МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природоохоронний факультет
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНІКИ ФОРМУВАННЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ТА ТОВАРНОГО ВИРОЩУВАННЯ СУДАКА В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ»

Виконала: студентка _2_курсу, групи_МВБ – 20
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
Шехтман Маргарита Олександрівна

Керівник к.г.н., доцент
Соборова Ольга Михайлівна

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: _____магістр_____

Спеціальність _207 «Водні біоресурси та аквакультура»_____
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри __Шекк П.В._____

_____д.с.-г.н., проф._____

“_28_”_жовтня_2021_року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____Шехтман Маргариті Олександрівні_____

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: Особливості біотехніки формування ремонтно-маточного стада та товарного вирощування судака в установках замкнутого водопостачання_____

керівник роботи__Соборова Ольга Михайлівна, к.б.н., доцент_____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом

вищого навчального закладу від «_18_»__жовтня_2021 року № 216-С_

2. Строк подання студентом роботи_16 грудня 2021 р._____

3. Вихідні дані до роботи: джерела наукової інформації особливостей біотехніки формування ремонтно-маточного стада та товарного вирощування судака в установках замкнутого водопостачання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Детальний аналіз наявної в літературі інформації щодо біотехніки формування ремонтно-маточного стада та товарного вирощування судака в установках замкнутого водопостачання. Визначення ступеню вивченості питання.

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

Обов`язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки 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

7. Дата видачі завдання 28.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми та визначення матеріалу та методів дослідження. Написання першого розділу магістерської роботи	28.10.21 – 11.11.21	95	Відмінно
2	Аналіз біотехніки формування та експлуатації ремонтно - маточного стада та товарного судака в УЗВ. Написання другого та третього розділів магістерської роботи.	12.11.21 – 21.11.21	95	Відмінно
3	Рубіжна атестація	22.11.21-26.11.21	95	Відмінно
4	Рибоводно-біологічні особливості виробників судаку, вирощених в умовах УЗВ. Написання четвертого розділу магістерської роботи.	27.11.21 – 04.12.21	95	Відмінно
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	05.12.21 – 06.12.21	95	Відмінно
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	07.12.21 – 09.12.21	95	Відмінно
7	Перевірка роботи зав. кафедрою	10.12.2021		
8	Отримання рецензії	13.12.2021		
9	Перевірка роботи на плагіат	14.12.2021		
10	Підготовка презентації	14.12.2021		
11	Попередній захист роботи на кафедрі	15.12.2021		
12	Надання роботи до деканату	16.12.2021		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		**95**	**Відмінно**

Студент _____ ___ Шехтман М.О._
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ __Соборова О.М.__
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНІКИ ФОРМУВАННЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ТА ТОВАРНОГО ВИРОЩУВАННЯ СУДАКА В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Шехтман М.О., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Одеський державний екологічний університет

Одним із способів підвищення ефективності підприємств аквакультури є освоєння нових об'єктів вирощування чи альтернативне використання традиційних.

Судак, велика хижа риба сімейства окуневих, зазвичай розглядається, в рибоводній науці, як додаткова риба в коропових ставках, або ж, як об'єкт пасовищної аквакультури.

Мета і завдання досліджень полягали у аналізі біотехніки формування та експлуатації ремонтно-маточного стада та товарного судака, рибоводно-біологічних особливостей розвитку товарного судака в УЗВ.

З огляду на те, що світовий попит на рибну продукцію щороку зростає, необхідність у формуванні сталої аквакультури не може бути переоцінена. Але в той же час рівень світової продукції штучно вирощуваного судака дуже низький в порівнянні з іншими видами риб.

Можливість вирощування судака в умовах замкнутого циклу обумовлена його високими смаковими якостями, хорошим темпом зростання, а також зростаючою ціною. Незважаючи на високу експлуатаційну витратну складову рибного процесу продукція судака за величиною оптової вартості досягла рівня, що дозволяє вести рентабельне вирощування цього виду в УЗВ.

Робота виконана на 77 сторінках, містить 21 рисунок, 32 таблиці та 49 літературних джерела.

Ключові слова: судак, УЗВ, товарне вирощування, аквакультура, годівля, щільність посадки.

SUMMARY

BIOTECHNOLOGICAL PECULIARITIES OF FORMATION OF THE REPLACEMENT AND BROOD STOCK AND COMMERCIAL CULTIVATION OF PIKE PERCH IN CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS

Shekhtman M.O., master of the department of water Bioresources and Aquaculture

Odessa State Environmental University

One of the ways to increase the efficiency of aquaculture enterprises is the developing the new cultivation facilities or alternative using the traditional ones.

Sander lucioperca, a large predatory fish of the perch family, is usually considered in aquaculture science as an additional fish in carp ponds, or as an object of pasture aquaculture.

The purpose and objectives of the research were to analyze the biotechnology of the formation and operation of the repair and breeding herd and commercial *sander lucioperca*, fish and biological features of the development of commercial pike perch in UZV.

Given that the global demand for fishery products is growing every year, the need for sustainable aquaculture can not be overestimated. But at the same time the level of world production of artificially grown *sander lucioperca* is very low compared to other fish species. Research on the nutrition of perch and *sander lucioperca* in particular aims to identify alternative sources of raw materials for feed production and pave the way for better growth and health of fish, thereby reducing costs and ultimately increase the efficiency and profitability of growing commercial products in industrial conditions.

The work is performed on 77 pages, contains 21 figures, 32 tables and 49 literary sources.

Key words: sander lucioperca, ultrasound, commercial cultivation, aquaculture, feeding, planting density.

ЗМІСТ

ВСТУП ……...…..... 7
1 БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*)…… 9
1.1 Вирощування судака в УЗВ, проблеми та перспективи…… 14
1.2 Живлення судака (*Sander lucioperca)*…….. 17
2 БІОТЕХНІКА ФОРМУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ РЕМОНТНО - МАТОЧНОГО СТАДА СУДАКА В УЗВ……. 19
2.1 Температурні та гідрохімічні особливості експлуатації УЗВ під час роботи з посадковим матеріалом судака……... 19
2.2 Біотехніка одержання посадкового матеріалу судака в умовах УЗВ…… 21
2.3 Оцінка ефективності годівлі та життєстійкості молоді судака……. 31
3 БІОТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТОВАРНОГО СУДАКА…….. 38
3.1 Температурний та гідрохімічний режим у промисловому УЗВ…… 38
3.2 Оцінка швидкості зростання судака (*Sander lucioperca)*…….. 42
3.3 Оцінка продуктивної дії штучних кормів під час годівлі судака в умовах УЗВ…… 60
3.4 Щільність посадки судака за умов УЗВ……. 68
4 РИБОВОДНО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИКІВ СУДАКА, ВИРОЩЕНИХ В УМОВАХ УЗВ…… 70
ВИСНОВКИ ……..……..……..……..… 72
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ …….. 73

ВСТУП

Одним із способів підвищення ефективності підприємств аквакультури є освоєння нових об'єктів вирощування чи альтернативне використання традиційних.

Sander lucioperca, велика хижа риба їїмійства окуневих, зазвичай розглядається, в рибоводної науці, як додаткова риба в коропових ставках, або ж, як об'єкт пасовищної аквакультури. *Sander lucioperca* відрізняється хорошим темпом зростання, досить високою пластичністю по відношенню до факторів зовнішньої ери, незважаючи на його вимогливість до чистоти води та вмісту в ній кисню. У природних і вправних водоймах судак є дуже ефективним біологічним меліоратором, що сприяє значному зниженню чиєленети малоцінних видів риб.

Попит на світовому ринку на дієтичну білу рибу зростає, оскільки широкомасштабне формування образу здорового харчування створює в багатьох країнах певний сегмент споживчого ринку рибної продукції. Продукція *sander lucioperca* за величиною оптової вартості досягла рівня, що дозволяє вести рентабельне вирощування навіть в установках із замкнутим циклом водопостачання (УЗВ), незважаючи на високу експлуатаційну витратну складову рибоводного процесу. Зараз судак привертає увагу рибників і з погляду перспективи використання його як об'єкт індустріальної аквакультури.

При вирощуванні товарного *sander lucioperca* постійно піднімаються питання, пов'язані із зменшенням витрат на виробництво та підвищенням економічної ефективності вирощування судака до товарної маси. У той же час, постачання високої якості молоді судака як посадкового матеріалу, як і раніше, є проблемним етапом технологічного процесу товарного вирощування судака для комерційних. У цьому необхідно проведення досліджень та експериментів, вкладених у розробку рибоводно-

биологических нормативів вирощування судака, які забезпечують велику ефективність. При цьому слід враховувати специфіку фізіологічних та біологічних особливостей об'єкта.

Мета роботи полягала у аналізі біотехніки формування та експлуатації ремонтно-маточного стада та товарного судака, рибоводно-біологічних особливостей розвитку товарного судака в УЗВ.

Методики виконання роботи є загальноприйнятими у рибогосподарських дослідженнях.

В ході роботи було розкрито та проаналізовано наступні питання: вирощування судака в УЗВ, проблеми та перспективи, біотехніка одержання посадкового матеріалу судака в умовах УЗВ, оцінка ефективності годівлі та життєстійкості молоді судака, щільність посадки судака за умов УЗВ, рибоводно-біологічних особливостей розвитку товарного судака в УЗВ.

1 БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУДАКА (SANDER LUCIOPERCA)

Sander lucioperca – найбільший представник окуневих [7,8]. Довжина до 500-1300 мм. Маса до 8-12 кг і більше (до 20 кг). Звичайні промислові розміри: довжина 60-70 см і маса 2-4 кг. Середні показники довжини самців і самок судака одного віку не відрізняються, тоді як середня маса, починаючи з шестирічного віку, у самок вища, ніж у самців за рахунок гонад, які в нерестовий період становлять близько 12% від маси тіла (див.рис. 1.1).

Рис. 1.1 – *Sander lucioperca*

Sander lucioperca мешкає в прісній та солонуватій воді. Інстинкт схилу у судака ще недостатньо закріплений у процесі історичного становлення зазначених груп. Про це говорить той факт, що молодь судака, яка на деякий час затрималася в нерестово-виростних господарствах, втрачає інстинкт скату. Багато авторів зазначають, що молодь напівпрохідного судака успішно вирощується у ставкових господарствах та водосховищах [1,6].

Думка, що існувала раніше, про непридатність напівпрохідних форм судака для вселення в прісноводні проточні водосховища в даний час не підтверджується. Успіх приживання судака, мабуть, залежить в цьому випадку більше від стану кормової бази у водосховищі та своєчасності вселення судака, а не від того, до якої «біологічної групи» він належить.

Sander lucioperca поширений у Європі, на заході Азії та у Північній Америці. Природний ареал судака охоплює майже всі великі водні екосистеми Балтійського, Чорного, Каспійського та Аральського морів. Ареал судака значно розширюється з допомогою акліматизаційних робіт.

Тривалість життя самців коротша, ніж самок: у середньому відповідно 6-7 та 8-9 років. Граничний вік 14-18 років.

Швидкість зростання судака в природних водоймах залежно від умов проживання відрізняється досить значно. Житловий судак росте зазвичай дещо повільніше

Вік дозрівання *sander lucioperca* відрізняється залежно від місць його проживання. Зазвичай статевої зрілості досягає у 3-4-річному віці.

Sander lucioperca, як і багато інших риб, наприклад, рибець є рибою, що має широку пристосованість до відкладання ікри в різних умовах на різному субстраті. За відсутності відповідного субстрату, він буває змушений викидати ікру навіть на глинисте дно нерестових ставків (при цьому ікра в масі гине), але це аж ніяк не говорить про байдуже ставлення риби до субстрату [8,11].

Тривалість ембріонального розвитку становить залежно від температури води від 3 до 11 діб. Найсприятливіша температура 12-15°С. Ряд авторів наводить дані про те, що судак переходить на змішане харчування ще за наявності залишків жовтка у жовтковому мішку. Жовтковий мішок помітно зменшується, але жирова крапля зберігається повністю. Перехід до прийому зовнішньої їжі в природних водоймищах часто виявляється неодночасним. Дуже важливо, щоб одночасно із споживанням жовтка, личинка судака мала можливість споживати їжу ззовні. Для цього у

водоймищі має бути достатня кількість відповідних за розміром харчових організмів [8,11].

