девальвацією валюти в 2014-15 рр. багато українців були змушені відмовитися від споживання риби і рибної продукції або ж перейти до більш доступного сегменту. [10]

З урахуванням обсягу рибної продукції власного вилову (180 тис. тонн, офіційно — 90 тис. тонн) загальний обсяг рибного ринку в Україні в 2017 році становив близько 500 тис. тонн.

На рибну продукцію припадає лєвова частка українського імпорту. Рибу імпортують до України з більш ніж 60 країн, основними імпортерами є Норвегія, Ісландія і США. Загалом імпорт риби в Україні в 2017 році становив 320 тис. тонн на суму \$500 млн, перевищивши торішній показник (300 тис. тонн на \$460 млн).

В 2017 році з США було імпортовано 31 тис. тонн рибної продукції. Найбільш імпортованою рибою з США є хек, його наздоганяє минтай.

Споживчі переваги українців дуже повільно змінюються. Залишаються традиційні види риби — минтай, оселедець, хек, лосось. На цьому ринку дуже жорстка прив'язка до доходів населення: коли доходи падають, то і споживання риби знижується. Девальвація змушує українців переходити на м'ясо, і більше того — на дешеве м'ясо; в раціоні починає переважати курка (понад 50%).

За даними Державної служби статистики у 2019 році рівень споживання риби та рибних продуктів в Україні сягнув 12,5 кг на одну особу. Це на 6% більше, ніж у 2018 році (11,8 кг/о.). Загалом, протягом 2019 року фонд споживання риби та рибних продуктів склав 523,9 тис. тонн, що на 26,8 тис. тонн більше, ніж у попередньому році.(Рис.1.3)

Серед регіонів найбільше риби та рибних продуктів споживали у Київській (16,8 кг/о.), Одеській (16 кг/о.), Вінницькій (15,4 кг/о.), Житомирській (15 кг/о.) та Херсонській (14 кг/о.) областях. Найменше вищезазначеного виду продукції споживали в Івано-Франківській, Луганській та Закарпатській областях.

СПОЖИВАННЯ РИБИ ТА РИБНИХ ПРОДУКТІВ НА ОДНУ ОСОБУ В УКРАЇНІ



Рис. 1.3 – Споживання риби та рибної продукції українцями

Динаміка споживання риби та рибних продуктів українцями останніми роками постійно зростає, що свідчить про збільшення пропозиції цієї корисної дієтичної продукції на українському ринку. Фонд споживання риби включає рибу свіжу, а також рибу солону, копчену, рибні консерви та інші види рибпродукції у фізичній вазі в перерахунку на рибу. [11]

2 ГІДРОПОНІКА І АКВАПОНІКА - ЯК СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН І РИБИ

Існує кілька сучасних методів вирощування рослин без ґрунту. Найактуальнішими є аквапоніка і гідропоніка.

2.1 Аквапоніка

Аквапоніка — це інноваційна технологія, що являє собою гібридне поєднання аквакультури (тобто технологічної системи штучного розведення риби та/або водних тварин) з гідропонікою (безсубстратною технологічною системою вирощування культурних рослин у водному середовищі). Внаслідок такого гібридного поєднання утворюється нова симбіотична система, яка є одночасно як середовищем для одержання продукції рибництва, так і плодоовочевої продукції. Сутність аквапоніки полягає у взаємовигідному співфункціонуванні цих двох систем, за рахунок чого кожна з них отримує свої переваги. Так, якщо за традиційної аквакультури екскременти та продукти життєдіяльності риби та інших водних організмів накопичуються у воді, що з часом призводить до зростання токсичності останньої, то за аквапоніки забруднена вода подається до гідропонної системи, де очищується спеціалізованими штамми корисних бактерій за рахунок переробки ними продуктів життєдіяльності на різноманітні поживні речовини для рослин (нітрити, нітрати тощо). Після цього очищена у такий спосіб вода знову подається до танкерів із водною біотою, і таким чином отримуємо замкнену систему, здатну до ефективного екологічно безпечного самоочищення. [12]

Термін «аквапоніка» з'явився не так давно, проте очевидні переваги спільного вирощування рослин і риби люди навчилися використовувати з давніх часів. Розвиток аквакультури і, особливо, гідропоніки в ХХ столітті привів до наукового осмислення *аквапоніки*. Історичний шлях сучасної аквапоніки розпочався ще у стародавні часи, що підтверджує загальновідомий вислів, що все нове — це добре забуте старе. Перші

системи, подібні до сучасної аквапоніки, були у ацтеків, які вирощували культурні рослини на попередньо закріплених чінапах (невеличких плавучих островах). У Південному Китаї, Таїланді, Індонезії ще з давніх часів вирощували рис із повним затопленням полів, де паралельно розводили окремі види риб. Уже тоді люди розуміли переваги одночасного вирощування риби та рослинницької продукції. Втім, до аж до ХХ ст. аквапоніка як така не була можлива. Лише розробка та бурхливий розвиток гідропоніки дозволили поглянути на стародавні технології з іншого боку та втілити їх у сучасному світі. Зокрема, вагомий внесок у розробку та розвиток аквапоніки як самостійної технології зробив доктор Марк Мартрі та його колеги з Університету штату Північна Кароліна. Згодом, починаючи з 90-тих років минулого століття, натхненні першими успіхами, американські вчені серйозніше взялися за розробку гібридної технології. Наразі ціла низка наукових установ аграрного профілю США займається всебічним вивченням та вдосконаленням аквапонних систем і технологій одержання плодоовочевої продукції та продукції рибництва. Аквапоніка вважається однією з найбільш перспективних сучасних агротехнологій одержання екологічно чистої продукції. [13]

Аквапонні системи вже зараз відрізняються широким розмаїттям. Вони різняться за своїми конструктивними особливостями, розмірами, складністю та комплексністю, набором культивованих організмів. Проте основні технологічні вузли, мінімально необхідні для функціонування системи, залишаються незмінними. До них належать:

- ємність (танкерного типу) для вирощування риби та/або водних тварин;
- відстійник, у який потрапляють дрібні рештки, неспожита їжа, продукти життєдіяльності риб і водних тварин тощо;
- біофільтр, який являє собою місце росту і розмноження корисних бактерій (нітрифікуючих, біодеструкторів екскрементів, фосформобілізуючих та інших бактерій), які перетворюють побічні продукти життєдіяльності водних організмів на легкодоступні рослинам поживні сполуки;
- гідропонна підсистема, де вирощуються культурні рослини (стандартна гідропоніка, підживлення рослин у якій здійснюється за рахунок поживних речовин, вироблених бактеріями у біофільтрі);

— стічна ємність (піддон), де збирається очищена вода з гідропоніки та з якої забирається насосом і подається знову до танкера, де вирощують рибу.

Аквапоніка спирається на природні відносини між водними тваринами і рослинами, що вельми сприятливо для збереження довкілля. Система являє собою дві ємності розташовані один над одним. У нижній ємності мешкають риби, а у верхній ємності — ростуть рослини. Вода до рослин подається від риб за допомогою заглибного насоса (помпи). [14]

Продукти життєдіяльності риб містять поживні речовини для рослин, але є токсичними для самих риб. Рослини поглинають ці речовини, що забезпечує їм необхідне харчування, і тим самим, очищають воду для риб (при цьому рослини та риби ростуть більш активно). Очищена вода повертається назад до риб, потім цикл повторюється. Ґрунтом для рослин у даному випадку використовується керамзит або гравій. Оскільки рослини і керамзит виконують роль біологічного фільтра, у зв'язку з цим можна збільшити кількість риб в ємності без ризику їх захворювання або отруєння продуктами життєдіяльності. Вода додається лише в міру поглинання рослинами, випаровування в повітря або видалення біомаси з системи.

Відходи життєдіяльності риб є натуральним добривом для овочів або квітів. Значно підвищується врожайність і прискорюється дозрівання плодів.



Рис. 2.1 – цикл аквапоніки

Таким чином, аквапоніка є замкненою повноцінною міні-екосистемою, головними біотичними складовими якої є: риби (або інші водні організми), рослини, корисні мікроорганізми та бактерії. Функціонування аквапонної екосистеми базується на принципі постійної рециркуляції води між її основними компонентами. (Рис.2.1, Рис. 2.2)

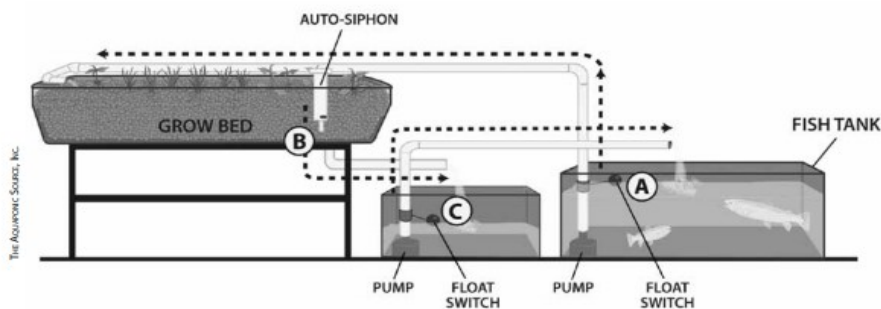


Рис. 2.2 - Насосна система.

Головними перевагами аквапоніки є:

— висока екологічна чистота виробництва плодоовочевої продукції, оскільки пестицидне навантаження та застосування агрохімікатів у системі мінімальні (за окремими свідченнями, вміст нітратів у овочевій продукції та вегетативній масі зеленних культур є в середньому у 5–10 разів нижчим, аніж за вирощування їх за традиційними системами з використанням штучних мінеральних добрив);

— можливість вирощування широкого спектру овочевих і лікарських культурних рослин;

— одержання одразу кількох видів продукції — рослинницької та рибної;

— висока екологічна ефективність використання води;

— ефективне використання земельної площі;

— висока продуктивність як аквакультури, так і гідропоніки;

— риба, вирощувана в закритій штучній системі, характеризується високими показниками токсико-екологічної безпеки, оскільки не містить патогенів і паразитів, небезпечних для людини;

— вирощування риби й інших водних організмів здійснюється під суворим санітарно-гігієнічним контролем і повністю виключає застосування гормональних препаратів та антибіотиків;

— поліпшені показники ергономіки, підвищення ефективності праці.

Поряд із позитивними сторонами технологія має певні недоліки, а саме:

— неможливо вирощувати бульбо- та коренеплідні культури;

— високі витрати на первинний монтаж і підтримання системи в функціональному стані;

— високі витрати енергії;

— потреба у якісних кормах для водних тварин і риби;

— потреба у висококваліфікованих технічних кадрах, а також у спеціалістах не тільки агрономічного, але й екологічного та рибогосподарського напрямку;

— недостатня вивченість усіх агротехнологічних аспектів вирощування різних культур;

— висока комплексність і складність біологічних взаємозв'язків між різними групами біологічних організмів;

— можливі проблеми у підтриманні риби та водних організмів у здоровому стані без застосування хімічних препаратів, зокрема, антибіотиків;

— економічна ефективність отримання овочевої продукції через підвищені витрати на кормову базу та закупівлю якісних мальків риби знижується;

— складнощі у пошуку відповідного ринку збуту для екологічної продукції.

В цілому аквапоніка є досить цікавою та перспективною технологією, проте вона потребує подальшого вивчення та розробки обґрунтованих рекомендацій і принципів виробництва продукції в системі, тож на сьогодні вона мало поширена у виробництві. Впровадженням та подальшою розробкою аквапоніки активно займаються вчені та фахівці США, ряду розвинених країн Європи (Великобританія, Німеччина, Данія тощо). В ФАО аквапоніку вважають чи не однією з найбільш перспективних технологій вирощування сільськогосподарських культур у закритому ґрунті для країн

Близького Сходу та Африки, які мають дуже посушливі кліматичні умови поряд із значним дефіцитом якісної прісної води для задоволення потреб житлово-комунального та водогосподарського комплексу. В Україні аквапоніка у промисловому масштабі - велика рідкість. Проте вже зараз українська компанія AquaFarm успішно займається вирощуванням екологічно чистих овочів і зелені за цією технологією. Окрім якісної овочевої продукції AquaFarm пропонує споживачеві рибу (сома, тилapia). Компанія отримала позитивний досвід впровадження інноваційної технології та у перспективі планує розширення виробництва. [15]

2.2 Гідропоніка

Гідропоніка - це метод вирощування рослин без ґрунту, при якому всі необхідні для харчування речовини вони отримують з водного розчину. Слово походить від грец. - вода і - робота, «робочий розчин». При вирощуванні гідропонним методом, рослина харчується корінням не в ґрунті, більш-менш забезпеченої мінеральними речовинами, поливається чистою водою, а у волого-повітряної, сильно аеруємому водному, або твердому але пористому, волого- і повітромісткому середовищі, що сприяє диханню коренів в обмеженому просторі горщика, і вимагає порівняно частого поливу робочим розчином мінеральних солей, приготованим за потребами цієї рослини [16].

У своєму первісному вигляді системи, засновані на гідропоніці і аквакультурі, створюють деяку кількість шкідливих відходів, що забруднюють навколишнє середовище (Рис.2.3). В аквакультурі в якості таких відходів виступають природні відходи, що містять амоній, і як наслідок, доводиться прибирати забруднену воду з системи, щоб запобігти негативному впливу на рибу.

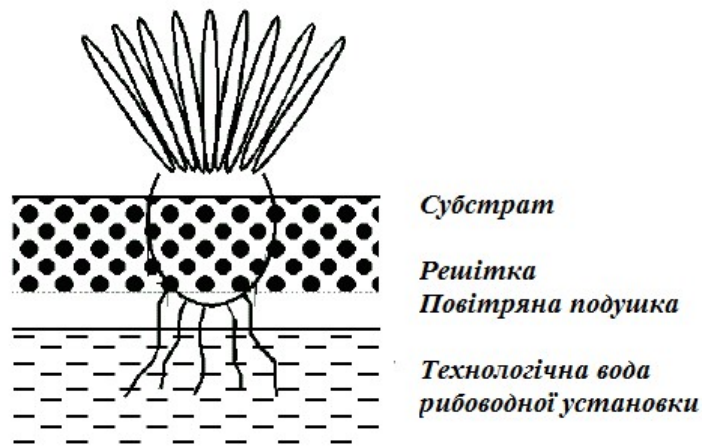


Рис. 2.3 - Гідропонне вирощування рослин, коли корені постійно розташовані в воді.

А в системах, що використовують гідропоніку, розчини, що живлять рослини, з часом втрачають свої якості, і їх також доводиться виводити із зони вирощування рослин. Основна перевага методу, що ґрунтується на об'єднанні двох технологій, полягає в тому, що аквакультура і гідропоніка можуть практично повністю позбавлятися від відходів обох систем, утворюючи замкнуту - екосистему, в якій викиди риб поглинаються рослинами, живлячи їх, а вода, де проживають риби, очищається рослинами. [17]

Сутність гідропонного способу вирощування полягає в періодичній подачі до кореневої системи рослин живильного розчину. Найбільш відомий і широко застосовувався в багатьох країнах спосіб вирощування рослин на пасивних мінеральних субстратах з періодичною подачею живильного розчину способом підтоплення. При цьому рослини вирощуються в герметичних лотках, піддонах або стелажах, а розчин спеціальним насосом подається в групу стелажів, а потім зливається знову в приймальний бак [1].

Різновидами гідропонних культур є різні методи чисто водної безсубстратної культури, при яких не потрібно щорічна дезінфекція або зміна субстрату. Можна застосовувати проточну водну культуру, при якій рослини вирощуються в лотках, по дну яких постійно циркулює живильний розчин. Заміна живильного розчину технологічною водою замкнутої установки не погіршує умов вирощування як рослин, так і риби. Тонкий шар розчину добре насичується киснем, що є основною вимогою

при водній культурі. Ця технологія гідропоніки найбільш повно поєднується з технологією вирощування риби в замкнутій по воді установці [18].

3 ВІД ПРІСНОВОДНОЇ ДО МОРСЬКОЇ АКВАПОНІКИ

Очікується, що до 2050 року населення Землі зросте до 9 мільярдів чоловік. При цьому глобальний попит на продовольство додатково розшириться приблизно на 70-100%. Сектор сільського господарства, який уже грає центральну роль в забезпеченні продовольчої безпеки, також повинен відповісти на одну з найбільших дилем 21-го століття: як виробляти більше продуктів харчування, використовуючи менше ресурсів і мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. [19]

Серед систем сільськогосподарського виробництва, розвиток аквакультури представляється найбільш підходящим рішенням проблеми. Від аквакультури до аквапоніка з 1990 року темпи зростання аквакультури оцінюються в 7, 8% в рік, тому в порівнянні з іншими секторами виробництва продуктів харчування вона викликає найбільший інтерес. Крім того, вона є основним джерелом доходу для 11 мільйонів чоловік і основним джерелом тваринного білка для 1 мільярда людей. Завдяки високому коефіцієнту конверсії корму (ККК), аквакультура володіє найнижчим вуглецевим слідом. Але при цьому, вона сильно експлуатує дикі запаси риби через необхідність величезної кількості рибного борошна і жиру в кормах для культивованих гідробіонтів. Аквакультура сприяє евтрофікації та забруднення водних екосистем, вимагає великої кількості води, яке може варіювати від 3000-45000 літрів / кг виробленої продукції. Сучасна аквакультура використовує переважно системи УЗВ - замкнуті рециркуляційні системи, які повторно використовують воду під час вирощування риб. При цьому рівень вторинного використання води становить від 80 до 99%, що знижує екологічний вплив і потреби у воді. Гідропоніка - метод вирощування рослин при якому не потрібно ґрунт. У подібних системах вода і поживні речовини подаються через спеціальний розчин, в складі якого присутні добрива у відповідних концентраціях. Існує кілька моделей гідропонних систем - в деяких з них (технологія живильного шару і глибоководна культура) не вимагається використання будь-якого субстрату, в інших же (техніка з використанням ростових пластів) використовується штучна і інертна підкладка для забезпечення механічної підтримки коренів рослин. Уникаючи контакту між ґрунтом і рослинністю, гідропонна

система дозволяє краще контролювати стан останньої; Крім того, гідропоніка являє собою рішення в тих районах, де відсутність родючих земель і води викликають сильну конкуренцію за ресурси. Тим не менш, деякі фактори, такі як високі початкові інвестиції, потреба в спеціалізованому технічному персоналі і висока вартість добрив, є основними обмеженнями для розробки даного методу. Аквапоніка - це система, яка дозволяє отримати додаткову продукцію шляхом використання побічних продуктів виробництва первинних видів. На практиці, коли наземні рослини (вторинні культури) вирощують в поєднанні з рибою (первинні культури), система називається аквапоніка і складається з комбінації УЗВ і гідропонних системи. Аквапонні системи засновані на природних біологічних процесах, таких як нітрифікація і фітореMediaція. Крім того, вони дозволяють інтенсифікувати виробництво, порівнянне з УЗВ і гідропонікою окремо, сприяють підвищенню стійкості і досягнення цілей продовольчої безпеки. Таким чином, досягаються значні економічні і соціальні вигоди. Теоретична і технічна основа аквапоніка: від риби до овочів В аквакультурі, риба не споживає близько 5% корму, в той час як інші 95% потрапляють в організм і перетравлюються. З цієї частки 30-40% зберігається і перетворюється в нову біомасу, а 60-70% виділяється у вигляді фекалій, сечі і аміаку. Дослідження показують, що на 1 кг корму (30% сирого протеїну) припадає близько 27,6 г N, а в той час як на 1 кг риби припадає близько 577 г BOD, 90,4 г N і 10,5 г P. В аквапоніка продукти метаболізму риб і нез'їдені корми використовують як добрива для рослин, перетворюючи відходи в цінний ресурс. У цьому перетворенні вирішальне значення мають бактерії. Використана вода з резервуара з рибою транспортується в механічний фільтр для відділення і видалення найбільш великих твердих частинок, потім вода досягає біофільтра, де проходить через первинний ділянку нітрифікації бактеріями. Суть процесу полягає в окисленні аміаку (NH_3) і іона амонію (NH_4^+) до нітратів (NO_3^-) - більш доступною форми азоту для рослин. Конверсія протікає через дві послідовні реакції і включає в себе дві різні групи нітрифікуючих бактерій: *Nitrosomonas*, за допомогою яких іон амонію перетворюється в нітрит (NO_2^-) і *Nitrobacter*, який перетворює нітрит в нітрат. Нітрифікація і жива бактеріальна колонія - необхідні умови для належного функціонування аквапоніка. Іншою важливою групою аеробних бактерій є гетеротрофні бактерії, які беруть участь в мінералізації твердих відходів. Нітрати і

інші поживні речовини, які збагачують воду, залишають біологічний фільтр і циркулюють в напрямку гідропонній секції, в якій відбувається процес фіторемедіації і кількість нітратів у воді зменшується більш ніж на 97%. Перед поверненням води в резервуари з рибою, проходить її остаточна УФ-стерилізація. Дослідження показують, що в середньому на кожні 60-100 грамів подається корму потрібно 1 м² культури гідропоніки для посередньої очищення води. Площі 1 м² гідропоніки вистачає, щоб видалити 0,83 г N і 0,17 г P. Відносно технічної основи аквапонних систем існує велика різноманітність схем, хоча всі вони мають деякі загальні компоненти: резервуар для риби, механічний фільтр, біофільтр, гідропонний контейнер для росту рослин і відстійник. У резервуарах для риби щільність посадки може варіювати від 20 кг / м³ до 70-80 кг / м³, і тільки в деяких конкретних випадках можна досягти щільності посадки близько 140-200 кг / м³, але час використання води не може перевищувати 1,2 години, щоб уникнути накопичення аміаку після подачі корму. Серед механічних фільтрів часто використовують біофільтр, що видаляє близько 59% від загальної кількості твердих відходів з утриманням води на 20 хвилин і об'ємом 10-30% від вирощувального резервуара. Мінімальний обсяг біофільтра повинна становити 1/6 від резервуарів з рибою. Найчастіше використовуваним субстратом є Bioballs® (500-700 м² / м³) і вулканічний гравій (300 м² / м³). Різні типи аквапонічних систем названі в честь гідропонній техніки, яка використовується для вирощування рослин. MWT (техніка з використанням ростових пластів) є найбільш поширеним методом, застосовуваним в мелкомасштабній аквапоніці, а пористий субстрат забезпечує підтримку рослинам і працює як механічний, так і як «біо» фільтр. Навпаки, метод NFT (технологія живильного шару) і DWC (технологія глибоко занурення) підходять для комерційних систем, але, на відміну від методу з ростовими пластинами, їм потрібен механічний і біологічний фільтри. Вода з гідропонних контейнерів під дією сили тяжіння потрапляє у відстійник - резервуар для збору води, в якому розташований погрузний насос. Коефіцієнт швидкості подачі (КСП) являє собою співвідношення між кількістю щодня вводиться корми, і площею гідропоніки. Розрахунок КСП строго впливає на швидкість і обсяг накопичення і видалення поживних речовин з резервуарів з рибою, а також на інтеграцію макро- і мікроелементів, необхідних в аквапоніці для максимізації урожайності рослинництва. Оптиміальне співвідношення

становить 57 г корму в день на 1 квадратний метр площі поверхні гідропоніки. Рекомендується також підтримувати співвідношення між резервуаром для вирощування риби та гідропонними контейнерами в 1: 7.3. Що стосується якості води, то згідно хороший компроміс досягається, при забезпеченні системи температурою між 18-30° С, рН 6-7, аміаком і нітратами менше 1 мг / л, DO, що перевищують 5, і введення корми в кількості 60-100 г / м² площі гідропонній поверхні. [20]

Риба і види рослин. Види риб, найбільш придатні для аквапоніка: нільська тілапія, форель, баррамунді, муррейская тріска, кларієві сом і короп коі. Серед культивованих видів рослин найбільш поширені салат, помідор, базилік, баклажан, перець і водний шпинат. [21]

Морська аквапоніка. Прісноводна аквапоніка - найбільш поширена і описана техніка. Обмежені ресурси прісної води для сільського господарства і аквакультури, а також поступове збільшення солоності ґрунтів у всьому світі приводять, з одного боку, до більш частого використання альтернативних водних ресурсів, таких як солонувата вода, з іншого боку, до використання солестійких або витривалих рослин, в нині найбільш інноваційною стратегією в області аквакультури, є розробка «традиційних» систем аквапоніка на основі морської води. Таким чином, можливо продуктивне вирощування галофільних рослин. Кілька досліджень показують, що відходи, вироблені морськими об'єктами аквакультури, можуть успішно використовуватися для зрошення толерантних або солестійких видів рослин. Виходячи з даних, з'являється інтерес до «морської аквапоніка», при якій вирощуються евригалінні види риб і галофільні рослини. Види, здатні жити в широкому діапазоні солоності демонструють чудову сумісність з широким розмаїттям видів рослин, таких як водорості, галофільні рослини і овочі. Серед евригалінних видів з великим потенціалом для морської аквапоніка вважається також Європейський морський окунь (*Dicentrarchus labrax*) і Золотистий спар (*Sparus aurata*). У морській аквапоніці процес фіторемедіації повинен виконуватися видами рослин, здатними переносити більш високі концентрації солей - до 5 г / л. Ідеальні умови солоності для їх росту варіюють від 1/3 до 1/2 солоності моря (від 10 до 20 г / л), але деякі види, такі як *Distichlis palmeri*, також терпимі до умов підвищеної солоності. Галофільні рослини і їх чудові якості, викликають інтерес у багатьох областей, наприклад, виробництво продуктів харчування, нафтова

промисловість, фармацевтичний і нутрицевтичної сектор. Основними видами культивованих галофітів є критмум морській (*Chrithmum maritimum*), солянка (*Salsola soda*) і кілька видів роду *Salicornia*, тоді як інші галофіти вирощуються для виробництва зерен, таких як кіноа. На додаток до галофіли, в морській аквапоніці вирощуються плодівницькі культури з використанням солонуватої (5-30 г / л солоності) води. Багато з них належать сімейству *Chenopodiaceae*, таким як мангольд (*Beta vulgaris* var. *Maritima*) і буряк (*Beta vulgaris* var. *Cycles*), і легко ростуть в солоності 3.5-7 г / л. Інші види, такі як томат звичайний (*Lycopersicon esculentum*), помідори черпії (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) і базилік (*Ocimum basilicum*), можуть досягати чудової продуктивності при засоленості до 1/10 (4 г / л) від морської. Інтеграція морської аквапоніки з культивуванням водоростей є хорошою альтернативою, якщо немає можливості використовувати воду з низькою солоністю. Водорості, що представляють найбільший інтерес: спіруліна (*Arthrospira platensis*), хлорелла (*Chlorella* spp.) і водорості норі (*Porphyra yezoensis* і *Porphyra tenera*). Морська аквапоніка привертає особливу увагу, її основними перевагами є:

- зниження залежності від прісної води (обмежений ресурс);
- практикується в контрольованому середовищі (на відкритому повітрі і / або в приміщенні);
- можливість повторного використання відходів, практично виключаючи забруднення моря;
- інтенсивне виробництво, кількісно порівнянне зі звичайними системами;
- високі стандарти безпеки харчових продуктів. [22]

Крім того, завдяки своїй універсальній конфігурації і низьким потребам у воді, морську аквапоніку можна реалізувати на родючих прибережних районах, а також в посушливих пустелях або в міських і приміських поселеннях. Додаткові переваги морської аквапоніки в тому, що виробництво риби і овочів представлено видами з високою комерційною вартістю, такими як золотистий спар і європейський морський окунь; згідно ISMEA, італійському статистичному інституту, ринкова ціна цих видів становить 9 € / кг і 6 € / кг, відповідно. Вторинна ж продукція, наприклад, солянка (*Salsola soda*), зазвичай продається за ціною 4.0-4.5 € / кг. З іншого боку, морська аквапоніка як і раніше страждає від погано організованої системи збуту і через

відсутність попиту ринку на види галофітів і / або на труднощі протидії негативним наслідкам солоності. Вжито кілька спроб виробництва, здійснені, з вирощування червоного обапола (*Sciaenops ocellatus*) і звичайного помпано (*Trachinotus carolinus*) в якості видів риби і спартіна очередноцветковий (*Spartina alterniflora*), ситника Ремер (*Juncus roemerianus*) і Різофора Мангла (*Rhizophora mangle*) в якості рослинних видів. Voxman et al. використовували два види галофітів (*Batis maritima* і *Sesuvium portulacastrum*), а також *Sciaenops ocellatus* як вид риби. в кінці цього експерименту продукція виявилася не тільки придатною для виробництва в морській аквапоніці, а й показала хороші результати на місцевому ринку. Статистика виробництва. Недавнє опитування, проведене Love et al. показав, що в 2014-2015 році 32% з 1000 осіб, зайнятих в секторі аквапоніка, займалися комерційним продажем його продуктів. Середня кількість риби, що випускається виробниками, становило 23-45 кг / рік, тоді як для рослин ця кількість становить 45-226 кг / рік. Дана продукція стала основним джерелом доходу для 30% респондентів. Більш того, 31% з них заявили, що діяльність була прибутковою. [23]

Незважаючи на численність спроб, аквапоніка є підходящим інструментом для подолання суперечності між необхідної інтенсифікацією виробництва продуктів харчування і її стійкістю. Очевидна необхідність нових досліджень для визначення її рентабельності відповідно до типу виробництва. Крім того, варто підкреслити важливу соціальну роль, яку система аквапоніка здатна грати в економіці малих громад міських і приміських поселень, країн, що розвиваються для підвищення життєстійкості населення (наприклад, в таборах біженців) і в якості освітнього інструменту для викладання хімії, фізіології, анатомії і ботаніки для студентів та працівників. Нарешті, морська аквапоніка може сприяти підвищенню прибутковості, вносячи різноманітність і культивуючи цінні продукти харчування. Використання солонуватих джерел води і малоцінних земель, що застосовуються в усьому світі в сільськогосподарських цілях, служать додатковими перевагами морської аквапоніка. [24]

Інноваційна модель в сфері аквапоніки демонструє спосіб створення збалансованої аквакультури.

Раціональне рибне господарство вкрай важливо для підтримки тендітних морських екосистем в умовах зміни клімату. Тому було розроблено посібник для

допомоги традиційним рибоводам в чорноморському регіоні при створенні більш стійких методів аквакультури. [25]

Чорне море надає величезні економічні можливості, і раціональне використання морських ресурсів має велике значення для забезпечення довгострокової життєздатності рибних запасів. Одним з можливих рішень є аквапоніка. Дана концепція ресурсозберігаючого виробництва інтегрує рибне фермерство в комерційних цілях з гідропонним вирощуванням рослин. Аквапонічні системи, добрива з рибних відходів постачають рослини поживними речовинами, або безпосередньо, або після переробки бактеріями аміаку в нітриту або нітрати. Головна перевага аквапоніка полягає в тому, що два продукти - овочі і рибу - вдається вирощувати за рахунок використання тільки одного корму для риб. Ефективність виробництва овочів істотно підвищується завдяки постійному постачанню водою і поживними речовинами. Овочі можна також вирощувати в вертикальному положенні, що скорочує площу необхідних земельних угідь. Гербіциди та пестициди більше не потрібні. Головний виклик, однак, полягає в тому, що для аквапоніка потрібні значні початкові фінансові вкладення і спеціальні знання. Персонал повинен добре розбиратися в вирощуванні риби і рослинах. Подолання цих перешкод може допомогти регіону стати більш стійким до незгод в умовах глобального потепління, посухи та скорочення водних ресурсів. Аквапонічні системи не залежать від навколишнього середовища або клімату. Вони розташовані в місцях з контрольованою температурою і не залежать від ґрунту. [26]

3.1 Морська аквапоніка у країнах Світу

Морська аквапоніка являє собою комбінацію вирощування рослин і вирощування риби (також відому як аквакультурою), систем, схожих зі стандартною аквапоніка, за винятком того, що в ній використовується морська вода замість більш часто респонденти користуються послугами прісної води. У деяких випадках це може бути розбавлена солоня вода. Ця концепція вивчається як стійкий спосіб усунення стресу, який надає на місцеву навколишнє середовище традиційні методи рибництва, які викидають стічні води в прибережні зони, одночасно створюючи додаткові врожаї. Практика є ретельний баланс між ідеальними умовами солоності для водних видів і

максимально допустимими рівнями солоності для сільськогосподарських культур, які фільтрують воду і створюють власні врожаї. [27]

Історія практики і поточний стан справ в даний час багато традиційних методів рибництва проводяться в прибережних зонах з відкритою циркуляцією. Це переносить величезну кількість сечі і розчинного азоту (який виділяється з кормів і відходів риб) у високих концентраціях в екологічний регіон. Це може мати безліч шкідливих для навколишнього середовища наслідків. У відповідь на це швидко виникають альтернативні розробки в області аквакультури, а саме системи рециркуляції аквакультури. Створивши замкнуту систему, рибництво надало цій практиці свободу дій, яка дозволила освоїти більше внутрішніх територій. У таких країнах, як Японія, морські види набагато більш популярні, ніж прісноводні риби, що багато в чому підстобнуло потреба в системах морської аквапоніка. Основною системою вирощування риби також була моноаквакультура (тільки один вид риби / організму). При використанні цього методу збільшується споживання кисню вирощуваної рибою, а навантаження вуглекислим газом стає більше. Крім того, в морській воді розчиняються поживні речовини, такі як азот і фосфати з фекалій або залишився корми для риб, що робить її евтрофних. Це викликає червоні припливи, патології риб і недолік кисню в морській воді, що призводить до масової загибелі риби, автозагрязненню і т. д. У відповідь полі-еко-аквакультура прагне створити симбіоз, вирощуючи водорості протягом усього року, щоб створити штучний морський ліс навколо кошів для вирощування риб. Морські водорості поглинають поживні речовини, такі як азот і фосфати, з рибних фекалій і залишків корму, а також виділяють кисень. Морські водорості також пригнічують хвороботворні бактерії і організми червоного припливу. Потім вирощені водорості будуть згодувувати рибі і ежам. Інші організми, які можуть відтворюватися в цих системах, включають морський огірок, який також можна вирощувати в симбіозі з морським морським вушком в садках для аквакультури. Кал, що виробляється морським вушком, згодовується морському огірку. Морських гребінців також можна вирощувати, бо вони їдять зважені органічні речовини, такі як залишки корму і рибні фекалії. Екологічно безпечна полі-еко-аквакультура дозволяє зберегти водне середовище, сумісну зі стійкою аквакультурою. За допомогою цього методу можна вирощувати здорову рибу в очищеній воді, при цьому ефективно переробляючи водорості для годування риб. [29]

Рослини. Їстівні галофіти, які можна вирощувати в гідропонних системах, включають новозеландський шпинат, звичайний крижаний завод, звичайний скляний звіробій, ячмінь, рис і швейцарський мангольд.

Водорості і планктон також можуть вирощуватися, можливо, в поєднанні. Взаємозв'язок між засоленням і оптимальним зростанням галотолерантних і галофільних рослин залежить від виду. Тому важливо оцінювати і оптимізувати методи вирощування, регулюючи вміст солі в морській воді і розбавляючи стічні води, коли це необхідно, відповідно до кожної конкретної комбінацією організмів.

Крижана рослина звичайне (*Suaeda japonica* Makino). Крижана рослина може поступово адаптуватися до солоній воді. Її можна вирощувати в 100% морській воді і безпосередньо підключати систему вирощування до системи аквакультури для широкого спектра видів риб. Відомо, що звичайна крижана рослина накопичує високі рівні важких металів при вирощуванні в ґрунті. Ця нова система дозволяє вирощувати безпечні для вживання в їжу органічні крижані рослини, видаляючи їх з навколишнього середовища. [30]

Ячмінь (*Hordeum spontaneum*). Після відбору найбільш солестійких сортів Каліфорнійський університет в Девісі зміг виростити ячмінь, зрошувану чистою морською водою, і отримав половину нормальної врожайності з акра. Експеримент проводився в затоці Бodega, на північ від Сан-Франциско, в лабораторії на березі Тихого океану. Команда під керівництвом Лю Шипін, професора сільського господарства Університету Янчжоу, створила сорти рису, які можна вирощувати в солоній воді. Їм вдалося домогтися врожайності від 6,5 до 9,3 тонни з гектара.

Риби / інші водні істоти. Звичайні істоти в комерційній морській аквапоніці включають морських риб, ракоподібних, молосків, голкошкірих, креветки, устриць, морські вушка, камбалу, фугу і морських їжаків.

Морська риба, як правило, має більш високу ринкову ціну, ніж прісноводна, що є економічним стимулом в порівнянні з традиційними системами аквапоніка. Також було виявлено, що половину перлів можна вирощувати в культивованому гігантському морському вушку через 5 місяців після того, як в них було вставлено перлове ядро. Раковини також можна використовувати для роботи з перламутром. [31]

Біофільтри. Фітопланктон. Зоопланктон. Використання водних організмів, таких як фітопланктон, зоопланктон, сприяє циркуляції двоокису вуглецю і кисню.

Водорості. Види морських водоростей здатні поглинати азотні і фосфатні маси. Вони також виконують роль виробників кисню. Однак морським водоростям важко повністю поглинати азот і фосфат. Навіть найефективніші види водоростей вимагають площі в два з половиною рази більше, ніж рибна ферма, щоб витримувати всі навантаження. У той же час вважається важливим вирощувати ефективні водорості для евтрофікації кожної рибної ферми та поліпшення якості води.

Операція. Джерело подачі. Використання водних організмів (наприклад, фітопланктону, зоопланктону і риби) є важливою частиною побудови природних харчових ланцюгів в замкнених екологічних системах. Побудова харчового ланцюжка з спіруліни в рибу відкриває можливість рециркуляції систем аквакультури в районах, де може бути дефіцит або відсутність відповідних кормових ресурсів. Живильні речовини Існують великі відмінності в концентраціях фосфору, калію і магнію в прісноводній і морській аквапоніка. Калій та магній - основні елементи в солоній воді. Фосфор виводиться з організму риб. Його концентрація відносно низька в прісноводних умовах, але висока в солоній. [32-34]

Боротьба з хворобами і шкідниками. Незважаючи на те, що закрите середовище здатна викликати великі спалахи хвороб, вона одночасно знижує ризики хижацтва. Спалахи також легше усувати в закритому середовищі. Хвороба чорної плями .Якщо кальцію і в деякій мірі магнію не вистачає, риба може не розвинути здоровий панцир після линьки. Це може особливо привести до «хвороби чорних плям», коли у тварини з'являються меланізовані ураження по всьому тілу, наприклад, після травм, таких як дряпання об стінки приміщень для вирощування. [34]

Ризики. Відсутність у рибоводів досвіду роботи з цією системою може призвести до масової загибелі людей. Неправильна дезінфекція, помилки в подачі кисню, неправильне поводження з насінням риб і погана оцінка нитрифіцируючих здатності можуть привести до зупинки виробничих потужностей. Серед інших проблем - відсутність резервних копій (наприклад, харчування та матеріалів) на випадок надзвичайних ситуацій.

Поточні приклади Адзума-чо. Рибальство У 2000 році Кооперативна асоціація рибальства Адзума-чо використовувала вирощування морських водоростей поблизу ферм морської аквакультури, щоб створити безпечну і стійку систему рециркуляції аквакультури.

IMT Engineering Inc з 2003 по 2005 рік компанія IMT Engineering Inc. проводила експерименти по аквапоніка, використовуючи стічні води від розведення креветок на підприємстві, розташованому в місті Цукуба, Японія. Були протестовані водяний шпинат і крес-салат. Експериментальна установка проводилася з вирощуванням на 1200 тонн.