Спектр, динаміка та інтенсивність живлення судака на різних етапах його розвитку у різних водоймах характеризується різноманітністю, обумовленою специфікою фізико-хімічних та гідробіологічних особливостей проживання, включаючи забезпеченість кормовими об'єктами.

При обліку розмірів і типу організмів, які виявляються в травному тракті судака виділяють два основні періоди у його харчуванні. Перший період пов'язані з початком активного харчування судака. Рання молодь судака харчується планктоном [13].

На початку зовнішнього живлення личинки судака харчуються коловратками, дрібними планктонними ракоподібними (наприклад, босмінами) розміром 0,3-0,4 мм, значно рідше – фітопланктоном.

При досягненні довжини 10 мм, личинки починають харчуватися більшими та калорійними зоопланктонними організмами (дафнії, циклопи та ін.).

Склад їжі молоді *sander lucioperca* залежить від якісного та кількісного стану кормової бази та у різних водоймах може суттєво різнитися.

Другий період у харчуванні *sander lucioperca* пов'язаний з переходом молоді до споживання більших форм різних нижчих ракоподібних, личинок комах та риби. Зі зростанням молоді потреба в зоопланктоні зменшується, і в раціоні судаків з'являються бентосні організми та личинки інших риб [17,21].

На хижий спосіб життя *sander lucioperca* може переходити дуже рано – при довжині тіла 10-14 мм. У середньому це відбувається при довжині 3,5 см (від 1 до 5 см). Успіх переходу на хижне харчування визначається станом кормової бази водойми. Ранній перехід на рибне харчування не є обов'язковим, якщо у водоймі є достатня за чисельністю і доступна за розмірами фауна безхребетних.

Дорослий *sander lucioperca* є типовим хижаком, що харчується головним чином дрібною рибою - снетком, уклей, плотвою, ялинцем,

піскарем, окунем. Велику рибу *sander lucioperca* не в змозі захопити внаслідок малого розміру пащі та горлянки. На відміну від щуки, судак активно полює за своєю здобиччю, уникаючи при цьому ділянок із чагарниками, де він сам (молодь) може стати здобиччю щуки. Глотка у *sander lucioperca* вузька, він не може завдати шкоди великим промисловим рибам, у зв'язку з чим цінується як чудовий біологічний меліоратор і використовується для придушення в рибогосподарських водоймах малоцінних дрібних риб. У *sander lucioperca* виразно виражений як добовий, і сезонний ритм живлення [21].

Інтенсивність харчування личинок *sander lucioperca* в ставках не залишається постійною протягом доби, і залежить від переважання та поведінки тієї чи іншої групи чи виду безхребетних організмів у даній водоймі і, як наслідок, у раціоні молоді *sander lucioperca*.

Незалежно від етапу розвитку, характерною особливістю харчування молоді судака у південній та помірній зонах, є наявність загального, добре вираженого мінімуму в інтервалі часу 4-5 годин ночі. Дорослий судак активно харчується переважно у сутінках - на світанку та ввечері [21].

Що стосується сезонної динаміки інтенсивності харчування, то найактивніше судак харчується з травня до жовтня; взимку та під час нересту харчується слабше. Найчастіше склад їжі неполозрелого і статевозрілого судака не збігається і змінюється залежно від пори року. Судак відноситься до риб з високою вимогливістю щодо терміки водойм у період нересту, розвитку ікри, личинок та молоді. Встановлено, що при поступовому підвищенні температури від 18 до 25°С активність личинок зменшувалася, рухи їх сповільнювалися. При 26°С наступав шок і потім загибель деяких личинок. Шоковий стан всіх піддослідних судаків спостерігався при 30°С, при 32°С спостерігалася їхня загибель.

Раптова пересадка личинок з води з температурою 18 ° С у воду 25-26 ° С викликала у них судомні кругові рухи протягом перших 10-20 секунд і

порушення рівноваги тіла. Потім рівновагу тіла відновлювали і личинки починали повільно плавати [21,24].

Зміна температури від 18 до 30-32 ° С призводила до порушення координації рухів у личинок, внаслідок чого риби спочатку лягали на бік, а потім переверталися вгору черевом і через 40-45 секунд усі гинули. Таким чином, верхня температурна межа для личинок судака, що вилупилися, лежить в межах 30-32°С. Але вже за 26°С активність їх різко зменшується, судаки перебувають у передшоковому стані.

Різке зниження температури в досвіді від 17 до 14 ° С (різниця 3 ° С) вела до короткочасної зміни поведінки личинок - уповільнення рухів, зниження активності. Раптова зміна температури від 17 до 8°С (різниця 9°С) викликала у личинок судоми та настання шоку. Таким чином, нижня летальна температурна межа для личинок судна донського дорівнює 6,0-6,5°С. Різке зниження температури спричиняє загибель личинок при 7-8°С. При температурі 14-23 ° С відхилень від норми у поведінці личинок у віці 1-7 діб не спостерігалося; діапазон температури 14-23 ° С є оптимальним для їх розвитку. Мальки *sander lucioperca* довжиною 12-30 мм нормально розвивалися у водоймах господарства за температури 14-26°С, підвищення температури до 30°С призводило до загибелі молоді [21,24].

Враховуючи вимоги судака до температури, необхідно у водоймах та виростних ємностях для його вирощування не допускати різких змін температури. Глибина (стовп води) впливає на розвиток ікри та молоді судака не безпосередньо, а через низку факторів: температуру, кисень, каламутність тощо. Глибини водойм визначають їх біологічний і гідрологічний режим, залежно від яких судак вибирає місця нересту. Розподіл личинок та молоді судака так само залежить від цих факторів. Тому встановлення оптимальних глибин у нерестових та виростних водоймах при вирощуванні молоді судака набуває першорядного значення. Sander lucioperca добре пристосований до нересту як на малих, так і великих

глибинах. Очевидно, місця його нересту визначаються комплексом екологічних умов [21,24].

Дорослий *sander lucioperca* мешкає в пелагіалі і тримається на різних глибинах, залежно від розподілу їжі, вмісту кисню та температури води.

Концентрація кисню у воді. *Sander lucioperca* вкрай вимогливий до вмісту кисню у воді. Концентрація кисню у воді для ікри судака на різних стадіях розвитку коливається від 0,7 до 0,86 мг/л, для личинок і мальків довжиною 4,7-37,0 мм - 1,37-3,1 мг/л. Sander lucioperca довжиною 10-12 мм найбільш вимогливі до концентрації розчиненого у воді кисню, вони загинули при вмісті, що дорівнює 3,15 мг/л.

Однак, *sander lucioperca* відчуває нестачу кисню значно раніше за настання летального його вмісту у воді. Цей висновок підтверджується спостереженнями у нерестових та виростних ставках. Молодь *sander lucioperca* у водоймах господарства тримається у тих місцях, де вміст кисню у воді коливається від 6,2 до 9,7 мг/л [24].

1.1 Вирощування судака в УЗВ, проблеми та перспективи

На цей час частку світової аквакультури (без водоростей) припадає понад 40 % чи близько 60 млн. т. продукції. Зважаючи на те, що світовий попит на рибну продукцію щороку зростає, необхідність у формуванні стійкої аквакультури не може бути переоцінена. Проте, рівень світової продукції штучно вирощуваного судака дуже низький у порівнянні з іншими видами риб [17,21].

У нашій країні про судаку склалася думка як про рибу, яка мешкає в природному середовищі і пристосована до життя в річках, водосховищах та опріснених ділянках морів. Нині технологію вирощування судака в УЗВ нашій країні розроблено слабо.

У Європі судака вирощують екстенсивними (пасовищна аквакультура), напівінтенсивними та інтенсивними методами. Останні мають на увазі використання установок замкнутого водопостачання, які набули широкого поширення в країнах ЄС. Можливість вирощування судака в умовах замкнутого циклу обумовлена його високими смаковими якостями, гарним темпом зростання, а також зростаючою ціною. Незважаючи на високу експлуатаційну витратну складову рибоводного процесу, продукція судака за величиною оптової вартості досягла рівня, що дозволяє вести рентабельне вирощування цього виду в УЗВ [21].

Наприклад, такі країни як Польща та Чехія, господарства яких у минулому були орієнтовані на ставкове вирощування, останніми роками починають активно займатися вирощуванням судака в УЗВ, що підтверджується низкою досліджень [17].

Лідируюче місце з вирощування судака протягом довгих років займає датське підприємство Aquapri AS (Frederiksvrk, Denmark). Досягнутий ними рівень технологій дозволяє вирощувати від посадкового матеріалу товарну рибу в УЗВ за 15 місяців. Більше того, у 2016 р. компанією було запущено новий завод, потужність якого становить 400-500 т товарної риби щорічно. До 2017 р. вони планують досягти позначки 700 т/рік, що зробить це підприємство з вирощування судака найпотужнішим у світі. Варто зазначити, що потужність одного з найуспішніших голландських підприємств Excellence Fish bv. (Meterik, Netherlands) складає 100 т/рік. Однак, крім товарного вирощування, вони є одними з основних постачальників посадкового матеріалу судака в Західній Європі [21].

Провідна у світі голландська компанія HESY Aquaculture bv, що спеціалізується на проектуванні та будівництві рибоводних ферм, також розробила технологію вирощування судака в УЗВ, проте вона захищена дорогими патентами.

Тим не менш, при вирощуванні судака в індустріальних умовах рибарі все частіше стикаються з низкою проблем.

УЗВ під час роботи з цим видом потребує наявності висококваліфікованого персоналу, забезпечення повного санітарно-мікробіологічного контролю та передових методів очищення води.

Для стабілізації вирощування посадкового матеріалу виникає необхідність виробити надійну імунну систему з підвищеною стійкістю до стресу та зниження смертності на ранніх личинкових та наступних стадіях розвитку судака [17].

Враховуючи коливання попиту та пропозиції на ринку, вирощування судака знаходиться під постійним тиском, постійно порушуються питання щодо зниження витрат виробництва при одночасному підвищенні та підтримці економічної життєздатності та рентабельності виробництва. Варто враховувати, що потенціал штучно вирощеного судака значно нижчий від сукупного попиту в порівнянні з іншими видами риб, отже, виробництво має орієнтуватися на певну нішу на ринку. Постачання обмеженої кількості товарної продукції за високої вартості за кілограм, свого часу, призвело до того, що низка європейських підприємств оголосила себе банкрутами. Для зниження собівартості товарного судака вченими порушуються питання щодо розробки комбінованих методів культивування [8].

В рамках Європейського товариства аквакультури (European Aquaculture Society, EAS) існує тематична спільнота «European Percid Fish Culture», яка активно займається вирішенням вищевикладених проблем шляхом спільних зусиль усіх зацікавлених у цьому секторі сторін, у тому числі науковців, державних установ та приватного сектору. Так як ці проблеми незмінно взаємопов'язані, вони вимагають багатопрофільних та інноваційних підходів до їх вирішення, що охоплюють використання сучасних технологій та новітньої інформації, що одержується з інших суміжних областей, таких як сільське господарство, рибальство, біотехнології та соціальні науки [8].

Відкритим залишається і питання харчування окуневих, на якому дедалі частіше стали акцентувати свою увагу закордонні та вітчизняні вчені.

Перед дослідженнями в галузі харчування окуневих і зокрема судака ставиться завдання визначити альтернативні джерела сировини для виробництва кормів і прокласти шлях для кращого зростання та здоров'я риби, тим самим знизивши собівартість та зрештою збільшити ефективність та рентабельність вирощування товарної продукції в індустріальних умовах [8,11].

1.2 Живлення судака (*sander lucioperca)*

Обмін речовин у риб у штучних умовах повністю залежить від збалансованості, якості і кількості кормів, що задаються. Саме від них залежить швидкість зростання, смертність, кінцева собівартість товарної риби та рівень забруднення води. Тому економічно обґрунтовані, збалансовані за хімічним складом та забезпечують потреби риб комбікорму мають важливе значення для успішного вирощування риби. Риб, що мають потенційні можливості активного біологічного зростання необхідно забезпечити всіма необхідними поживними речовинами [1,6].

Наразі потреба судака в поживних речовинах вивчена слабо. Раніше було проведено кілька досліджень, пов'язаних із харчовими потребами молоді, проте рівень накопичених знань з питань потреб дорослих особин відносно низький, а вид специфічні стартові та продукційні корми досі відсутні. Для розробки необхідно проведення низки досліджень [1,6].