Парк аквакультури Mote. Восени 2014 року підприємство зі сталого рибництва в Сарасота, штат Флорида, під назвою Mote Aquaculture Park, запустило комерційний демонстраційний проект з метою демонстрації методів ведення сільського господарства з використанням морської аквапоніка. Вирощували видоу морську рибу червоний барабан разом з солелюбивими галофітними рослинами: морський портулак

і солянка. Рослини через 2 місяці циклу збирали і продавали через ринки місцевих фермерів. Цикл вилову риби становить 9-12 місяців. Вони поширюються через оптових торговців у Флориді. [34-38]

4 ІНТЕГРАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ РИБИ З ВИРОБНИЦТВОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Найбільш оптимальним варіантом ведення рибництва на присадибній ділянці в малих водоймах є його інтеграція з іншими напрямками сільськогосподарського виробництва - рослинництвом і тваринництвом. Найбільш поширені такі форми комбінованого господарювання, як вирощування риби та водоплавної птиці, риби і овочів, риби і квітів.

Вирощування риби і водоплавної птиці. Інтеграція вирощування риби та водоплавної птиці - качок і гусей - представляє безумовний інтерес, дозволяючи отримувати одночасно рибу і птицю. Доцільність і рентабельність такої інтеграції визначаються такими міркуваннями. Так, водоплавна птиця не є конкурентом в харчуванні для коропа. Більш того, поїдаючи пуголовків, жаб і їх ікру, а також водних комах, вона знищує ворогів риб. Поїдаючи м'яку підводну і плаваючу рослинність, а також жорстку рослинність, водоплавна птиця є хорошим мелиоратором рибоводних ставків. Послід водоплавних птахів - цінне добриво для водойм, що призводить до підвищення їх рибопродуктивності і дозволяє відмовитися від застосування органічних і мінеральних добрив. Водний вигул сприятливо позначається на зростанні качок і гусей і їх відтворювальних здібностях, при цьому помітно скорочується витрата кормів при їх вирощуванні. [39-44]

Зазначені переваги можуть бути отримані тільки при нрравільной організації комбінованого господарства. Необхідно дотримуватися певних вимог, порушення яких може привести до погіршення умов проживання риби і зниження рибопродуктивності. Вигул качок доцільний тільки на ставках, де вирощується велика риба. Переважно водойми, сильно заростають водною рослинністю.

Щільність посадки качок залежить від кількості рослинності у водоймі, його глибини і водообміну, а також гідрохімічного режиму. Рекомендована норма посадки - 20- 25 екз / 1000 м- водойми. При вирощуванні коропа в монокультурі нагул качок обмежений через можливе накопичення органічних речовин і забруднення водойми. Тому рекомендується спільне вирощування товстолобиків і коропа, що виключає

можливість масових спалахів розвитку водоростей і їх відмирання, сприяє гарному санітарному стану водойми. На невеликих водоймах доцільний прибережний спосіб вирощування качок. При цьому способі качок містять на березі під навісом, а водойма служить їм для вигулу. Щільність посадки годовиков коропа і рослиноїдних риб зазвичай становить 450-550 екз / 1000 м² (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Щільність посадки риби при комбінованому вирощуванні її з качками

Вид риби	Середня маса,г	Щільність посадки,екз/1000м³
Короп	25	250-290
Білий товстолобик	30	150-180
Строкатий товстолобик	30	50-80

Вирощувати білого амура в ставках не рекомендується, оскільки він є конкурентом у використанні водної рослинності для качок. Як тільки у каченят починає діяти куприкова заліза, що спостерігається у віці 3 тижнів, їх випускають у ставок і тримають там 40-45 днів. Це обумовлено тим, що приблизно в такому віці або трохи пізніше у качок починається линька, в процесі якої різко знижується зростання, погіршується якість тушок, зростають витрати корму. Першу партію каченят висаджують через 10-15 днів після зариблення водойми при досягненні температури повітря в нічний час доби 15⁰ С. У центральних і північно-західних районах країни можна виростити 2 партії, в південних районах - 3-4 партії качок. Рибоводів ставки можна використовувати і для вирощування маточного поголів'я качок. Качки, вирощені на ставках, мають гарні екстер'єрними показниками, високими відтворювальними якостями, стійкістю до захворювань. Маточне поголів'я качок знаходиться на вигульному змісті все літо, аж до спуску і облову ставка. Для вирощування використовують качок пекінської породи, кросу Х-11 та інших порід (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Нормативи посадки і вирощування качок спільно з рибою (по зонах рибництва)

Порода та кросс	I	II	III	IV	V	VI
	Щільність посадки, екз/	Кількість партій	Щільність посадки, екз/	Кількість партій	Щільність посадки, екз/	Кількість партій
Пекінські	250	2	250	2-3	200	3-4
Кросс – Х-11	200	2	200	2-3	150	1-3

Крім качок на ставках рибоводів можна утримувати і гусей. Водойма служить головним чином для нагулу, водопою і справно гусей. На водному нагулі гуси краще запліднюються. Гусячий послід є хорошим добривом і сприяє підвищенню природної рибопродуктивності водойми.

При вирощуванні гусей слід мати на увазі, що витрати концентрованих кормів або зерна для них менше, ніж для інших птахів. У будь-яку погоду ці птахи можуть перебувати на вулиці і їм потрібно лише полегшене приміщення. Гуси ростуть швидше за інших птахів і живуть 15-20 років. Їх вирощують не тільки для отримання м'яса, а й пера і пуху, які користуються великим попитом. Пух у гусей вищипують кожні 7-8 тижні. Вирощування риби і рослин в замкнених системах. Великий інтерес для присадибного господарства, малих водойм представляє спільне вирощування риби і рослин. Це пов'язано з тим, що риба і культивовані рослини мають подібні потреби в енергетичних і теплових витратах. Таке вирощування дозволяє урізноманітнити асортимент продукції, підвищити ефективність виробництва кожної культури, поліпшити економіку. [45-48]

Існують різноманітні замкнуті системи з комбінованого виробництва риби і рослин. В одних системах вирощують рослини на твердих субстратах, в інших - гідропонним способом. При розміщенні замкнених систем в теплицях (приміщеннях) і використанні теплої води можна отримувати продукцію круглий рік. [49]

При вирощуванні риб в басейнах з високою щільністю посадки (50-150 кг / м²) в воді в значних кількостях накопичуються продукти обміну риб, особливо в системах з оборотним і замкнутим водопостачанням. Окислення продуктів обміну риб і залишків кормів призводить до накопичення у воді значної кількості нітратів і фосфатів. Їх концентрація залежить від щільності посадки риб, норм годування і можливості видалення відходів за допомогою різних відстійників і фільтрів. [50]

Разом з тим продукти азотного обміну (амоній і ін.) Можуть бути використані при вирощуванні овочевих та інших культур, як поживних речовин.

Це має виключно важливе значення, так як при традиційних методах вирощування, коли в основі азотного живлення рослин лежать нітрати, їх надмірне накопичення завдає великої шкоди здоров'ю людини.

Спосіб вирощування рослин, що передбачає виключно амонійного харчування, є найбільш перспективним. Амонійного живлення рослин при традиційних способах вирощування в теплицях, коли в якості корнеобитаємої середовища використовують ґрунти, забезпечити дуже важко, оскільки навіть при внесенні лише амонійних або амідних форм азоту рослини харчуються нітратами. Це викликано тим, що мікрофлора ґрунту в умовах оптимальної вологості, аерації і високої температури дуже швидко перетворює амоній в нітрати. Труднощі, що виникають при басейновому вирощуванні риб в системах із замкнутим водопостачанням і овочевих культур в гідропонних системах з мінеральним живленням, усуваються шляхом культивування рослин і риб в єдиній замкнутій системі водопостачання, в якій поєднані рибоводний цех і теплиця. [51-54]

На овочевій дослідній станції ТСХА така система функціонувала протягом тривалого часу. В умовах замкнутого водопостачання вирощували томати й огірки спільно з коропом. Урожайність томатів незначно поступалася врожайності в варіанті з мінеральним харчуванням (18 кг / м²), при цьому нітратів у плодах містилося не більше 30 мг / кг сирої маси (на мінеральному живленні - 130-400 мг / кг). [55]

Утилізація азоту корму в даній установці досягала 67- 80% замість звичайних 25%. Річна рибопродукція становила 40-80 кг / м³ рибоводних ємностей при витратах корму 2-2,2 кг приросту. Є і більш прості замкнуті системи, пристрій яких не представляє великих труднощів. Одна з таких систем представлена на рис. 4.1. У ній

навколо коренів овочів не створюються анаеробні умови і не застосовуються спеціальні біофільтри. Основним конструктивним елементом установки є так званий сонячно-водоростевий силос для вирощування риби та рослин. Силос діаметром і висотою 1,5 м виготовлений з прозорого скловолокна. За рахунок проникнення сонячних променів через його прозорі стінки вода в ємності нагрівається, а завдяки фотосинтезу водоростей збогачується киснем.

Рибу вирощують в нижній частині силосу. Гідропонна система для вирощування рослин розташована зверху і займає близько 15% загального обсягу силосу. Пластикова сітка з вічком 0,6 см і заввишки 20 см захищає коріння рослин від поїдання і пошкодження рибою. Центральний отвір діаметром 30 см призначений для годівлі риби. Розташована в верху силосу плаваюча платформа підтримує рослини, захищає воду від охолодження і відображає світло на листя рослин. Радіальні канавки між кожним з 18 трапецієподібних ділянок стірофома довжиною 60 см і шириною 2,5 см служать для доступу до води коренів рослин. Над поверхнею води є повітряний простір в 1-2 см, що не дозволяє корінню рослин загнитися. При облові риби гідропонну частину виймають. [56-58]

На відстані 15 см від дна і при рівномірному видаленні один від іншого в силосі підвішені три повітряних розпилювача, які аерують воду. На коренях рослин накопичується суспензія, що забезпечує підтримання високої прозорості води в рибоводно частини ємності. У прикореневому просторі розвиваються нітрифікуючі бактерії, а також мешкають організми, службовці природним кормом для риби. [59]

Важливою умовою ефективної роботи такої системи є правильне співвідношення між кількістю риби і рослин. Відходів від вирощування риби має бути досить для живлення рослин. У той же час рослин необхідно стільки, щоб забезпечити очищення і створити оптимальні умови для вирощування риби. Так, наприклад, для ємності місткість 2300 л оптимальна загальна маса тїляпїї складе 5,5-6,0 кг, при цьому буде забезпечений в середньому щотижневий приріст загальної маси 600 г. Кількість внесеного корму не повинно перевищувати 1 кг в тиждень, інакше буде погіршуватися якість води. [60]

Зазначені ємності також можуть бути використані як для роздільного, так і для спільного вирощування квітів та декоративних риб. Вирощувати рибу можна і в ще

більш простій замкнутій системі, основні елементи якої - дві прозорі бочки. В одній (2,7 м³) містять рибу, в іншу, що служить фільтром, поміщають пористий керамзит і висаджують очерет (рис. 4.2).

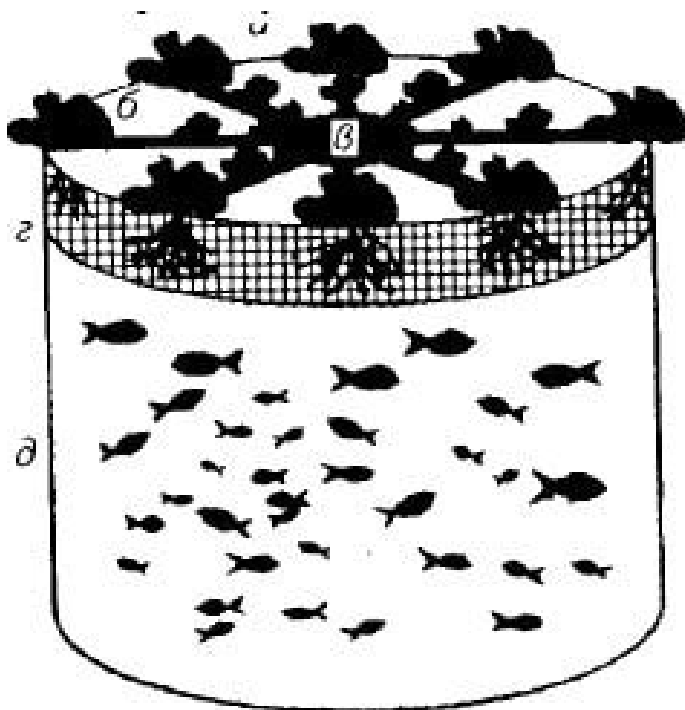


Рис. 4.1. - Спільне вирощування риби і рослин:

а – гідропонна система; б – опори для рослин; в – отвір для годівлі риби; г – сітка;
д – ємність для риби

Ємності висотою 1,5 м виготовляють з прозорого полієфіру, армованого скловолокном. Вони з'єднані між собою пластмасовими трубами. Зверху ємність для риби закрита прозорою кришкою, аерація води проводиться компресором. Як показали дослідження, рослинний фільтр працював дуже добре і, незважаючи на високе навантаження, процеси розкладання сполук азоту проходили ефективно. [60]

Також заслуговує уваги замкнута система для комбінованого вирощування риби і рослин гідропонним методом (рис. 4.3).

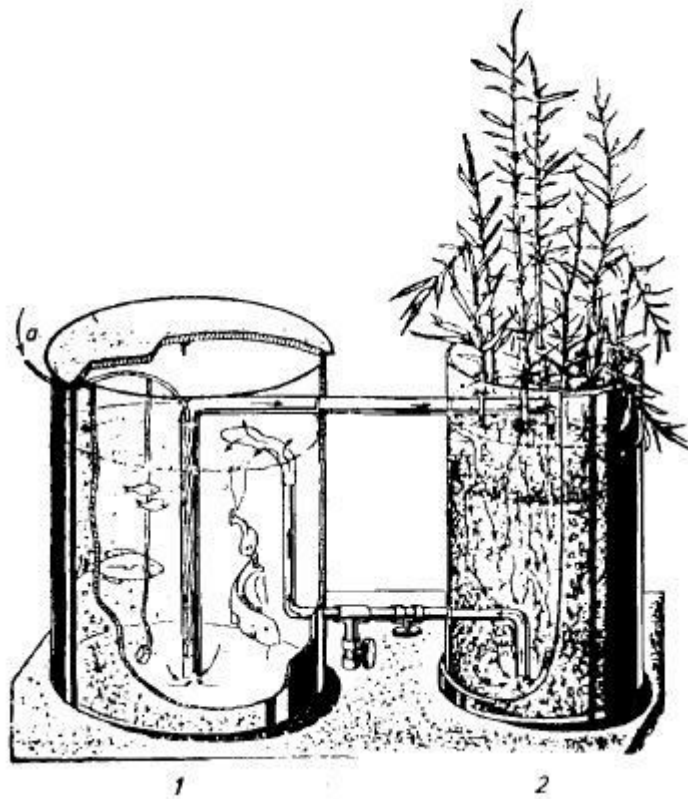


Рис. 4.2. - Замкнута система для напівінтенсивного вирощування риби:
 а – аерація води: 1 – садок з рибкою; 2 – фільтр з рослинами

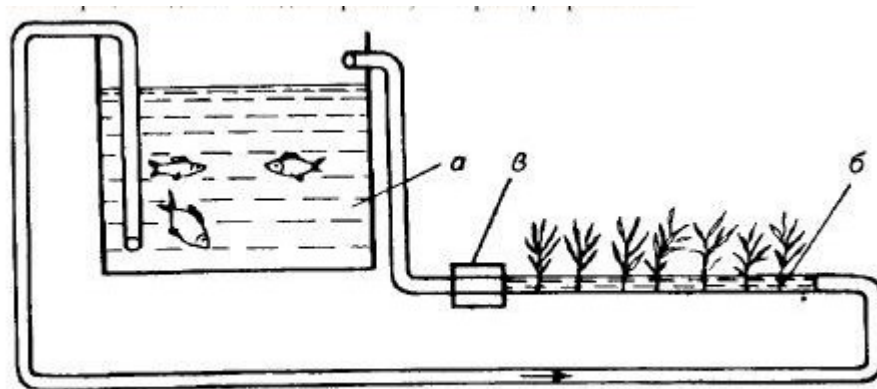


Рис.4.3 - Гідропонна установка риба - овочі:
 а – басейн з рибкою; б – установка для вирощування овочів; в – насос для примусової подачі води

У ній ємність для очищення води рослинами так з'єднана з рибоводно, що утворюється замкнута система, в яку щодня додають невелику кількість води. Вода за допомогою теплообмінника нагрівається до оптимальної температури. Крім

рибоводної ємності і ємності для рослин до складу системи входять відстійник, насос, резервуар для води. Можливі й інші варіанти системи для спільного вирощування рослин і риби. У досліджах по використанню замкнутої системи були випробувані різні види сільськогосподарських рослин: салат, цибуля, петрушка, огірки, томати, кабачки, солодкий перець, суниця, кормові трави та ін. Всі вони виявилися придатними для вирощування в умовах агроаквакультури. Основу субстрату в установці становили мулові відкладення. Товщина мулу для огірок і томатів становила 5-6 см, для салату та інших культур - 2-4 см. У перші дні вегетації рослин, коли коренева система не досягала поверхні води, субстрат зрошуваних за допомогою капронових шнурів, що забезпечують капілярну подачу води. [60]

Результати вирощування окремих культур наведені нижче.

Салат. Це найбільш проста для культивування культура. Період вегетації до отримання товарної продукції 12-16 днів. При вирощуванні салату сорту Підмосковний за 16 днів вегетації продуктивність склала 7,6 кг / м².

Огірки. Вони вирощувалися на спеціальних установках, обладнаних контейнерами з субстратом і сітчастими відкрilками для бадилля і плодів. Випробувані сорти: Успіх, Ракета, Муромський, Неросимий і ін. Урожай з 1 м² установки склав 15-20 кг.

Томати. Їх висаджували розсадою. Випробувані сорти Грибовські, Талаліхінські, Маяк і ін. Розвиток і плодоношення відбувалося нормально з повним дозріванням плодів. Урожайність томатів склала 11 кг / м².

Суниця ремонтантна. Вона є перспективним об'єктом агроаквакультури. Протягом трьох років кущі знаходилися на плавучій вегетаційній установці, плодоносили весь літньо-осінній період.

Відмова від мінеральних добрив забезпечувала високі дієтичні якості вирощеної продукції, відсутність надмірної кількості нітратів, нітритів і хімічних препаратів застосовуваних для захисту рослин.

Ефективне використання рослинами прямих і відбитих водною поверхнею променів забезпечило не тільки їх ефективне зростання і плодоношення, але і підвищення на 30% вмісту цукру і вітамінів. Слід також зазначити, що висвітлення відбитим сонячним світлом нижнього боку листків відлякує шкідників

сільськогосподарських рослин і дозволяє, в свою чергу, відмовитися від застосування отрутохімікатів. [54]

Спільне культивування риби і овочів представляє, таким чином, маловідходний технологічний комплекс, в якому всі елементи взаємопов'язані і утворюють своєрідну екосистему.

4.1 Спільне вирощування риби та овочів

Технологічна вода рибоводних установок забруднюється продуктами життєдіяльності риб. Потрапляючи в воду замкнених рибоводних установок ці продукти включаються в ланцюг процесів окислення, розкладання і мінералізації за участю різних бактерій. Вода, яка містить проміжні продукти цих процесів, служить прекрасним живильним середовищем для рослин. Рослини, поглинаючи токсичні продукти розпаду, виконують функцію природних фільтрів. Найкращим фільтратором є звичайний очерет. Завдяки своїй губчастій структурі ця рослина доставляє кисень повітря до прикореневих ділянок, сприяючи прискоренню ходу природних процесів. У господарському відношенні очерет також є вельми корисною рослиною і може бути включений в технологічний ланцюг з ставковим рибоводством.

Найбільший інтерес в економічному плані є не очерет, а городні культури: томати, огірки, цибуля, салат, а також квіти. Ці рослини можуть вирощуватися методами гідропоніки на технологічній воді рибоводних установок, яка служить живильним розчином. У деяких випадках іонний склад технологічної води коригується внесенням невеликих доз мікроелементів з тим, щоб домогтися оптимального росту рослин. [61]

Коригування складу води мікроелементами анітрохи який суперечить завданню вирощування риби, так як риба також потребує цих мікроелементах. При поєднанні технологій вирощування риби з гідропонним вирощуванням рослин використовуються три способи, що знайшли застосування в гідропоніці на звичайних штучних поживних розчинах. [63]

Перший спосіб гідропоніки. Рослина вирощується таким чином, що його коріння постійно знаходиться в рідині. У класичній гідропоніці в якості рідини

використовується штучний живильний розчин, а в разі суміщення гідропонного вирощування з рибництвом – технологічна вода замкнутої рибоводної установки. Вирощування рослин може здійснюватися з використанням водної поверхні ставка або басейну замкнутої рибоводної установки, а також в спеціальних гідропонних грядках, з водою із замкнутої рибоводної установки. Схема розміщення рослин при першому способі гідропоніки приведена на рисунку.

Рослини висаджуються в субстрат завтовшки 8 – 10 см, який складається з стружок, тирси, торф'яної крихти або інертних матеріалів: піску, гравію, керамзиту, і т.п.. Субстрат підтримується ґратами з вічком 15 – 20 мм, найчастіше, це сітка з покритого бітумом металу. Субстрат служить для захисту коренів від променів світла і підтримує рослини. Для найвищих нестійких рослин потрібно жорсткий підтримуючий каркас. Між сіткою і рідиною повинен бути повітряний прошарок 5 - 7 см для циркуляції повітря, що приносить кисень до коріння рослин. Якщо гідропонна грядка глуха, то необхідно подбати про надходження свіжого повітря до коріння рослин. [1]

При використанні вод рибоводно ставка гідропонні грядки з рослинами розміщують на плотах. Розміри гідропонної грядки вибирають, виходячи з потреби рослин. Гідропонні грядки іноді розміщують безпосередньо на басейнах. У будь – якому випадку, коли риба знаходиться в одному резервуарі з рослинами, корені рослин повинні бути захищені від поїдання і пошкодження рибою. Для отримання хороших практичних результатів при такому методі вирощування необхідні хороші кліматичні умови, що відповідають потребам рослин і риби одночасно, а саме, в першу чергу, досить високі температури. Нівелювання погодних умов можливо шляхом внесення установки для вирощування риби разом з гідропонними грядками в теплиці. Найпростіша установка для спільного вирощування риби і овочів є басейн з рибою, у верхній частині якого розміщені гідропонні грядки. В цьому випадку рослини грають роль фільтрів, а риба і бактеріальна флора в воді – роль постачальника живильних речовин. Щільність посадки риби не повинна в цьому варіанті перевищувати 2,5 – 3 кг/м³, інакше відбудеться перевантаження системи продуктами життєдіяльності риби, що негативно позначиться на її зростанні. [1 – 4]

Для нормального росту риби і рослин вода в басейні аерується за допомогою компресора і розпилювача повітря. Гідропонні грядки, встановлені на басейні, повинні давати можливість годувати рибу. Освітленість в басейні повинна забезпечувати потреби риби. Якщо для нормального росту риби потрібна висока освітленість, то стінки басейну повинні бути прозорими, або гідропонні грядки розташовуються таким чином, щоб світло могло проникати в воду зверху. [63]

Другий спосіб гідропоніки. Рослини вирощуються в твердому інертному субстраті: пісок, дрібний гравій, щебінь, керамзит, полімерні матеріали. Субстратом заповнюються грядки – лотки, які мають зливний отвір. Живильна рідина періодично заповнює лоток з субстратом і зливається. Рослини отримують харчування з рідини, що залишилася на субстраті. Періодичне заповнення лотків рідиною і її злив забезпечують видавлювання збідненого киснем повітря з субстрату і повторне засмоктування чистого повітря, так забезпечується надходження кисню до коренів рослин. Субстрат повинен бути хімічно інертним, добре утримувати водний розчин і, в той же час, сприяти його стоку. Для достатньої аерації частки субстрату повинні бути покриті тільки тонким шаром рідини. При поганому дренажі субстрату або занадто частому зрошенні зменшується забезпеченість коренів киснем. Ідеальним є такий субстрат, який з часом не розпадається на дрібні частинки, що заважають дренажу і аерації, і, головне, не містить токсичних елементів і не має надмірної кислотності або лужності. До таких належать пісок і гравій твердих і напівтвердих порід: кварц, кварцит, граніт, річкова галька і т.п. Вміст вапняку не має перевищувати 20%. Застосовуються такі матеріали як пемза, лава, коксовий шлак, подрібнена цегла. [61-62]

Крім вищевказаних властивостей матеріал субстрату підбирається за розміром. Пісок від 0,8 до 2,5 мм, гравій до 3 – 9 мм. Субстрат укладається в лоток нижче верхнього краю стінок лотка на 2 – 3 см. Товщина шару субстрату 20 – 25 см. Якщо застосовують пісок, то на дно лотка кладуть шар гравію до 5 см, а вище суміш піску різних фракцій: 50% пісок розміром 0,8 – 1,5 мм і 50% - пісок до 2,5 мм. Добавка торфу до 50% збільшує водозатримуючі властивості і буферність субстрату. Для зон з помірним кліматом рекомендується 2/3 річкового піску і 1/3 вермикуліту. В чистому вигляді вермикуліт сильно ущільнюється, зменшуючи висоту шару субстрату.

Мікрородорості в живильному розчині небажані. Якщо вони з'являються, це означає, що субстрат занадто вологий і розчин знаходиться вище поверхні субстрату. Щоб уникнути появи мікрородоростей слід підняти рівень субстрату. Після сезону вирощування субстрат повинен бути очищений від коренів, перемішаний, просіяний, стерилізований хімічно або парою. Подача живильного розчину визначається видом субстрату і насиченістю технологічної води поживними речовинами. У короткі похмурі дні частота подачі розчину може скоротитися, в найспекотніші години доби частота може бути вище. При роботі на технологічній воді рибоводних установок через кожні дві години вода заповнює грядки і через 10 хв. зливається. [61]

Лотки представляють собою корита трапецієдального перетину шириною 0,9 – 1,2 м, довжиною не більше 30 м, глибиною 27 – 30 см. Вони встановлюються на опори або на ґрунт з проходами 60 – 80 см. Ухил бічних стінок лотків приймається рівним 2 – 3%, дно робиться з ухилом 1 – 1,5% в поздовжньому і поперечному розрізах. Ухили необхідні для швидкого витікання поживного розчину. Біля дна довгих лотків слід влаштовувати дренажну канавку, закриту сіткою, або дренажну трубу з отворами, з дотриманням ухилів. Подача і стік живильного розчину повинні здійснюватися через дренажний пристрій. Застосування другого способу гідропоніки забезпечує стійкі високі врожаї овочевих і інших культур. Цей метод можна застосовувати для отримання високих і ранніх врожаїв овочів при розташуванні лотків в літній період поза приміщеннями. [61]

Третій спосіб гідропоніки. До недоліків другого способу гідропонного вирощування слід віднести відносно велику кількість субстрату і необхідність обробки його після сезону збору врожаю, що полягає у видаленні коренів і стерилізації. Уникнути цього можна шляхом застосування третього способу вирощування, коли сама рослина висаджена в стаканчик, наповнений субстратом, стаканчик встановлюється на сітці, а під сіткою знаходиться повітряний простір. Коріння рослини висять в повітряному просторі, а живильний розчин періодично подається в стаканчик і стікає по корінню рослини в лоток (рис.4.4).