Відомо, що в загальному білку для ранньої молоді судака становить 43-50 %, для пізньої 53-57 %. Найбільш оптимальний вміст жиру в кормі для молоді судака, що підросла, має становити 17 %. У той же час польські вчені, провівши експеримент на ранній молоді, зазначають, що вміст ліпідів у кормі в межах 6-18% ніяк не відбивається на швидкості зростання [11]. Це також дає підставу вважати, що у дорослих особин будуть зовсім інші харчові потреби.

Більшість досліджень з визначення потреб у поживних речовинах засновані на тривалому вивченні ростового та продукційного ефекту при виключенні з дієти різних кількостей певних нутрієнтів, та подальшому їх введенні.

Потреби риб у поживних речовинах обумовлені генетично заданим рівнем обміну та зростання. Так, риби відрізняються від сільськогосподарських тварин високою потребою у білковій їжі, яка склалася історично та пов'язана з їх переважним харчуванням тваринними організмами. Білки відіграють першорядну роль у функціонуванні живої матерії, забезпечують зростання та оновлення тканин, а входячи в імунну систему, вони виконують захисну функцію [21].

Включення до складу корму борошна повністю задовольняє високу потребу в протеїні у хижих риб, зокрема судака. Саме в рибному борошні міститься високий рівень дефіцитних незамінних амінокислот, що визначають нормальне зростання та обмін [11].

2 БІОТЕХНІКА ФОРМУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ РЕМОНТНО - МАТОЧНОГО СТАДА СУДАКА В УЗВ

2.1 Температурні та гідрохімічні особливості експлуатації УЗВ під час роботи з посадковим матеріалом судака

Водневий показник і концентрація розчиненого кисню є найважливішими за силою на зростання риби після температури, абіотичними факторами середовища [6]. Розмір водневого показника pH характеризує концентрацію водневих іонів у воді. Для нормального зростання та розвитку більшості видів риб оптимальне нейтральне (pH 7) або слаболужне середовище. Кисла реакція середовища несприятливо впливає на дихання та обмін речовин у риб, що веде до неповного засвоєння ними їжі, порушення азотистого обміну та уповільнення зростання (див. рис. 2.1).

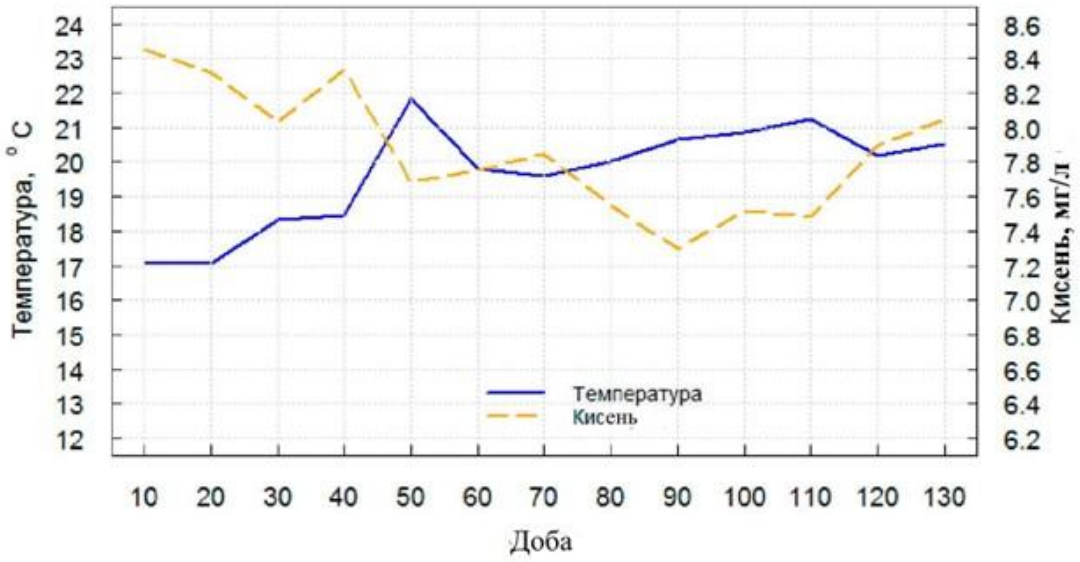


Рис. 2.1 – Динаміка температури та вмісту розчиненого у воді кисню в бассейнах

Зміна температури води спричиняє зміну інтенсивності обміну речовин у риби. З підвищенням температури води потреба риб у кисні збільшується, швидкість його споживання зростає і киснева ємність крові зростає завдяки збільшенню кількості еритроцитів та вмісту гемоглобіну в одному еритроциті. Однак дослідження з форелі показали, що низька температура води на етапі витримування предличинок та початковий період вирощування личинок сприяє більш якісному перебігу органогенезу (див. рис. 2.2).

Значення водневого показника (pH) за час вирощування посадкового матеріалу не перевищували 7,50 та в середньому становили 7,10±0,05. Значення перебували у межах норми 6,5-7,5. Мінімальне значення pH 6,9 відзначалося наприкінці дослідницького періоду. Відомо, що в УЗВ область закислення води – біофільтр. Всі інші вузли (механічний фільтр, дегазатор, басейни) сприяють залуженню води [21,24].

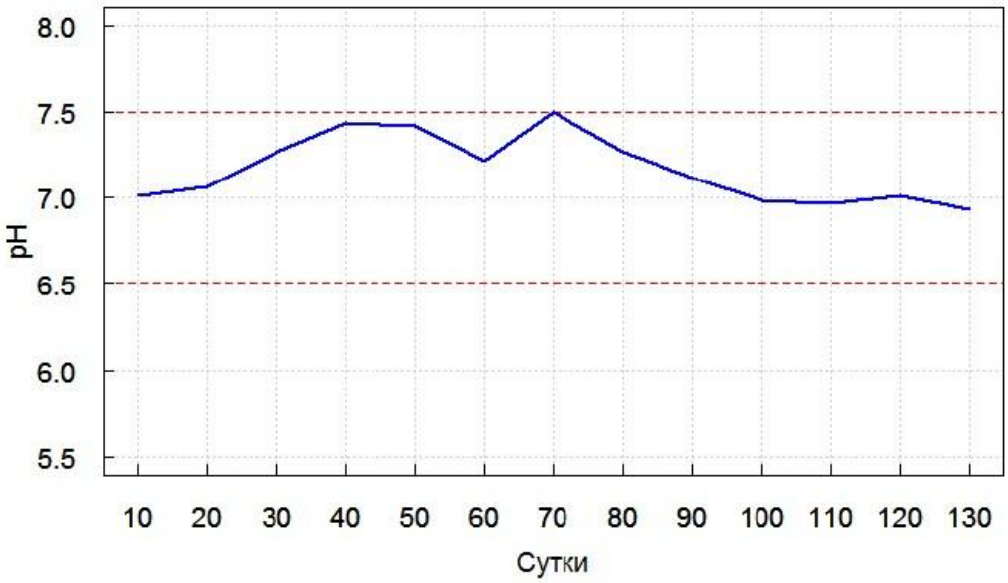


Рис. 2.2 – Динаміка водневого показника води

Концентрація нітритів у воді зберігалася на стабільному рівні 0,10±0,02 мг/л.

Таким чином, можна укласти, що в період робіт з посадковим матеріалом судака гідрохімічні умови в УЗВ були в цілому сприятливими для риби за всіма дослідженими параметрами, за винятком короткого періоду дестабілізації біофільтра по pH, що швидко припинився [21].

2.2 Біотехніка одержання посадкового матеріалу судака в умовах УЗВ

При вирощуванні посадкового матеріалу судака можна виділити два етапи. Вирощування від моменту завершення вилуплення до середньої ваги 3 г; потім сортування риби та вирощування посадкового матеріалу середньою масою 20 г. В рамках особливості швидкості вагового росту та життєстійкості молоді судака розглядався вплив щільності посадки на зріст.

Про зміну маси риб за період вирощування садивного матеріалу судака можна судити за даними таблиці 2.1. Тут і далі дані наведені по шести окремих группах [21]. Абревіатура кожної групи відповідає певній щільності посадки: дуже низька щільність посадки ОНПП (0,0018 кг/м^3 для личинок; 3,6 кг/м^3 для мальків) відповідає 1-й групі, низька щільність посадки НПП (0,0025 кг/м^3; 3,9 кг/м^3) – 2-й групі, середня щільність посадки СПП (0,0035 кг/м^3; 4,2 кг/м^3) – 3-й групі, висока щільність посадки ЗПС (0,0040 кг/м^3; 4,8 кг/м^3) - 4-й групі, дуже висока щільність посадки ОВПП (0,0050 кг/м^3; 5,8 кг/м^3) - 5-й. 6-а група із щільністю посадки 0,0030 кг/^{м3}; 4,5 кг/м^3 була обрана як контрольна група (КПП) [1,6].

За 4 місяці вирощування, найбільшої маси досягли риби 1-ї групи - 27,40 ± 1,02 г. Найменша маса відзначена у риб 5-ї групи - 15,50 ± 0,92 р. Середня маса по всіх групах склала 21, 25±1,58 р. Динаміку зміни маси (за посередніми даними) можна простежити рисунку 2.3.

Таблиця 2.1 – Результати вирощування посадкового матеріалу, маса тіла, г (M±m, n=25)

Доба	Групи					
	1 – ОНПП	2 – НПП	3 – СПП	4 – ВПП	5 – ОВПП	6 – КПП
0	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
30	0,050±0,003	0,050±0,003	0,050±0,002	0,033±0,001	0,028±0,001	0,050±0,003
45	0,40±0,04	0,35±0,05	0,33±0,03	0,25±0,03	0,20±0,02	0,32±0,03
60	0,90±0,04	0,82±0,03	0,78±0,04	0,69±0,03	0,62±0,04	0,76±0,02
75	3,90±0,14	3,30±0,25	2,90±0,10	2,60±0,21	2,10±0,19	2,80±0,17
90	9,80±0,20	8,20±0,31	7,50±0,24	7,00±0,33	5,20±0,40	7,30±0,26
105	22,50±0,35	17,50±0,34	16,20±0,39	15,30±0,47	12,00±0,43	16,00±0,30
120	27,40±1,02	22,50±0,65	21,50±0,57	19,80±0,49	15,50±0,92	20,80±0,62

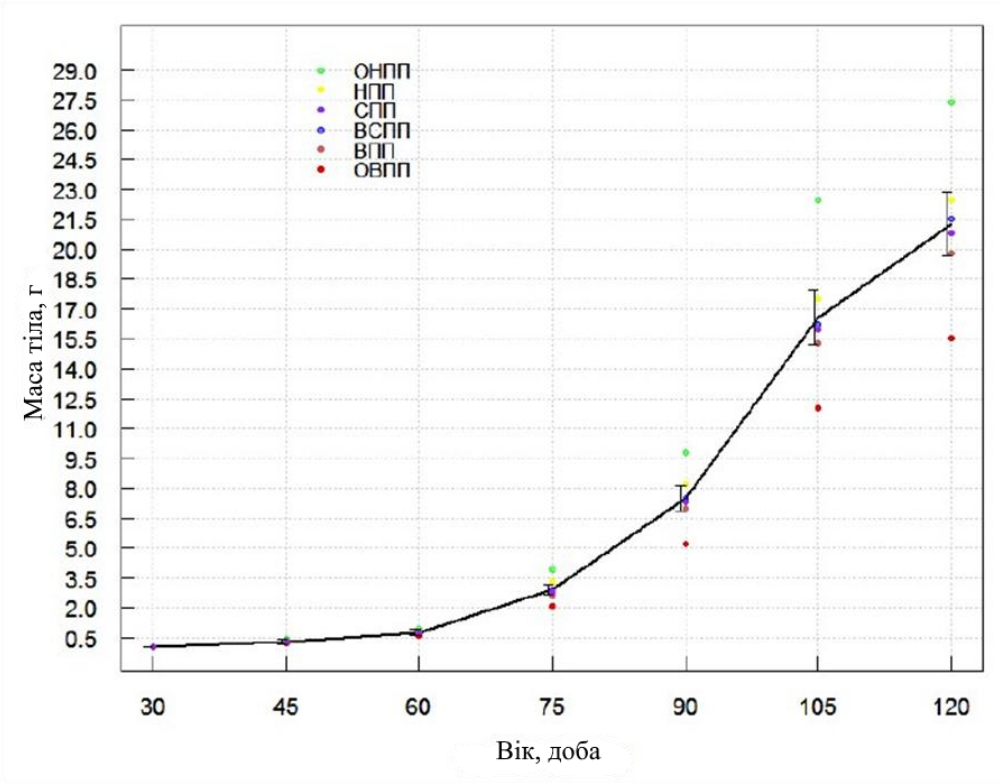


Рис. 2.3 – Вагове зростання молоді судака

У таблиці 2.2 кожної групи наведені все розраховані значення общепродукционного коефіцієнта масонакопичення (Км).