Рис. 4.4 - Гідропонний спосіб вирощування з періодичною подачею технологічної води до коренів рослин.

Стаканчики можуть виготовлятися з досить щільної плівки, в дні проробляються отвори для коренів, а сам стаканчик заповнюється нейтральним матеріалом на висоту 4 – 9 см в залежності від виду вирощуваної культури. Поверхня наповнювача ущільнюється взмученим азбестом, що забезпечує рівномірне розподілення води по поверхні наповнювача. Для білокачанної капусти, наприклад, рекомендується стаканчик діаметром 7 – 9 см, висотою 12 см. Система подачі живлення повинна підходити до кожної рослини індивідуально. Для цієї мети використовується система труб і гнучких шлангів діаметром 5 – 6 мм.[61–63]

Інтеграція гідропоніки в замкнуті рибоводні установки найбільш продуктивна порівняно з іншими рибоводними установками. Регулювання температури і використання штучного освітлення розширює часові межі вирощування рослин. Крім того, висока щільність вмісту риби і наявність біофільтра забезпечують потрібний рівень концентрації поживних речовин і їх пропорційне співвідношення між собою, що забезпечує повноцінність живлення рослин. [63]

Гідропонні грядки включають до складу рибоводної установки або в якості додаткового рослинного фільтра, або як основний фільтр замкнутої системи (рис. 4.5).

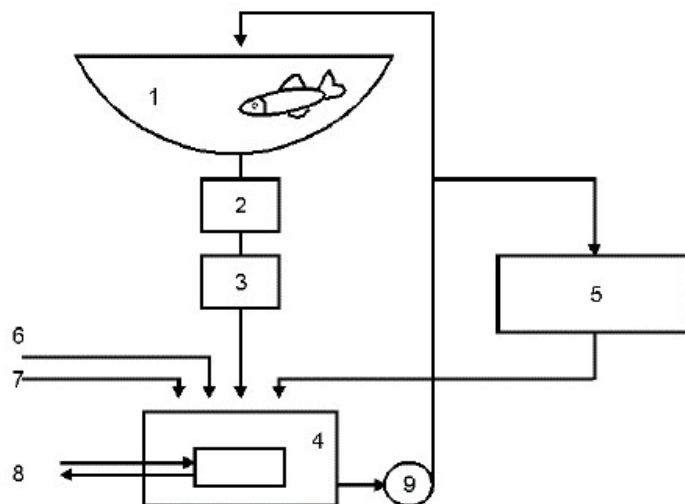


Рис. 4.5 - Схема включення гідропонної грядки в якості додаткового фільтра: 1 – басейн з рибою; 2 – механічний фільтр; 3 – біофільтр; 4 – накопичувальний бак; 5 – гідропонні грядки; 6 – подача свіжої води; 7 – подача коригуючого розчину; 8 – теплообмінник; 9 – насос.

При будь-якому з двох способів підключення гідропонних грядок вода, що надходить з рибоводних ємностей, повинна бути попередньо очищена механічним фільтром від великих нерозчинних органічних домішок. Попадання останніх в субстрат гідропонних грядок викличе небажані процеси окислення і розкладання, згубні для рослин. Якщо гідропонні грядки працюють як додатковий фільтр, то основний фільтр розраховується на 100% навантаження системи рибою і кормом. Це дозволяє вимикати гідропонні грядки повністю, наприклад, в зимовий час з метою економії електроенергії на штучне освітлення в північних широтах. Порушення рибоводного процесу в цьому випадку не відбудеться. Підключення гідропонних грядок дасть ефект очищення тільки в тому випадку, коли маса рослин значна. Споживання грядками токсичних продуктів з води поліпшить умови вирощування риби. [17]

При використанні гідропонних грядок, як основного фільтра, повне виключення грядок з системи циркуляції води або зниження маси рослин погіршує умови утримання риб. Незалежно від масштабу установки між кількістю риби і кількістю рослин що вирощують існують певні співвідношення, які в даній роботі ілюструються трьома прикладами (Рис.4.6).

ПРИКЛАД 1. Невелика рибоводна установка із загальним обсягом води 3850 л оснащена механічним і біологічним фільтрами і підключена до гідропонних грядок за схемою на рисунку 7.2. Гідропонні грядки побудовані за другим способом гідропонного вирощування, описанного вище. В якості інертного матеріалу використаний річковий гравій. До установки підключені дві грядки $7,6 \times 1,2 \times 0,75$ м. Рибоводна установка розміщена в приміщенні, а грядки поза приміщенням. У рибоводну ємність об'ємом 870 л, оснащену аератором і кормороздавачем, посаджений посадковий матеріал сомика – кішки в кількості 12 кг при середній штучній масі близько 0,1 кг. Через 17 діб в грядки висадили розсаду томатів висотою 20 – 25 см. На кожній грядці висаджувалось по два ряди рослин по 16 рослин в ряду. Риб годували форелевим кормом з раціоном харчування 2% корму від маси тіла риби на добу. Для збалансованості харчування томатів в воду додавали мікроелементи. Рибу вловили через чотири місяці, томати остаточно зібрали через три. В середньому по трьом однаковим установкам збір томатів на одну установку склав 300 кг (по 4,6 кг з кожного куща), найкращий показник 536 кг. Вихід риби в середньому 31,5 кг. Співвідношення риби та рослин: маса риби в розрахунку на кущ томату склала приблизно 0,5 кг, на гідропонну площу 1,8 кг/м². [63]

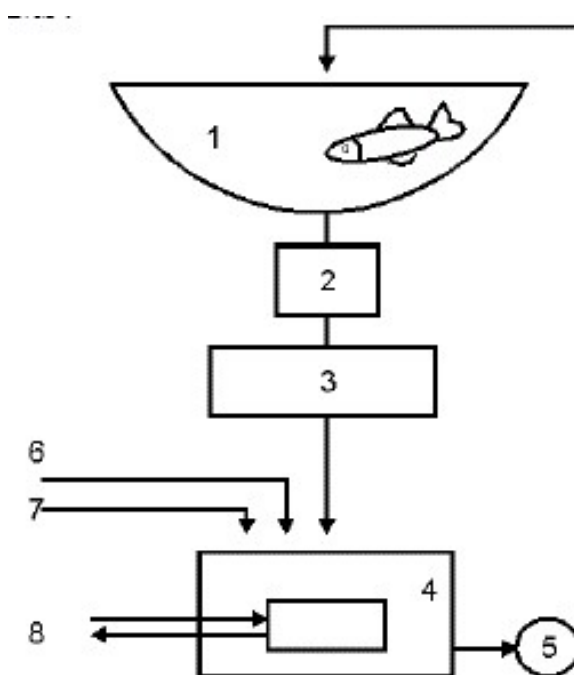


Рис. 4.6 – Схема включення гідропонної установки в якості основного фільтра: 1 – отрап; 2 – механічний фільтр; 3 – гідропонні грядки; 4 – накопичувальний бак; 5 – насос; 6 – подача свіжої води; 7 – подача отрапивши е розчину; 8 – теплообмінник.

Установка розміщувалася в США штат Іллінойс. Середня температура води в рибоводних ємностях 23 С, максимальна температура (14 днів в липні) 25 – 27°С. Оптимальна темпера для сомика – кішки 28 – 30 С. Заходи щодо затемнення ємностей з водою попередили появу мікрободоростей, конкуруючих по харчуванню з томатами і знижуючих утримання кисню в воді в нічний час. Якість води про точки зору вирощування риби було високе. Споживання свіжої води склало 6,6% від об'єму води в системі щодня. [63]

ПРИКЛАД 2. Невелика рибоводна установка в США (Virgin Islands) у складі: рибоводний отрапи діаметром 3,6 м, висотою 0,9 м, біологічний фільтр, заповнений великим гравієм 30 – 90 мм з двох металевих бочок по 208 л кожна, два відстійника з таких же бочок і гідропонні грядки над другим круглим басейном діаметром 2,4 м, висотою 0,5 м. Грядки виконані з використанням третього способу гідропонного вирощування. На грядки насипався шар гальки розміром 1 – 2 см, товщина шару 17 см, куди висаджувалася розсада томатів. Вода підводилася індивідуально до кожної рослини з розрахунку 22,5 л/год. На кожную рослину. Відтік води збирався в басейні під гідропонними грядками і повертався в систему. Циркуляцію води забезпечував насос потужністю 0,12 квт. Електроенергія часто відключалася. Результати: вирощували тіляпію з посадкового матеріалу масою 62 г до середньої маси 521 г. Всього виростили 63,6 кг риби при щільності посадки 9,2 кг риби на м³ води в басейні. Продукція томатів 70,5 кг. Якість води з точки зору рибництва задовільна. Відзначалася слабка захищеність води від світла і, як наслідок, розвиток мікрободорості. Негативна дія мікрободоростей відбилася в конкуренції харчування з томатами і в зниженні концентрації кисню в воді отрапив в ранкові години до 45% насичення. Крім того, мікрободорості осідали в гравійному шарі гідропонних грядок, накопичувалися і загнивали. [63]

ПРИКЛАД 3. Підприємство з вирощування огірків і африканського сома (*Clarias gariepinus*) спільно. Африканський сом дуже теплолюбна риба, оптимальна

температура вирощування 28 С. Сом витримує високі концентрації забруднення, так як дихає атмосферним повітрям. Схема вирощування риби та огірків являє собою єдину біологічну систему. Вода перед басейнами з рибою нагрівається до 28 С, з басейнів вода надходить на біологічну очистку, далі в теплиці площею 9 тис.кв. м, далі на підігрів і повертається в басейни. Сомів набували отрап 10 – 15 г і за сім місяців вирощування отримували рибу масою 1 кг. Річна продуктивність по рибі склала 28 т/рік, по огірках – 1 млн.шт плодів на рік. Зниження витрат на теплову енергію здійснювалося за рахунок спалювання соломи при нагріванні води перед отрапивши з рибою. Вибір сомів, як об'єкта культивування, спрощує вирішення трьох завдань. Перша – отрапивши е басейну робиться мінімальною, що дозволяє уникнути розвитку водоростей. Африканський сом – нічний хижак, тому йому не потрібна висока освітленість басейнів. Друга – здатність сома дихати атмосферним повітрям знижує вимоги до рівня концентрації кисню в воді отрапив. Третя – висока концентрація продуктів життєдіяльності риби підвищує ефективність роботи очисних споруд. [63]

4.2 Вирощування риби і нутрій

У рентабельних кооперативних та інших недотаційних господарствах виробництво товарної риби може існувати тільки в ресурсозберігаючому режимі. У зв'язку з цим не випадково зусилля багатьох країн спрямовані на пошук здешевлення вирощування риби з одночасним виробництвом іншої сільськогосподарської продукції на ставках і оточуючих їх земельних ділянках, виявлення оптимальної площі для сім'ї в період приватизації земель. В Індії, наприклад, визначена оптимальна площа ставка і земельної ділянки для однієї сім'ї в 5 – 6 чоловік і громади в 300 – 350 чоловік. При цьому розраховується не тільки виробництво товарної риби в ставках, а й використання дамб, де розташовуються качині ферми, вирощуються кури і свині, гній яких йде на добриво, а зі ставка здійснюється полив овочів та інших сільськогосподарських культур. Сапропель зі ставків використовується в якості добрив. В Угорщині, Польщі, Ізраїлі, Китаї, Франції широко використовується метод

аквасівооберта, при якому виробництво риби чергується з літуванням ставків, коли на їхньому ложі сільськогосподарські культури вирощуються одночасно з качками, гусьми і нутріями і т. д. У Бельгії розробляється системний підхід до використання земельних і водних ресурсів, в Італії – овочівництва і рибництва, в Великобританії, Ізраїлі – тваринництва і рибництва. Спектр інтегрованих технологій дуже великий. Одне з таких поєднань виробництв – вирощування нутрій у рибоводному господарстві. [63]

Ідея розведення нутрій в рибоводних господарствах виникла в Європі ще в двадцятих роках, коли її завезли з Південної Америки в зоосади. Вже в 1936 році в м Дюлькіне (Німеччина) були проведені перші спостереження за випущеними в природні водойми нутріями, а в 1956 р в Ізраїлі на ставках площею 500 га фермери вперше отримали потомство від нутрій. Але через малу кормову базу для гризунів досвід приживання цих звірків не вдався.