Таблиця 2.2 – Значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення

Доба	Групи					
	1 – ОНПП	2 – НПП	3 - СПП	4 - ВПП	5 - ОВПП	6 - КПП
0-30	0,037	0,037	0,037	0,032	0,031	0,037
30-45	0,074	0,066	0,062	0,050	0,052	0,062
45-60	0,046	0,048	0,048	0,050	0,052	0,046
60-75	0,120	0,110	0,102	0,100	0,086	0,100
75-90	0,114	0,105	0,106	0,106	0,090	0,106
90-105	0,132	0,113	0,116	0,118	0,114	0,118
105-120	0,044	0,050	0,048	0,042	0,040	0,042
120-135	0,026	0,032	0,036	0,034	0,026	0,036

Зміни $К_м$ у кожній дослідженій групі представлені у вигляді гістограми на рисунку 2.4

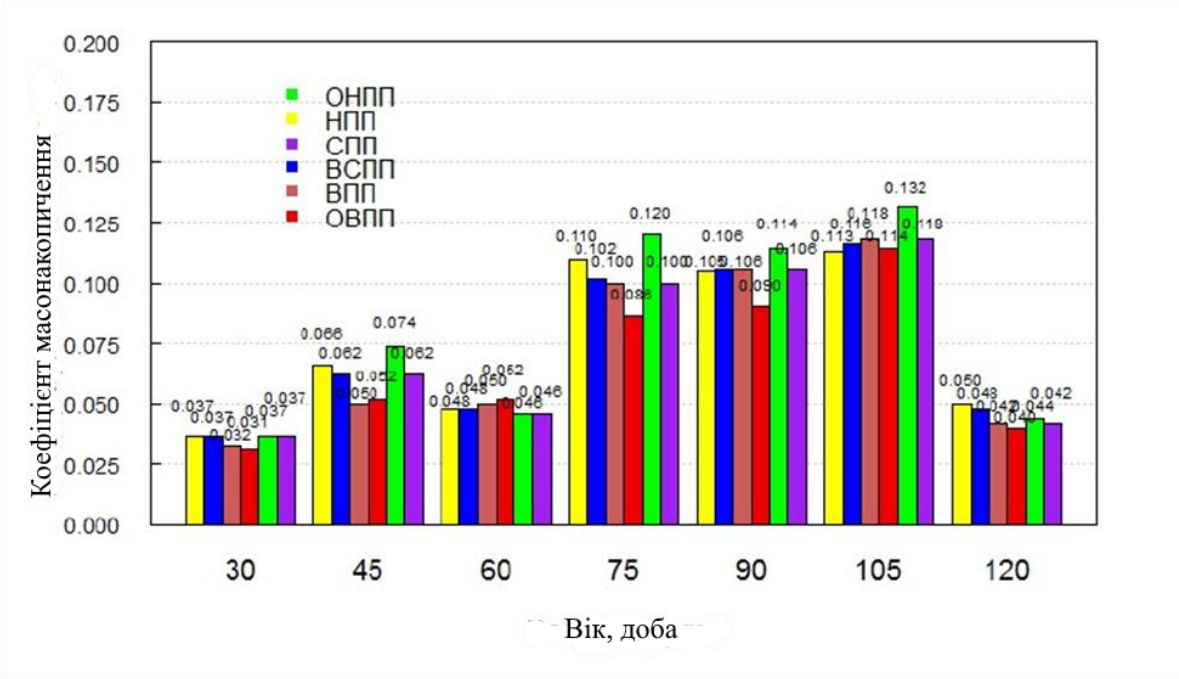


Рис. 2.4 – Динаміка значень загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення судака під час вирощування

Найбільша швидкість зростання молоді судака відзначалася у період 60-105 діб. У середньому у всіх групах наближалася за величиною коефіцієнта масонакопичення до 0,1. Те, що в попередній період, особливо в перший місяць вирощування, величина показника швидкості зростання була істотно нижчою, говорить про те, що організм личинок у цей період зазнає суттєвих якісних перетворень, і більшість обмінної енергії витрачається на процеси, пов'язані з морфофункціональною перебудовою, тобто. з розвитком органів у личинок під час переходу з личинкового етапу розвитку С1 до етапу C_2 [8,11].

Як випливає з рисунку 2.3 та таблиці 2.3, найбільшої маси досягли *sander lucioperca* з дуже низькою щільністю посадки (1-а група ОНПП), а найменшою – з дуже високою (5-а група ОВПП). Наприкінці експерименту (120 добу) практично у всіх груп риб чітко простежувалася залежність кінцевої маси тіла з щільностями посадки.

При температурі 18 ^{0}С швидкість зростання втричі нижча, ніж при 22 ^{0}С та в 1,5 рази, ніж при 20 ^{0}С. Ці дані дають підставу вважати, що досягнуті нами результати з вирощування молоді *sander lucioperca* з дуже низькою щільністю посадки (1-а група ОНПП), а найменшою в перші 4 місяці з початку годівлі риб не відображають можливості реалізації вищої ростової потенції [13,17].

У таблиці 2.3 кожної групи наведені все розраховані значення питомої швидкості зростання.

На етапі вирощування личинок висока питома швидкість зростання зазвичай пов'язана з якістю корму та щільністю посадки.

Найменше значення питомої швидкості зростання на 75 добу вирощування відзначено у 5-й групі - 11,124% на добу, найбільше в 1-й - 11,949% на добу. Така сама тенденція спостерігалася і наступному етапі вирощування при 8,618 і 9,093 %/сут в групах ОВПП і ОНПП відповідно [13,17].

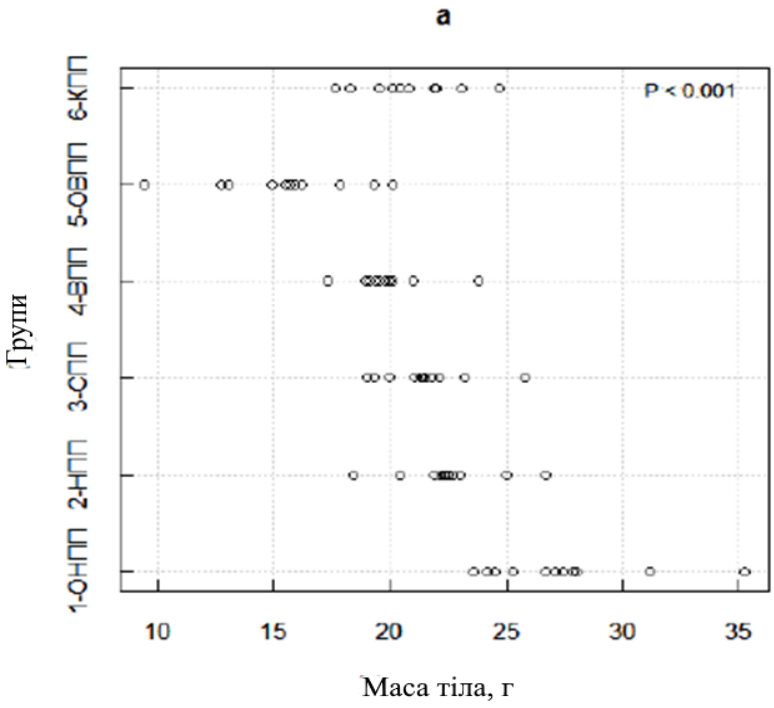
Таблиця 2.3 – Значення питомої швидкості при вирощуванні посадкового матеріалу судака, %/сутки

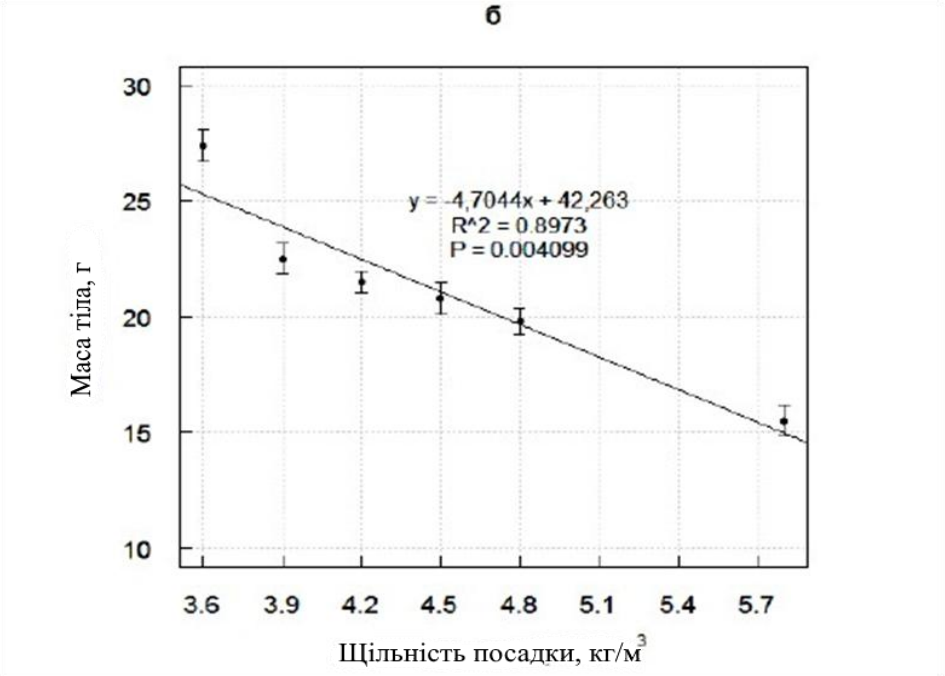
Доба	Групи					
	1 – ОНПП	2 – НПП	3 - СПП	4 - ВПП	5 - ОВПП	6 - КПП
0-75	11,949	11,726	11,554	11,409	11,124	11,507
75-120	9,093	8,929	8,891	8,822	8,618	8,863

Для визначення достовірності відмінностей використовувався метод однофакторного дисперсійного аналізу (One-way ANOVA). Вивчалася дія одного фактора – щільності посадки (з 6-ма рівнями: КПП, ОНПП, НПП, СПП, ВПП, ОВПП) на змінну-відгук – кінцева маса риб. Твердження нульової гіпотези ґрунтувалося на тому, що відмінності між груповими середніми, що спостерігаються, несуттєві і викликані впливом випадкових факторів [21].

На рисунку 2.5 зображено залежність між щільністю посадки та ваговим зростанням при вирощуванні мальків у вигляді одномірної діаграми розсіювання (а) та лінійної регресії (б).

Як видно з рисунку 2.5, групи точок, що відображають експериментальні дані, значно розсунуті вздовж осі абсцис. Для оцінки відмінностей між групами порівнювався розкид групових середніх із розкидом значень усередині груп. Розраховані значення рівня значущості виявилися низькими ($p<0,001$). З досить високим ступенем впевненості можна стверджувати, що щільність посадки впливає на вагове зростання [17,21].





а – одномірна діаграма розсіювання

б – лінійна регресія

Рис. 2.5 – Залежність між ваговим зростанням та щільністю посадки судака

Підтвердженням зроблених висновків є аналіз лінійної регресії, який показав, що існує чітка зворотна залежність між шістьма різними щільностями посадки та ваговим зростанням [17,21].

Дані щодо лінійного та вагового зростання ранньої молоді судака у всіх трьох експериментальних групах представлені в таблицях 2.4 та 2.5.

Таким чином, виживання личинок судака за перші 7 днів підрощування виявилося найбільш високою у варіанті із застосуванням як стартового живого корму суміші коловраток і хлорели [17,21]. Достовірно найбільшою в цьому варіанті виявилася кінцева середня довжина личинок ($p < 0,05$).

Таблиця 2.4 - Середня довжина ранньої молоді судака під час годівлі різними живими кормами

Вік, доба	Середня довжина, мм					
	Вид корму					
	хлорела	CV,%	коловратки	CV,%	коловратки і хлорела	CV,%
0	3,3±0,1	11,2	3,3±0,1	11,2	3,3±0,1	11,2
7	4,9±0,1	15,5	4,9±0,1	16,8	5,2±0,1	12,6

Таблиця 2.5 – Середня маса ранньої молоді судака під час годівлі різними живими кормами

Вік, доба	Середня довжина, мм					
	Вид корму					
	хлорела	CV,%	коловратки	CV,%	коловратки і хлорела	CV,%
0	0,80±0,0,4	27,1	0,80±0,0,4	27,1	0,80±0,0,4	27,1
7	1,44±0,04	20,5	1,38±0,04	24,5	1,46±0,11	24,5

Кінцева середня довжина личинок у випадках з годівлею лише хлорелою і лише коловратками виявилася однаковою. Достовірних відмінностей по середній масі не виявлено. Виживання у варіанті із застосуванням хлорели так само виявилося більшим, ніж у варіанті із застосуванням коловраток.

Цікаво, що судак демонстрував дещо вищу життєстійкість при годівлі хлорелою (малохарактерним для нього в природних умовах кормовим об'єктом), ніж при годівлі коловратками. Така особливість харчування може пояснюватися дрібнішими розмірами хлорели [17,21].

Можливо, за рахунок розмірів, хлорела виявляється більш доступним кормовим об'єктом у перші дні змішаного харчування передличинок. Цим же фактом може пояснюватися і більш інтенсивне зростання і краща виживання личинок судака у варіанті з годуванням коловратками і хлорелою - судак починає харчуватися хлорелою, а згодом, у міру зростання, переходять на харчування більшим об'єктом – коловратками [17,21].

За даними таблиць 2.4 і 2.5, можна рекомендувати як стартовий живий корм для судака коловраток і хлорелу, що задаються спільно.

З восьмої доби після вилуплення личинки повністю перейшли на харчування стартовим штучним кормом "Aller Futura" фракції "00". Слід зазначити, що в нашому випадку молодь успішно перейшла на харчування штучним кормом досить рано (8 добу в порівнянні з 13-15 або навіть 26-27 за даними інших авторів) [17,21].

Температура води було підвищено до 23°С.

Личинок годували через кожні 2 години у світлий час доби. Після останньої годівлі проводили чищення рибоводної ємності від залишків нез'їденого корму. Добові дози корму визначали, використовуючи кілька модифікованих кормових таблиць для молоді форелі.

Добові дози корму та рекомендований розмір крупки наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Добові норми годівлі личинок та мальків судака стартовими комбікормами, % від маси тіла та рекомендований розмір крупки

Маса риби, мг	до 50	50-100	100-200	200-500	500-1500
	25	15	9,0	8,1	6,5
	0,2-0,6	0,2-0,6	0,2-0,6	0,6-1,0	0,6-1,0

Використання виключно штучних кормів при вирощуванні молоді судака призводить до масової загибелі личинок з 12 по 21 день від початку активного живлення через їхню невідповідність харчовим потребам личинок. Виживання личинок за цей період становило 60,3%. Середня довжина личинок віком 15 діб становила 6,29±0,08 мм, середня маса 2,03±0,03 мг. Значення коефіцієнта масонакопичення становило 0,060, відносного середньодобового приросту 4,96% [17,21]. Підрощування личинок віком 8-15 діб подано у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Особливості зростання личинок судака у віці 8-15 діб

Вік, доба	Середня довжина, мм	CV, %	Середня маса, мг	CV, %	Коефіцієнт масонакопичення	Відносний середньодобовий приріст, %
8	5,0±0,1	15,2	1,43±0,02	21,2	-	-
15	6,3±0,1	16,7	2,03±0,03	22,8	0,060	4,96

У віці 16 діб личинки мали середню довжину 6,9±0,09 мм, середню масу 2,35±0,04 мг. Для підвищення життєстійкості личинок рибоводні ємності вносять біостимулятори: аскорбінову кислоту в концентрації 0,5 мг/л і препарат Воке в концентрації 0,25 мл/л. Було сформовано три дослідні групи, одна з яких контрольна. Щільність посадки у рибоводні ємності становила 10 тис. шт./м [21,24].

У таблиці 2.8 представлені дані щодо лінійного зростання личинок судака в досвіді з оцінки впливу біостимуляторів на їх зростання та життєстійкість.

Таблиця 2.8 – Лінійне зростання личинок судака в досвіді з оцінки впливу біостимуляторів на їх зростання і життєстійкість, мм

Вік, доба	Аскорбінова кислота		Препарат Вокс		Контроль	
	Середня маса, мг	CV,%	Середня маса, мг	CV,%	Середня маса, мг	CV,%
16	2,35±0,04	20,7	2,35±0,04	20,7	2,35±0,04	20,7
23	12,90±0,27	15,9	13,20 ±0,32	18,8	10,50±0,32	22,7
29	36,30±0,81	17,3	40,20 ±1,09	20,9	32,10±1,37	24,5

Значення відносного середньодобового приросту для личинок першої групи (аскорбінова кислота) склали у віці 23 діб 13,84%, 29 діб – 9,51%; другий (препарат Вокс) – у віці 23 діб 13,96%, 29 діб – 10,37%; третьої (контроль) – у віці 23 діб 12,69%, 29 діб – 10,11% (таблиця 2.9).

Таблиця 2.9 – Коефіцієнт масо накопичення та відносний середньодобовий приріст личинок судака в досвіді з оцінки впливу біостимуляторів на їх зростання та життєстійкість

Вік, доба	Аскорбінова кислота		Препарат Вокс		Контроль	
	Коефіцієнт накопичення	Відносний середньодобовий приріст, %	Коефіцієнт накопичення	Відносний середньодобовий приріст, %	Коефіцієнт накопичення	Відносний середньодобовий приріст, %
16	0,031	13,84	0,031	13,96	0,026	12,69
23	0,029	9,51	0,033	10,37	0,031	10,11

Внесення біостимуляторів позитивно вплинуло на життєстійкість молоді. Ця обставина підтверджується також роботами інших авторів.

Значення відносного середньодобового приросту та коефіцієнта масонакопичення в кінці експерименту (29 діб) також були максимальними у варіанті з додаванням Вокса. У контрольній групі ці показники виявилися дещо вищими, ніж у групі з додаванням аскорбінової кислоти (очевидно, дія аскорбінової кислоти на зростання більш виражена протягом першого тижня застосування). Ймовірно, препарат Вокс надає переважно ростостимулюючу дію, тоді як для аскорбінової кислоти найбільш характерно позитивний вплив на життєстійкість молоді судака [8,11].

У віці 30 діб від вилуплення спостерігалося посилення канібалізму серед молоді. З метою його зниження проводили сортування личинок на групи, було розріджено щільність посадки та знижено температуру води до 20°С. Враховуючи маленькі розміри личинок судака та високий відхід під час проведення рибоводних маніпуляцій, сортування риб проводили із застосуванням перегородки. Протягом 1-1,5 год відбулося поділ риб на дві розмірні групи. Найбільш дрібні особини сконцентрувалися біля джерела світла.

Щільність посадки молоді у рибоводні ємності становила 1 тис. шт./м. Виживання за цей період дорівнювало 80,4%.

2.3 Оцінка ефективності годівлі та життєстійкості молоді судака

Кормовий коефіцієнт відбиває ефективність перетворення корму на масу тіла. Причини збільшення його значень зазвичай пов'язані з біотичними умовами, такими як переущільнена посадка, якість корму, некоректно встановлені добові дози. При цьому слід враховувати, що відсутність повноцінних стартових кормів стримує розведення судака в умовах

аквакультури, у тому числі отримання якісного посадкового матеріалу для зариблення природних водойм [13,17].

Як стартовий живий корм використовують нуплії артемії. Даний вид зоопланктону часто використовують при вирощуванні личинок риб як у промисловій аквакультурі, і під час проведення експериментів. Як показують дослідження, при годуванні наупліями Artemia salina у личинок судака спостерігаються високі показники виживання та зростання, а склад жирних кислот повністю задовольняє потреби у них риби [17,21].

На 18-ту добу після вилуплення личинок переводять на харчування штучним кормом. Це було обґрунтовано тим, що лише за довжини 17 мм у судака відзначається утворення шлунка та пілоричних придатків. З формуванням шлунка і шлункових залоз у судака з'являється можливість здійснювати процес травлення, властивий дорослим особинам, тобто. спочатку попередня кисла пепсинова обробка білка їжі в шлунку і потім завершення перетравлення лужними протеолитическими ферментами в кишечнику. У зв'язку з новою здатністю засвоювати білкову їжу на цьому етапі зростає можливість адаптації до штучних кормів. Також відомо, що спроби вирощування личинок судака з перших днів харчування на штучних кормах призводять до 100% їх загибелі, а при використанні кормової суміші, склад якої на 50% складається з природного продукту (протерті декапсульовані яйця артемії), виживання не перевищує 4, 3% [13,17].

При вирощуванні посадкового матеріалу для судака кожному етапі було встановлено фіксовані добові дози. При годівлі риб наупліями артемією добова доза корму становила 70% від маси тіла, проте фонова присутність стартового штучного корму була з трьох діб вирощування, що дозволило виробити у личинок позитивну реакцію на запах тла корму [18].

У міру введення до раціону харчування стартового штучного корму добові дози знижувалися і становили: при масі від 0,03 до 0,2 г – 10 %, від 0,3 до 0,9 г – 7 %, від 1 до 10 г – 5 %, від 10 до 20 р – 3-4%.

У таблиці 2.10 кожної групи наведено значення кормового коефіцієнта протягом усього досліджуваний період. Нижчим значенням кормового коефіцієнта (0,5 та 0,68) відповідала щільність посадки личинок 3,5 тис. шт/м^3 (0,0018 кг/м^3), мальків – 1,2 тис. шт/м^3 (3,6 кг /м^3) у групі 1 - ОНПП. Більш високим 1,20 та 1,12 – відповідно 8 тис. шт/м^3 (0,0040 кг/м^3) та 1,6 тис. шт/м^3 (4,8 кг/м^3) у групі 5 - ОВПП (рис. 2.6). Найбільше значення кормового коефіцієнта відзначено у групи риб з дуже високою щільністю посадки (ОВПП), воно становило – 1,2. Найменше значення – 0,5, відзначено для риб у групах ОННП та КПП на початку дослідницького періоду [18].

Таблиц 2.10 – Значення кормового коефіцієнта під час вирощування посадкового матеріалу судака

Доба	Групи					
	1 - ОНПП	2 – НПП	3 - СПП	4 - ВПП	5 - ОВПП	К - СПП
0-30	0,50	0,68	0,68	0,71	0,90	0,50
30-45	1,08	0,88	0,89	0,98	1,00	1,08
45-60	1,12	1,02	1,00	0,98	1,20	1,14
60-75	0,72	0,78	0,80	0,80	0,94	0,81
75-90	0,68	0,75	0,72	0,70	0,72	0,75
90-105	0,67	0,75	0,75	0,72	0,75	0,74

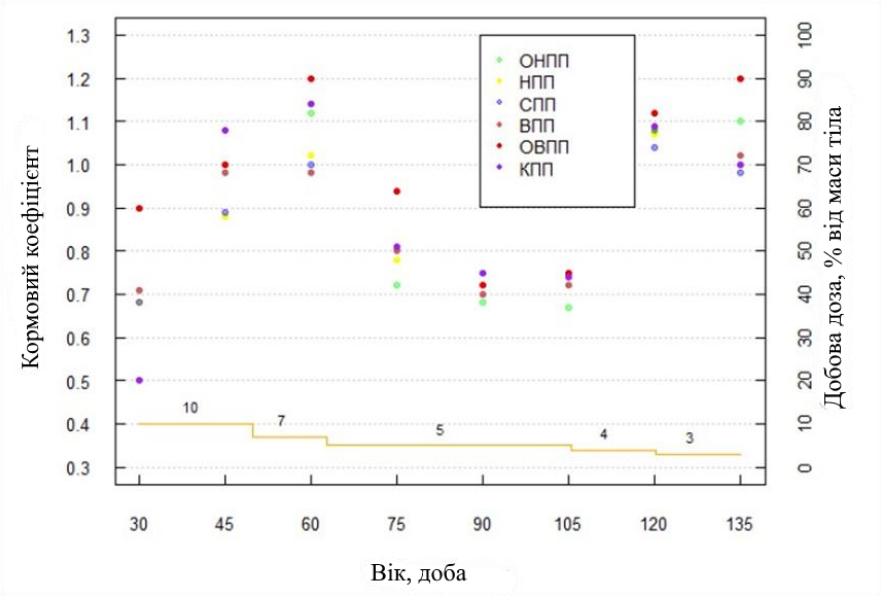


Рис. 2.6 – Динаміка значень кормового коефіцієнта під час вирощування судака

Низькі значення кормового коефіцієнта розрахованого для стартового корму (знижувалися до 0,5) першого місяця вирощування личинок пов'язані з високою часткою в раціоні науплій артемій.