При освоєнні технології розведення стало ясно, що виробництво нутрій можна вести не тільки на рибоводнокороповому господарстві, де використовуються спеціальні ставки, а й вирощувати їх в озерах, іригаційних водосховищах і т. Д., яких в південних районах країни величезну кількість. Інтегрована технологія виробництва передбачає утримання нутрій в приміщенні, збудованому на березі рибоводно ставка, за умови, що відходи від звіроферми за спеціальними жолобах надходять у водойму. Цей метод, в принципі, не новий. Так вирощують в Індонезії та Індії свиней в Південно – Східній Азії курей і курчат в клітинах, розміщених над ставком, а в штаті Кентуккі (США) на ніч в ставок, де вирощується осетрова риба – отрапивш заганяють гусей з розрахунку 1 особина на 1 м² ставка . Суть такої технології в тому, що відходи від тварин або птиці утилізуються в рибоводному ставку. Один гектар водойми здатний утилізувати відходи від 20 – 25 нутрій. При цьому досягається відповідність з накопиченням отрапив в ставку, які лише сприяють розвитку природної кормової бази – зростання мікроводоростей, бактерій і організмів бентосу. Ведення комбінованого господарства на водоймі вигідно, коли реалізується перероблена продукція. [62,63]

Спільне вирощування нутрій і риби дозволяє мати безвідходне виробництво. Залишки корму, нез'їденого нутріями, поїдаються рибою, а послід утилізується в

водоймі і на полі у вигляді добрив. Інтегроване виробництво на відносно невеликій площі дозволяє мати отрапивши е виробництво. Починати виробництво нутрій краще, коли вже налагоджено вирощування риби. Для здешевлення виробництва необхідно придбати тільки личинок. Їх вирощування до цього літо передбачене в невеликому ставку. З 1 га можна отримувати від 8 ц/га риби без годівлі і до 26 – 30 ц/га з годівлею в полікультурі такого ж поєднання, як в нагульних ставках. Виживання складе не менше 40%. Поступово нарощуючи виробництво, будуються приміщення для переробки та зберігання продукції. [63]

Нутрію на своїй батьківщині – Південній Америці називають коіпу. Її шкірка в кілька разів краща за шкірки кролика, не поступається якістю хутра лисиці і норки, а м'ясо нутрій вважається дієтичним. З нього готують холодні страви, супи, а також шашлики, азу, сальтисон, рагу, виготовляють ковбаси, консерви і копченості. До того ж печінка нутрій є делікатесом. У деяких країнах цей звір отримав назву болотний бобер через свій спосіб життя. Випущені у водойму, вони споживають практично всі види рослин, прибережний чагарник і молоді деревця, тим самим очищаючи ставки від заростей. Відомі кілька порід і гібридів нутрій. Вибір для вирощування визначає попит, тобто ринок. Пропоновані різновиди нутрій, що відрізняються якістю і кольором шкірок: чорні – мають темно – сіре пухове волосся з коричневим відтінком на вершині; бежеві або сапфірові – мають пігментовані і білі ділянки на остьовому волоссі, що створює враження димчастого відтінку; білі або італійські альбіноси мають світлий тон забарвлення. Підпушок на черевці світло – кремовий, на спині – кремовий. Інші забарвлення нутрій можна отримати в основному від схрещування: перламутрові – гібриди бежевих і білих, сріблясті – отримують від схрещування звичайних (стандартних) нутрій з бежевими, лимонні – помісі від золотистих і білих нутрій. [63]

Теоретичним обґрунтуванням збільшення рибопродуктивності водойм є евтрофікування – накопичення легко мінералізуємих органічних речовин, які утилізуються бактеріями і мікродоростями. Останні, в свою чергу, є основою харчового ланцюга для організмів зоопланктону, зообентосу і риб. У класичних рибоводних ставках для збільшення біогенів спеціально вносяться мінеральні та органічні добрива, а також вапно. Це може бути перепрілий гній, який заорюється по

сухому ложу ставу і укладається по урізу води в окремі купки від 2 – 3 до 5 – 6 т/га. Використовуються прямі стоки тваринницьких ферм, розбавлені з розрахунку 1:10, курячий або качиний послід – до 200 кг/га за літо (50 кг/га – при одноразовому внесенні). Вносять і скошену підв'ялену рослинність до 3 – 6 т/га. Основна мета при внесенні добрив – досягти концентрацію азоту в воді від 2 до 3 мг N/л, а фосфатів від 0,2 до 2 мг/л. Контролем «норми» балансу отрапив є біомаса фітопланктону, яка повинна досягати від 20 до 80 г/м³, бактеріопланктону – від 5 до 10 млн. кл/мл, зоопланктону 8 – 12 г/м³, а «м'якого», тобто їстівного рибою зообентоса 3 – 5 г/м². При надмірному розвитку фітопланктону – концентрації більше 80 мг/л, прозорість води зменшується до 50 см. При надмірному накопиченні клітин фітопланктону 25 – 300 мг/л спостерігається явище «цвітіння» води. Біомаса планктону регулюється шляхом вселення риб – планктофагів. А для дезінфекції ложа ставків і нейтралізації закисних ділянок вноситься гашене вапно з розрахунку 25 ц/га. Розвивається природна кормова база сприяє інтенсивному росту коропа, білого і строкатого товстолобиків та білого амура. Як хижака в цій полікультурі рекомендується утримувати річкового сома, який поїдає отрапивши у водойму смітних риб. Для отримання 2 т/га рекомендується вирощувати риб дво- і трилітками в наступному співвідношенні при облові (%): короп – 15, білий товстолобик – 40, строкатий товстолобик – 30, білий амур – 10, річковий сом – 5. Деякі нормативні показники наведені в таблиці 4.3.

Передбачувана полікультура складається з 5 видів:

Короп – охоче поїдає нез'їдені нутр'їями зерно та інші відходи. На другому році виростає від 20 до 500 – 600 г, на третьому – 1,2 – 1,5 кг. На 1 кг приросту з'їдає 3 – 4 кг кормів. Можна виростити 2 – 3 ц/га.

Білий товстолобик – успішно утилізує послід нутр'їй, мікрородорості (фітопланктон), зоопланктон і дисперсні суспензії – сейстон. По темпу зростання такої ж, як і короп. Завдяки особливому зябровому апарату є прекрасним біофільтратором води, перешкоджає виникненню епізоотії, особливо краснухи коропа. На 1 кг приросту з'їдає 20 – 30 кг кормів. Можна виростити 6 – 8 ц/га.

Строкатий товстолоб – харчується дафніями, циклопами і іншими організмами зоопланктону, а також фітопланктоном. На другому році виростає до 800 – 900 г, на

третьому – 1,5 – 1,8 кг. На 1 кг приросту з’їдає 15 – 20 кг кормів. Можна виростити 3 – 4 ц/га.

Білий амур – поїдає зарості рдеста, урути, молоді пагони очерету, а також відходи від звіроферми. На другому році досягає 400 – 500 г, на третьому – 1,0 – 1,2 кг. На 1 кг приросту з’їдає 40 кг рослин. Можна виростити 1 – 2 ц/га. [61]

Сом річковий – відомий доступний хижак, знищує випадково потрапивши у водойму смітну рибу. Є санітаром, підбираючи і снулу рибу. На 1 кг приросту з’їдає 5 – 7 кг смітної риби. Можна отримати 0,5 – 1,0 ц/га.

Для вирощування нутрій необхідно знати основні відомості по технології. Оптимальна температура 15 – 20 (до 40)° С, в зимовий час при замерзанні водойми лідо. За добу обсяг відходів становить 0,2 кг. Вага 5 – 7 кг, самці більші, живуть 6 – 8 років. Поведінка – дуже гарний слух, полохливі, зір і нюх розвинені погано, швидко звикають до людини, особливо молоді особини. Здорові особини мають яскраво забарвлені емаллю різці, а хворі – лідо пофарбованих з темними плямами.

Дозрівають самки в 5 – 6 років при масі 4 кг, самці – у віці 7 – 8 місяців при масі 4,5 – 5 кг. Відтворювальна здатність знижується після 3-х років. За рік отримують до 2-х виводків. Злучка може бути індивідуальною і гаремною. Вагітність триває 125 – 140 днів. [61]

Маса цуценяти 200 г (80 – 400 г). Цуценята на 2 – 3 день не бояться заморозків, починають харчуватися із загальної годівниці, добре плавають. Молоко матері смокчуть до 1 – 2 місяців, добовий приріст 20 г (перші 4 міс.), Потім знижується до 15 г (5 – 8 міс.). У 5 – 6 міс. Темп зростання знижується.

Таблиця 4.3 – Деякі нормативи для розрахунків

Показники	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3
Період вирощування:		
- мальків	місяць	11
- дволіток		8
- триліток		8

- нутрій		8
Обсяг відходів на добу від однієї особини	кг	0,2
Рибопродуктивність нагульного ставка:		20
- короп		20
- білий товстолобик	ц / га	3
- строкатий товстолобик		8
- білий амур		6
- річковий сом		1
Рибопродуктивність вирощувального ставка в полікультурі	ц/га	8
Площа приміщення для 100 нутрій	м ²	330
Продовження таблиці 4.3		
Розміри клітки	м	2 × 1 × 0,5
Кількість нутрій в клітці:		
- виробників	шт.	3 – 4
- до 8 міс.		8-10
Відхід цьоголіток від 3 – денних личинок	%	40
Відхід дволіток	%	15
Відхід триліток	%	5
Площа шкірки	см	1200 – 1600
Маса м'яса нутрій	%	45 – 50

Харчування – поїдають 30 – 40 видів рослинної їжі. Найбільш охоче очерет, рогіз, очерет, водяний горіх, сусак, стрілолист, латаття, горець, рдести, уруть, ряску. З наземної рослинності люблять люцерну, конюшину, буркун, кульбабу, лободу, іван – чай, пирій, осот, подорожник, щавель та інші польові рослини. Для стримування зростання різців нутрії необхідна груба їжа – гілки дерев (верба, акація, липа, осика і т. д.), а також чагарники і виноградна лоза. У водоймі поїдає перловиць і інших молюсків, підбирає снулу рибу ловить раків, жаб. Рухливу рибу зловити не може. [61-63]

ВИСНОВКИ

Інтегроване сільськогосподарське виробництво на рибоводній фермі - дуже ефективний напрямок. Поєднання рибництва, птахівництва, тваринництва та звірівництва дозволяє протягом всього календарного року отримувати стабільний дохід, використовуючи всі природні ресурси місцевих водойм і земель. Крім цих напрямків фермери займаються рослинництвом, організацією платної риболовлі і туристичним бізнесом. Досить ефективними технологіями на фермерських водоймах є ведення спільного вирощування риби та водоплавної птиці. Найбільш прибутковим напрямом є спільне вирощування риби та качок.

Органічне сільське господарство стало невід'ємною частиною аграрної практики по всьому світі. Вирощення органічної продукції в Україні — досить новий та надзвичайно перспективний напрям, який має позитивну тенденцію до зростання. Про це свідчить динаміка збільшення площ для органічного виробництва та кількість відповідних агроформувань.

Система аквапоніки широко використовується у світі, проте Україна лише починає впроваджувати цю практику.

Аквапоніка є прикладом рециркуляційних систем. Вона поєднує у собі аквакультуру (практики з розведення риби) та гідропоніку (вирощення рослин у водному середовищі без ґрунту). Деякі інтегровані сільськогосподарські господарства дозволяють скоротити споживання води на 90% у порівнянні з традиційним сільським господарством. Це чудовий показник, адже сільськогосподарський сектор споживає до 70% усієї доступної прісної води в світі.

В аквапоніці вода має подвійне призначення — для проживання риб та вирощування сільськогосподарських культур, що дозволяє отримувати відразу два продукти. І це не єдина перевага: відходи життєдіяльності риб удобрюють воду, на якій вирощують рослини, а ті, своєю чергою, очищають воду для риби.

Аквапонні системи вже зараз відрізняються широким розмаїттям. Вони різняться за своїми конструктивними особливостями, розмірами, складністю та комплексністю, набором культивованих організмів. Проте основні технологічні вузли, мінімально необхідні для функціонування системи, залишаються незмінними.

Аквапоніка спирається на природні відносини між водними тваринами і рослинами, що вельми сприятливо для збереження довкілля. Система являє собою дві ємності розташовані один над одним. У нижній ємності мешкають риби, а у верхній ємності — ростуть рослини. Вода до рослин подається від риб за допомогою заглибного насоса (помпи).

Головними перевагами аквапоніки є:

— висока екологічна чистота виробництва плодоовочевої продукції, оскільки пестицидне навантаження та застосування агрохімікатів у системі мінімальні (за окремими свідченнями, вміст нітратів у овочевій продукції та вегетативній масі зеленних культур є в середньому у 5–10 разів нижчим, аніж за вирощування їх за традиційними системами з використанням штучних мінеральних добрив);

— можливість вирощування широкого спектру овочевих і лікарських культурних рослин;

— одержання одразу кількох видів продукції — рослинницької та рибної;

— висока екологічна ефективність використання води;

— ефективне використання земельної площі;

— висока продуктивність як аквакультури, так і гідропоніки;

— риба, вирощувана в закритій штучній системі, характеризується високими показниками токсико-екологічної безпеки, оскільки не містить патогенів і паразитів, небезпечних для людини;

— вирощування риби й інших водних організмів здійснюється під суворим санітарно-гігієнічним контролем і повністю виключає застосування гормональних препаратів та антибіотиків;

— поліпшені показники ергономіки, підвищення ефективності праці.