У наступні місяці вирощування посадкового матеріалу годування здійснювалося кормами Aller ArtEx та Aller Futura. Так, на мальковому етапі, найменше значення кормового коефіцієнта відзначено при добових дозах 5% від маси тіла (75-105 добу) [24,29].

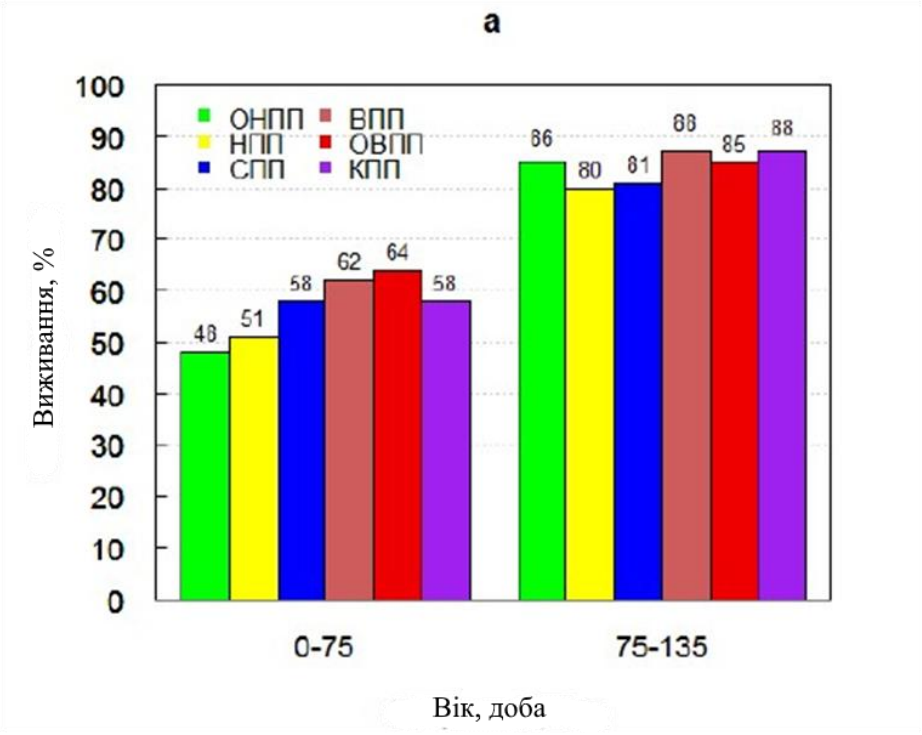
Темп зростання та виживання риб значною мірою визначаються особливостями харчування (режимом та способом годування) та складом комбікорму, зокрема його фізико-хімічними характеристиками. Добові норми годівлі є економічно вигідними [24,29]..

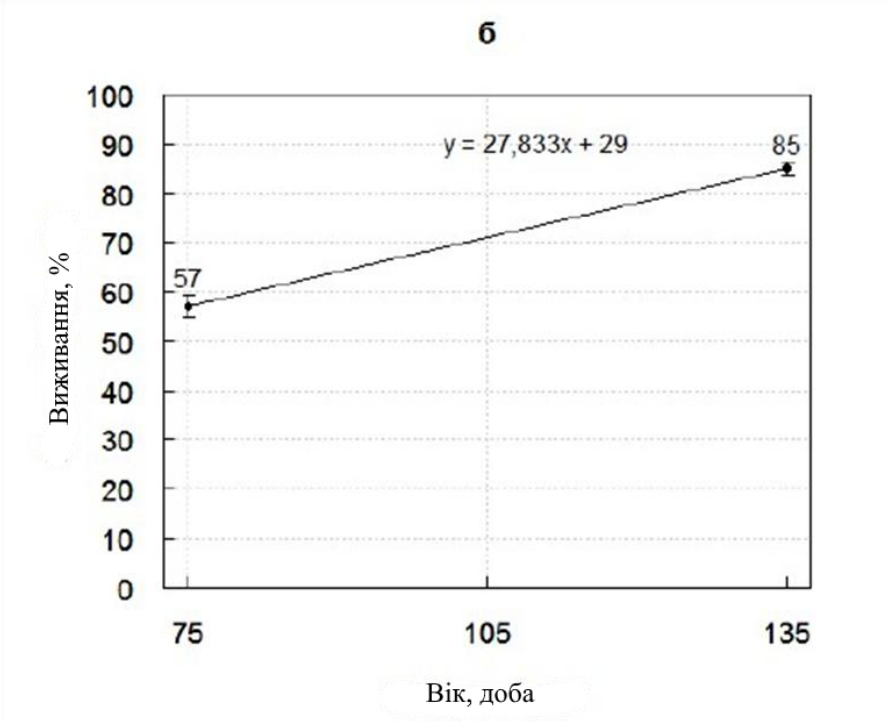
Виживання предличинок і личинок судака визначається наявністю оптимальних абіотичних та біотичних показників довкілля.

Виживання молоді у перші 2,5 місяці вирощування (0-75 добу) у середньому становило 57 %. Мінімальне значення цього біотехнічного показника у риб було виявлено у 5 – ОНПП групи – 48 %, максимальне у 4 – ОВПП – 64 %. У наступні два місяці виживання судака досягла рівня 85%: від 80,7 до першої групи НПП до 88% у групах 4 – ОВПП та 6 – СПП (рис. 2.7 – а).

Слід зазначити, що виживання посадкового матеріалу закономірно зростає з віком (рис. 2.7 - б). А висока життєстійкість у період з 75-135 діб є показником досить успішної адаптації молоді до специфічних умов вирощування в УЗВ.

Виживання ранньої молоді судака від одноденних передличинок до віку 76 діб становило 41,8 %, при цьому на ранніх етапах годування личинок проводилося коловратками та хлорелою [24,29]..





а – в період вирощування

б - зміна виживання у процесі зростання

Рис. 2.7 – Виживання молоді судака

Виживання при годівлі личинок судака наупліями артемії в перші два тижні і з наступним переведенням їх на штучні корми на 45 день в середньому становила від 48,7 до 56,5%, а при годівлі личинок судака штучними кормами, у складі яких були гідролізат рибного борошна і фосфоліпіди виживання риби становило 33-36,6%. У цьому перші шість днів личинок містили живих кормах (науплії артемії) [24,29].

За даними польських вчених, при вирощуванні личинок судака протягом 39 діб при щільності посадки 6 шт/л можна виростити молодь середньою масою 0,64 г. Основною причиною низьких показників швидкості зростання, очевидно, став температурний режим, де аж до 40 діб вирощування значення температури води не перевищували 20 ^{0}С, коливаючись в межах 17,1-18,5 ^{0}С.

На підставі вищевикладеного варто підкреслити, що на темпи зростання личинок судака за однакових умов годівлі впливають такі фактори, як температура води і щільність посадки.

Підтримання температури води на рівні 18 ^{0}С на ранніх етапах викликає суттєве зниження швидкості зростання, в той же час збільшення щільності посадки, особливо на третьому тижні підрощування, веде до зниження індивідуального темпу росту риб [24,29]..

Одним із складних моментів при вирощуванні посадкового матеріалу судака є етап, пов'язаний із початком екзогенного харчування у личинок, де у зв'язку з обмеженими можливостями їх травлення при годівлі повинні використовуватися тільки живі корми [24,29].

Розмір рота та діаметр стравоходу у личинки визначають розмір її видобутку. Так, судак здатний ковтати артемії вже з першого годування.

В таблиці 2.11 представлено рибоводно-біологічні нормативи вирощування посадкового матеріалу судака в УЗВ [24,29].

Таблиця 2.11 – Рибоводно-біологічні нормативи вирощування посадкового матеріалу судака в УЗВ

Показник	Значення
Витримування передличинок, підрощування личинок, вирощування мальків до 1 г	
Температура води, ^{0}С	20-24 (допустима 18-20)
Вміст розчиненого у воді кисню, мг/л	6-7
Водневий показник (pH)	6,5-7,5
Вміст нітритів (NO_2), мг/л	не більше 0,2
Вміст нітратів (NO_3), мг/л	не більш 50
Об'єм басейну, м^3	0,1-0,2
Водообмін у басейнах, раз/год	1
Солоність, ‰	0
Освітленість, лк	50
Щільність посадки, шт/м^3	5000-10000
Добова доза, % від маси тіла Годівля наупліями артемії при масі риби, г 0,0005 – 0,005 Годівля штучними стартовими кормами при масі риби, г 0,002 – 0,02 0,02 – 1 Частка науплій артемій, %	70 10 7 5-10
Виживання, %	40-50
Вирощування посадкового матеріалу судака до маси 20 г	
Температура води, ^{0}С	22-24
Вміст розчиненого у воді кисню, мг/л	7-8
Водневий показник (pH)	6,5-7,5
Вміст нітритів (NO_2), мг/л	не більш 0,2
Вміст нітратів (NO_3), мг/л	не більш 60
Об'єм басейну, м^3	0,2-0,4
Водообмін у басейнах, раз/год	1
Солоність, ‰	0
Щільність посадки, шт/м^3	1200-1500
Добова доза, % від маси тіла Годівля штучними стартовими кормами при масі риби, г 0,002 – 0,02	5-5,5 3-4
Виживання, %	90-95

3 БІОТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТОВАРНОГО СУДАКА

3.1 Температурний та гідрохімічний режим у промисловому УЗВ

На рисунку 3.1 наведено значення температури води та вмісту розчиненого кисню за період вирощування товарного судака в УЗВ [29].

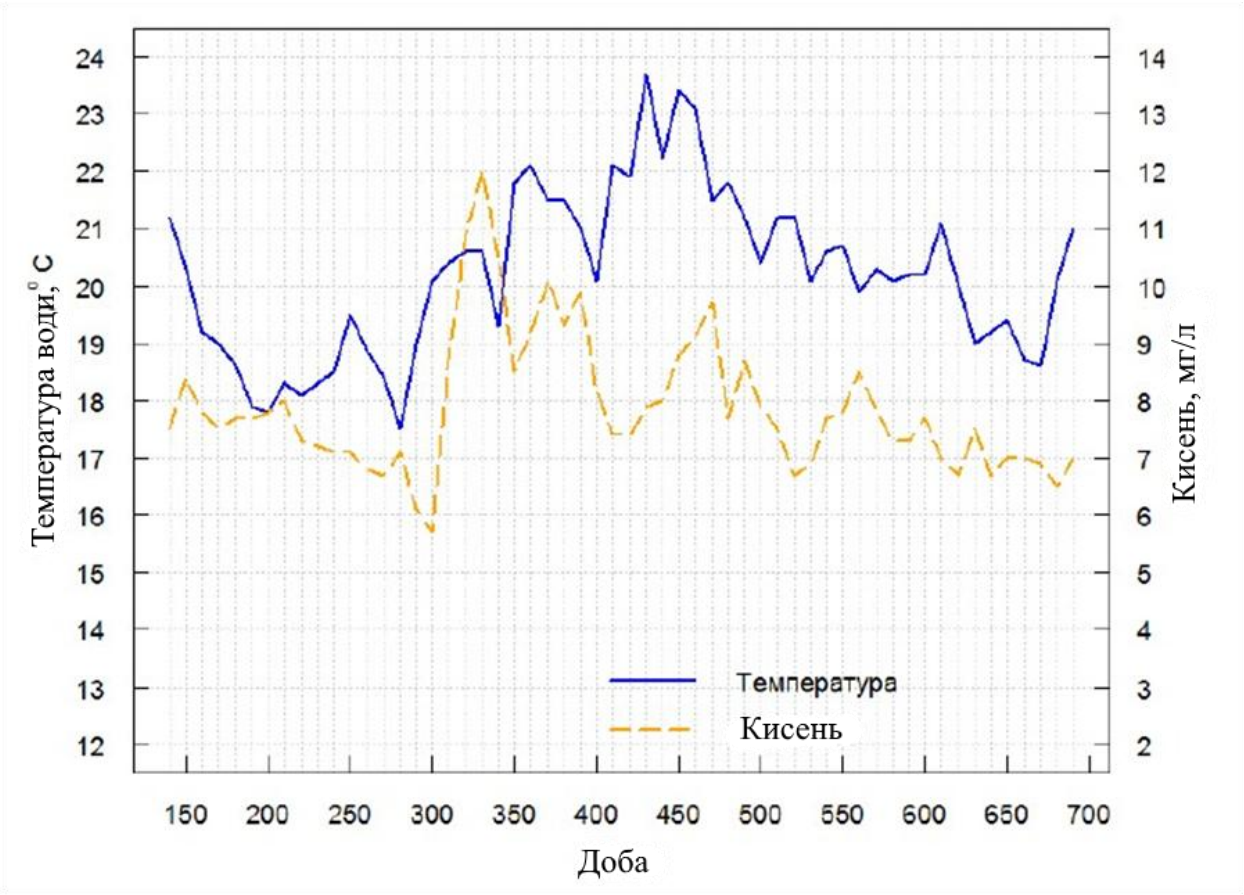


Рис. 3.1 - Динаміка температури та вмісту розчиненого у воді кисню в басейнах УЗВ

Температура води у басейнах промислової УЗВ більшість періоду підтримувалася лише на рівні 20-22 ^{0}С. Середнє значення за весь період становило – 20,2±0,1 0С, що є допустимою нормою для вирощування судака.

Оскільки, підтримка необхідної вирощування судака температури води, в холодний період року, здійснювалося з допомогою обігріву приміщення цеху, відзначалося її короткочасне зниження до 17,5-19 ^{0}С на проміжок між 200 і 280 сутками вирощування [24,29].

Надалі температура води змінювалася незначно, таким чином, створюючи загалом сприятливі умови протягом усього періоду вирощування. Максимальна температура становила 23,6 ^{0}С.

Дані теплового балансу у промислової УЗВ відбито малюнку 3.2. Тут враховується сума градусоднів за кожен місяць. Зниження місячного теплового балансу доходило максимум до 512 градусів, підвищення - до 704 градусів [24,29].

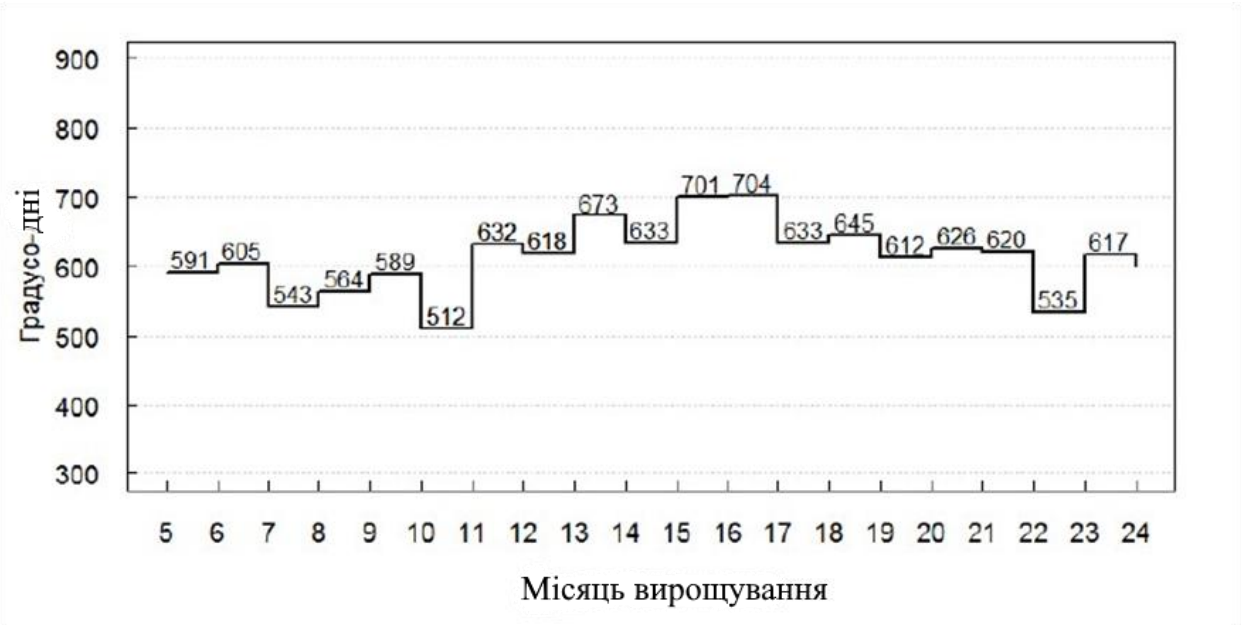


Рис. 3.2 - Сума градусо-дні при вирощуванні судака в умовах промислової УЗВ

Концентрація кисню у воді рибоводних ємностей промислового ПЗВ у середньому за період вирощування дорівнювала 7,9±0,1 мг/л. Максимальне значення концентрації кисню за період вирощування становило 12,0 мг/л, а мінімальне – 5,7 мг/л.

Незначне зниження вмісту кисню у воді до 5,7 та подальше підвищення його до 12,0 мг/л пов'язане з підключенням та налаштуванням кисневої установки у цей період [24].

Зниження вмісту розчиненого у воді кисню з 12,0 мг/л до 7,77 мг/л (330-350 добу) можна пояснити тим, що в ці дні було проведено сортування риби. У зв'язку зі стресом після пересадки - риба почала посилено споживати кисень, що й позначилося на його утриманні у воді [21].

Коливання концентрації кисню були незначними. Значення цього показника у воді знаходилася на рівні оптимальних для судака, вміст кисню не опускався нижче 80-100% насичення, що відповідає потребі організму риб у кисні.

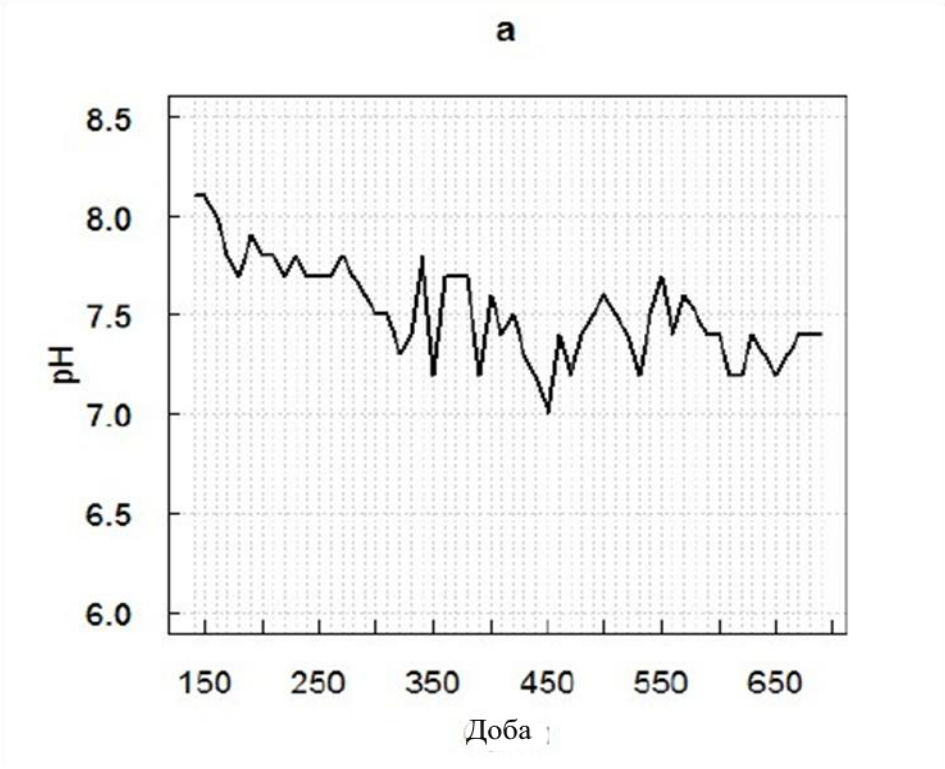
Значення водневого показника (pH) за час вирощування товарного судака також відповідали нормі. Середнє значення водневого показника становило 7,58±0,02. Максимальне значення pH було відзначено на початку дослідницького періоду – 8,10, мінімальне 7,00.

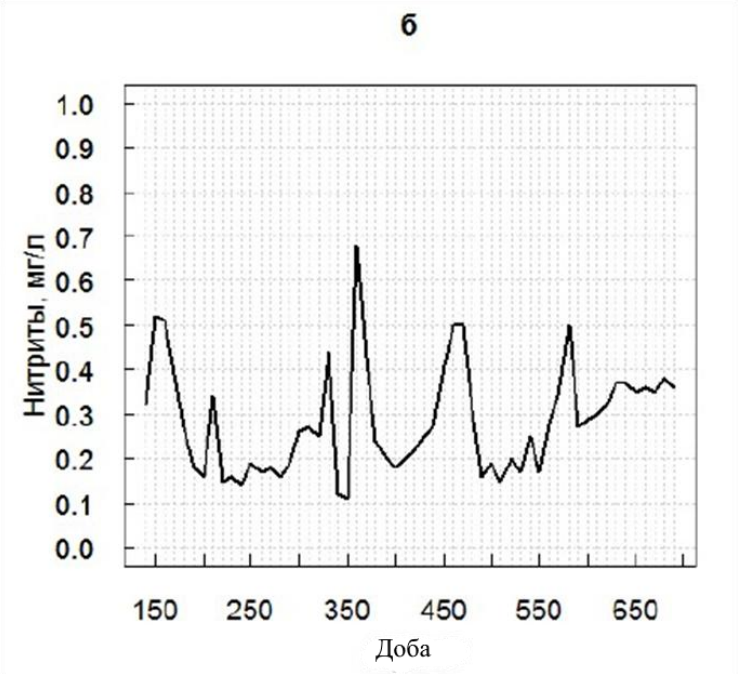
Концентрація нітритів у воді в рибоводних ємностях промислового ПЗВ у середньому за період вирощування склала 0,28±0,02 мг/л. Максимальне значення концентрації нітритів протягом періоду дорівнювало 0,68 мг/л, мінімальне – 0,11 мг/л [29].

Динаміка водневого показника (а) та концентрації нітритів (б) у воді УЗВ представлена на рисунку 3.3.

Підвищення концентрації нітритів на початку досліджень (140-170 добу) пов'язане з великим навантаженням біомаси риби на біофільтри під час їх запуску. Підвищення концентрації нітритів на 350-360 і 450-460 добу пов'язане з сортуванням риби в ці дні і з подальшою зміною добових доз

годівлі та знаходженням оптимальної дози, що повністю поїдається рибою [24,29].





а - динаміка водневого показника

б - концентрації нітритів

Рис. 3.3 – Значення гідрохімічних показників в УЗВ

Слід зазначити, що стресовий вплив на судака здатний на 3-5 діб і більше порушити харчову поведінку риб, що проявляється у повному чи частковому поїданні розрахункової дози корму.

3.2 Оцінка швидкості зростання судака (*sander lucioperca)*

Оцінку швидкості зростання судака здійснювали на основі контрольних облов, що щомісяця проводяться, з подальшим розрахунком величин загального продукційного коефіцієнта масонакопичення і відносного середньодобового приросту [17,21]. При вирощуванні судака використовували сутінковий режим освітленості з огляду на його біологічні особливості. Середня маса риб на момент першого контрольного облову склала 23,98 ± 2,47 р. Як і в попередньому розділі, дані наведені за окремими групами, кожна з яких має свою щільність посадки. У першої групи була низька щільність посадки НВП - 100 шт/м^3 (2,0 кг/м^3); у другий - середня за величиною щільність посадки СПП - 225 шт/м^3 (4,5 кг/м^3); у третьої - висока щільність посадки ЗПС - 285 шт/м^3 (5,7 кг/м3); остання група була контрольною КПП із щільністю посадки 250 шт/м^3 (5,0 кг/м3).