Поряд із позитивними сторонами технологія має певні недоліки, а саме:

— неможливо вирощувати бульбо- та коренеплідні культури;

— високі витрати на первинний монтаж і підтримання системи в функціональному стані;

— високі витрати енергії;

— потреба у якісних кормах для водних тварин і риби;

— потреба у висококваліфікованих технічних кадрах, а також у спеціалістах не тільки агрономічного, але й екологічного та рибогосподарського напрямку;

— недостатня вивченість усіх агротехнологічних аспектів вирощування різних культур;

— висока комплексність і складність біологічних взаємозв'язків між різними групами біологічних організмів;

— можливі проблеми у підтриманні риби та водних організмів у здоровому стані без застосування хімічних препаратів, зокрема, антибіотиків;

— економічна ефективність отримання овочевої продукції через підвищені витрати на кормову базу та закупівлю якісних мальків риби знижується;

— складнощі у пошуку відповідного ринку збуту для екологічної продукції.

В цілому аквапоніка є досить цікавою та перспективною технологією, проте вона потребує подальшого вивчення та розробки обґрунтованих рекомендацій і принципів виробництва продукції в системі, тож на сьогодні вона мало поширена у виробництві.

Продукти життєдіяльності риб містять поживні речовини для рослин, але є токсичними для самих риб. Рослини поглинають ці речовини, що забезпечує їм необхідне харчування, і тим самим, очищають воду для риб (при цьому рослини та риби ростуть більш активно). Очищена вода повертається назад до риб, потім цикл повторюється. Ґрунтом для рослин у даному випадку використовується керамзит або гравій. Оскільки рослини і керамзит виконують роль біологічного фільтра, у зв'язку з цим можна збільшити кількість риб в ємності без ризику їх захворювання або отруєння продуктами життєдіяльності. Вода додається лише в міру поглинання рослинами, випаровування в повітря або видалення біомаси з системи.

Відходи життєдіяльності риб є натуральним добривом для овочів або квітів. Значно підвищується врожайність і прискорюється дозрівання плодів.

Спільне вирощування рослин і риби має в майбутньому перспективи розвитку як сільськогосподарська інновація, і зможе цілий рік забезпечувати продовольчий ринок екологічно безпечною продукцією рослинництва і рибою як в Україні, так і в будь-якій точці світу. Підводячи підсумки, необхідно відзначити, що гідропоніка і аквапоніка заслуговують найпильнішої уваги. Ці методи дозволяють економити земельні і водні

ресурси, контролювати кожну стадію біотехніки вирощування і виробляти велику масу рослинної і рибної продукції.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Киреева И.Ю. Использование ресурсосберегающих технологий в рыбохозяйственных водоёмах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук scholar. 2009.– Т.11, № 1-2 . С.73-76.
2. Круглова Д.К., Никифоров А.И. Интегрированные агроаквасистемы – объекты Всемирного наследия ЮНЕСКО // Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала / Материалы всероссийской научно-практической конференции. – М.: Изд. «Перо», 2017. – С. 164-169
3. Моллисон. Б. Введение в пермакультуру./ Моллисон. Б, Слей Р.М. – 1991, - 266 с.
4. Никифоров А.И. Экологические основы рационального использования водоёмов комплексного назначения в агропромышленном производстве. - Труды ВНИРО, т.161, 2016, – С. 162-168.
5. Одум Т. Говард. Энергия, экология, экономика// Самарская Лука, проблемы региональной и глобальной экологии. 2014.-Т.23, №4.- С.5-60.
6. Положение дел с продовольственной безопасностью в мире [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ru.wfp.org/sites/default/files/ru/file/sofi_2015.pdf
7. Повестка дня на 21 век (Рио-де Жанейро, Саммит Земли, 1992 г.) - [Электронный ресурс].
Режим доступа:
http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_intro.shtml
8. Рисовые террасы Хунхэ-Хани включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bigpicture.ru/?p=407865>.
9. Савцова Я.С., Никифоров А.И. Мировой опыт создания интегрированных систем в аквакультуре - //Интегрированные технологии аквакультуры в фермерских хозяйствах. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – М.: Изд. «Перо», 2016. – С. 130-137
10. Системы сельскохозяйственного наследия мирового значения (ГИАХС). Документ ФАО РС116/3 - FC 156/8, октябрь 2014 г. 13 с. URL: <http://fao.org/2/ml938r>
11. Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://whc.unesco.org/ru/list>.

12. Хольцер З. Пустыня или рай / Хольцер Зепп - Изд. дом «Зерно», 2012 – 344 с.
13. Aquaponics floating biofilter grows rice on fish ponds. Tom Duncan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aquabiofilter.com/>
14. Huffman W.E., Evenson R.E. 2006. Science for agriculture: a long-term perspective // Iowa State University Press. USA. P.15–168
15. Ecological mechanisms underlying the sustainability of the agricultural heritage rice–fish coculture system // PNAS. Published online before print November 14, 2011.
16. The Future we want (Rio de Janeiro, Brazil, from 20-22 June 2012): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.un.org/disabilities/documents/rio20_outcome_document_complete.pdf
17. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.un.org/sustainable-development-goals/
18. Скляр В.Я., Шацкий С.Ю., Яковчук М.П. Рыбоводно – биологичні нормативи для ефективного виробництва коропа на тепловодних господарствах. - 2-е изд., Перераб. - Краснодар, 2002. - 15 с.
19. Козлов В.И., Никифоров-Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура. - М.: МГУТУ, 2004. - 433 с.
20. Богатова И.Б. Значение направленного воздействия на естественную кормовую базу для повышения продуктивности рыбоводства // Создание естественной кормовой базы для повышения рыбопродуктивности / Науч. тр. ВНИИПРХ-М., 1984. С. 3-5.
21. Богданова Л.К. Особенности полового созревания самок карпа при выращивании на теплых водах Киришской ГРЭС // Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1975, вып. 15. - С. 38-43.
22. Бузмаков Г.Т., Моисеев Н.Н. Прудовое рыбоводство. Кемерово, 1981. -120 с.
23. Бузмаков Г.Т. Влияние микроэлементов на темп роста молоди карпа // Пути повышения эффективности выращивания рыбы в прудах и промышленных водоемах / Науч.-тех. бюлл. СО ВАСХНИЛ Новосибирск, 1985, вып. 33,-0.21-22.
24. Бузмаков Г.Т., Кондратьев А.К. Комбинированным способом. Рыбное хозяйство, 1987, № 4. - С. 18-19.
25. Бузмаков Г.Т., Арсенов О.А. Влияние природных цеолитов на жизнестойкость личинок карпа. Рыбное хозяйство, 1992, № 6. - С. 27.

26. Буховец В.Е. Водообмен при подрапщвании личинок карпа // Совершенствование биотехники прудового рыбоводства / Тез. науч. докл. ВНИИПРХ М., 1980. - С. 61-62.
27. Буховец В.Е. Нормы и режимы кормления. Рыбоводство и Рыболовство. - 1980, №3.-С. 10-11.
28. Венчиков А.М. Микроэлементы и их роль в норме и патологии. Клиническая медицина. - 1980, № 6. - С. 32-35.
29. Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Об эффективности использования кобальта в корм сеголеткам карпа при различной степени обеспеченности естественной пищи / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1963, т. 12. - С. 87-98.
30. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / Сб. науч. тр. М., Высшая школа, 1960. - С. 5-21.
31. Вожова Л.В., Астапович И.Т., Астрейка А.В., Ворнова Г.П. Кужтивирование планктона в производственных масштабах дж подрапщвания молоди карпа. Рыбное хозяйство, 1981, № 5. - С. 60-61.
32. Воронов п.М. Продолжительность и интенсивность выклева артемии са-лина в растворах поваренной соли. Рыбное хозяйство, 1971, № 8. - С. 2930.
33. Воробьев В.И. Микроэлементы в раннем онтогенезе растительноядных рыб // Физиология прудовых рыб / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1979, вып. 12.-С. 84-90.
34. Воробьев В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве. М., Пищевая промышленность, 1979. - 165 с.
35. Воробьев В.И. Применение микроэлементов в рыбоводстве и некоторые методические аспекты изучения этой проблемы // Роль микроэлементов в жизни водоемов / Сб. науч. тр. М., Наука, 1980. С. 5-23.
36. Временная инструкция по обесклеиванию икры карпа и сазана эмульсией масла растительного и минерального происхождения. // Утверждена министерством рыбного хозяйства РСФСР. М.: 1986. - 6 с.
37. Галактионова Е.А. Биологическая характеристика и специфика созревания самок карпа в некоторых рыбхозах Урала // Прудовое рыбоводство Сибири / Сб. науч. тр. Новосибирск, 1973. - С. 110-114.

38. Галичева Е.Е. Содержание подвижных форм микроэлементов марганца, меди, цинка и молибдена в рыбоводных прудах Московской области. / Науч. тр. ВНИИПРХ-М., 1970, вып. 3. С. 12-15.
39. Галичева Е.Е. Микроэлементы в кормовых рационах как фактор направленного воздействия на рыбоводные и физиологические показатели сеголетков карпа. Автореферат канд. диссерт. - М.: 1978. - 19 с.
40. Галеева Н.И., Волхонская Н.И., Попов Е.П., Даль Н.И. Использование яиц артемии в рыбоводстве // Выращивание рыбы в бассейнах и лотках на теплых водах / Науч. тр. ГосНИОРХ Л., 1983, вып. 206. - С. 68-78.
41. Герасимова Т.Д. Плотность посадки и качество рыбопосадочного материала. Рыбоводство и Рыболовство. - 1978, № 3. - С. 7-8.
42. Гербильский Н.А. Метод гиподермальных инъекций и его роль в рыбоводстве.-Л.: Изд-во ЛГУ, 1941.
43. Гидрохимический бюллетень Западно-Сибирского регионального научно-исследовательского института. Новосибирск, 1980.
44. Гречковская А., Прокопченко А. К вопросу об искусственном воспроизводстве карпа. Рыбоводство и Рыболовство. - 1976, № 1. - С. 12-13.
45. Гусев Е.Е. В условиях производства. Рыбоводство и Рыболовство. -1980, №3.-С. 11-12.
46. Гусев Е.Е. Приготовление стартового корма для молоди прудовых рыб из яиц артемии методом декапсуляции // Рыбоводство в Сибири и на Дальнем Востоке / Науч. тр. СО ВАСХНИЛ Новосибирск, 1982. - С. 74-80.
47. Гусев Е. Подсушивание и декапсулирование яиц артемии салина. Рыбоводство и Рыболовство. - 1982, № 6. - С. 12-13.
48. Гусева С.С., Тютин Н.С. Повышение жизнестойкости икры и молоди рыб. Информационный листок. - Ростов. ЦНТИ, 1982, № 660-88. - 3 с.
49. Деева Т. Культивирование живых кормов. Рыбоводство. - 1983, № 6. -С. 17-18.
50. Демьяненко В.Ф., Яковчук А.М. Комбинированное выращивание рыбы на теплых водах и в прудовых условиях // Рыбохозяйственное использование теплых вод / Материалы Всесоюз. совещания. М., 1986. - С. 46-48.

51. Дементьев М.С. Оптимальный режим кормления личинок прудовых карповых рыб живыми кормами // Индустриальные методы рыбоводства / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1979, вып. 24. - С. 126-135.
52. Докукина К.Н., Королев А.Н., Корнеева Л.А. Результаты опытов при зимовке карпов в садках на водоемах-охладителях тепловых электростанций // Сборник по прудовому рыбоводству / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1969. -С. 172-184.
53. Дуварова А.С. Результаты инкубации икры карпа при различных постоянных температурах // Совершенствование биотехники прудового рыбоводства / Тез. докл. Всесоюз. совещания. М., 1980. - С. 86-88.
54. Евтушенко М.Ю. Применение макро- и микроэлементов в рыбоводстве. - Рыбное хозяйство. 1989, № 5. - С. 63-64.
55. Елеонский А.Н. Прудовое рыбоводство. М.: Пшщепромиздат, 1946. - 107 с.
56. Ерохина Л., Виноградов В. Выращивание производителей и эксплуатация маточных стад. Рыбоводство и Рыболовство. - 1978, № 3. - С. 3-5.
57. Жемаева Н.П. Ранняя интродукция планктонных и донных ракообразных в выростные пруды // Создание естественной кормовой базы для повышения продуктивности рыбоводных водоемов / Науч. тр. ВНИИПРХ М., 1984. -С. 123-126.
58. Злоказов В.Н. Перспективы развития прудового рыбоводства в Кемеровской области // Развитие прудового рыбоводства в Сибири / Сб. науч. тр. - Новосибирск, 1962. С. 25-29.
59. Злоказов В.Н. Некоторые особенности карповодства в Западной Сибири // Озерное и прудовое хозяйство в Сибири и на Урале / Сб. науч. тр. Тюмень, 1967.-С. 6-51.
60. Злоказов В.Н. Размножение и зимовка карпа в условиях Новосибирской и кемеровской областей // Вопросы сельскохозяйственного рыбоводства и гидробиологии Западной Сибири / Сб. науч. тр. Барнаул, 1967. - С. 59-65.
61. Злоказов В.Н., Скрипченко Э.Г. Зимовка пропша благополучно. Рыбоводство и Рыболовство. - 1970, № 5. - С. 6-7.
62. Зыбин А.С., Кочкина Т.М., Солрев Г.М. Трехгодовой опыт зимовки карпа в геотермальной воде // Прудовое рыбоводство Сибири / Сб. науч. тр. - Новосибирск, 1973. С. 161 -166.

63. Иванова З.А., Морузи И.В., Жданова Н.И. Повышение репродуктивных качеств алтайского карпа при заводском воспроизводстве/ Методические рекомендации ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, СибНИПТИЖ. Новосибирск, 1989.-28 с.