У таблиці 3.1 та малюнку 3.4 представлені результати вирощування судака за 4 місяці (150-240 добу)

Таблица 3.1 – Изменения массы судака на 1-м этапе товарного выращивания, г (M±m, n=25)

Доба вирощування	Групи			
	1 - НПП	2 - СПП	3 - ВПП	4 - КПП
150	20,50±0,47	30,00±0,40	24,00±0,70	24,00±0,59
180	36,00±0,68	47,00±0,52	37,00±0,88	41,00±0,66
210	53,30±1,02	68,55±0,69	52,60±0,97	52,50±0,83
240	74,50±1,31	87,10±0,53	56,80±1,09	66,70±0,95

При годівлі личинок судака наупліями артемії необхідно забезпечити приріст маси до 0,005 г (вік 15-20 діб) при добовій дозі 70% від маси тіла, і лише потім переводити їх на годування штучним стартовим кормом. Діаметр порошкоподібних кормових частинок на даному етапі має бути в межах 0,05-0,15 мм, добова доза не повинна перевищувати 10% [24,29]. Для автоматизації годівлі оптимальним є використання автоматичних кормороздавачів. При досягненні мальками маси 02-04 г (вік 30-45 діб) можна переводити їх на корм більшого розміру (01-05 мм), а добову дозу поступово знижувати.

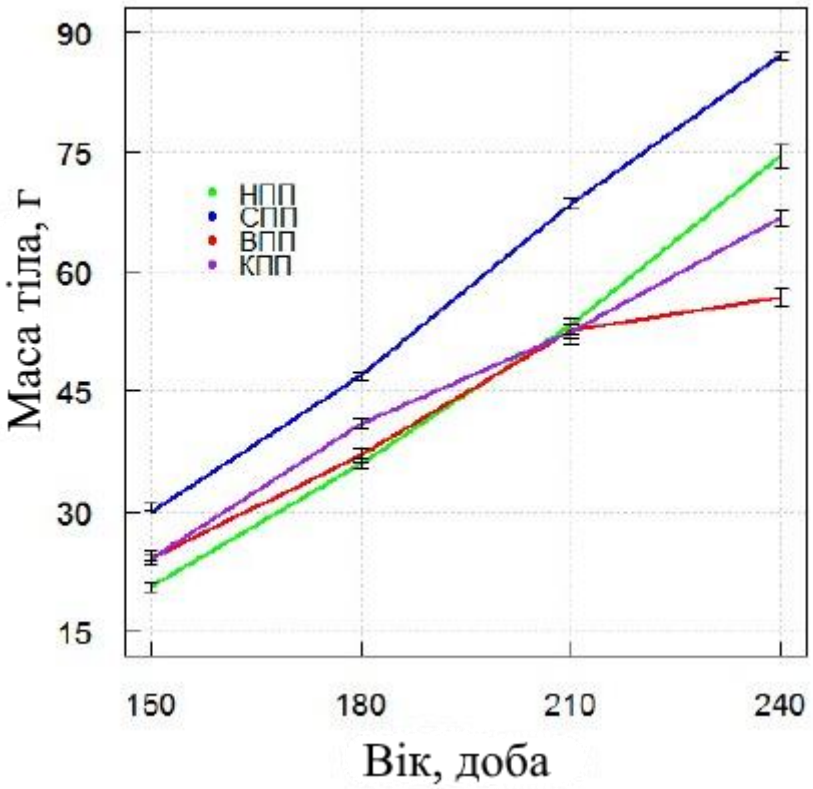


Рис. 3.4 – Зміна маси тіла судака на 1-му етапі товарного вирощування, 150-240 добу

За 4 місяці вирощування найбільшої маси тіла досягли риби 2-ї групи – 87,10±0,44 г. Найменша маса відзначена у риб 3-ї групи – 56,80±1,09 г. Середня маса по всіх групах склала 71 28±6,40 г.

У риб групи НПП початкова маса тіла була нижчою, ніж в інших групах, проте показово, що на кінець даного етапу кінцева маса риб склала 74,50±1,31 г і дещо перевищила значення середньої маси риб груп ВПП та КПП, де щільність посадки була у 2-3 рази більша [17,29].

У таблиці 3.2 для кожної групи риб наведені розраховані значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення.

Таблиця 3.2 – Значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення на 1-му етапі товарного вирощування судака

Доба вирощування	Групи			
	1 - ОНПП	2 - НПП	3 - СПП	4 - ВПП
150-180	0,056	0,050	0,045	0,056
180-210	0,046	0,048	0,041	0,030
210-240	0,044	0,034	0,010	0,031

У таблиці 3.3 кожної групи наведені розраховані значення питомої швидкості зростання.

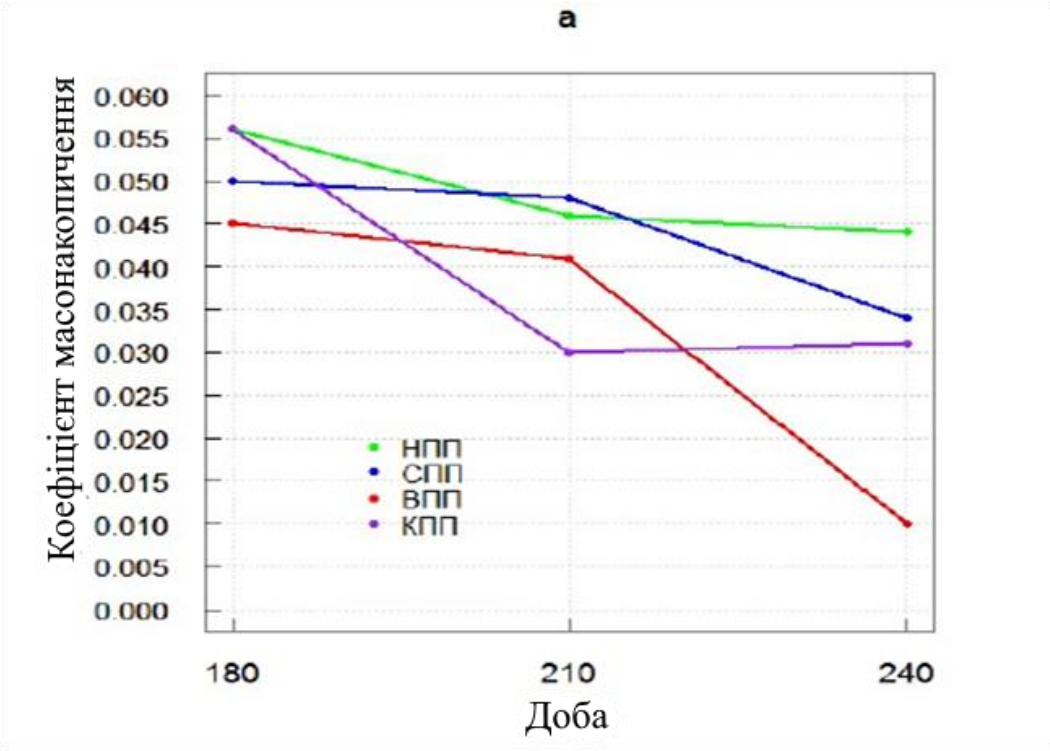
Таблица 3.3 – Значення питомої швидкості зростання судака на 1-му етапі товарного вирощування, %/добу

Доба вирощування	Групи			
	1 - ОНПП	2 - НПП	3 - СПП	4 - ВПП
150-180	1,88	1,50	1,44	1,79
180-210	1,31	1,26	1,17	0,82
210-240	1,12	0,80	0,26	0,80

Динаміка значень коефіцієнта масонакопичення (а) та питомої швидкості зростання (б) відображена на рисунку 3.5.

Найбільше значення коефіцієнта масонакопичення групи НПП і КПП на початку дослідницького періоду (0,056), а найменше зафіксовано групи з високою щільністю посадки ЗПС (0,010) наприкінці етапу.

Максимальне значення питомої швидкості зростання відмічено в групі НВП (1,88% на добу), мінімальне в групі ЗПС (0,26% на добу) [24,29].



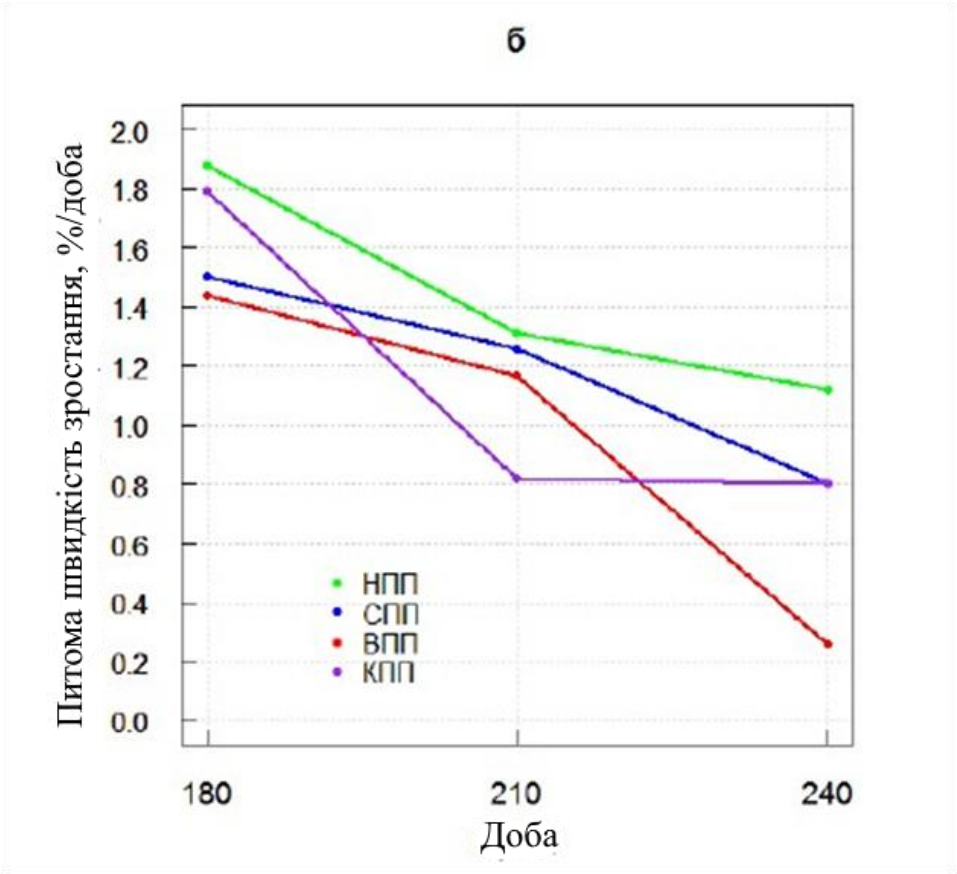


Рис. 3.5 – Динаміка показників швидкості зростання судака на 180-240 добу вирощування

Даний етап вирощування судака в промисловій УЗВ, при відносно низькій температурі води (в середньому 18,1±0,1 оС), що, ймовірно, вплинуло на зниження швидкості зростання. Температура води – провідний чинник середовища, визначальний швидкість всіх життєвих процесів у риби, включаючи зростання.

Особливо це проявилося у третій групі, де було відзначено найменше значення коефіцієнта масонакопичення – 0,010. Це підтвердилося під час проведення кореляційного аналізу, де було виявлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між значеннями Км та температурою води (0,97±0,23 при $p<0,05$) [24,29]. У той же час, такі фактори як концентрація нітритів і

розчиненого у воді кисню на даному етапі не вплинули на швидкість росту риб.

Зміна маси риб на 2-му етапі вирощування товарного судака після сортування на три розмірні групи в період з початку січня по квітень 2012 р. (240-330 добу вирощування) представлена у таблиці 3.4 та на рисунку 3.6 Тут і далі, кожній розмірній групі відповідає наступна абревіатура: М – дрібні (середня маса 48 г, щільність посадки 6,7 кг/м^3), С – середні (середня маса 77 г, щільність посадки 14,6 кг/м^3) та К – великі (середня маса 89 г, густина посадки 11,6 кг/м^3) [29].

Таблиця 3.4 – Зміна маси тіла судака на 2-му етапі товарного вирощування, г (M±m, n=25)

Доба вирощування	Розмірні групи		
	1 – М	2 - С	3 - К
240	48,00±0,68	77,00±0,95	89,00±1,02
270	82,50±1,05	106,70±1,24	136,70±1,25
300	97,30±1,33	116,00±1,60	159,00±1,62
330	110,00±1,46	126,00±1,70	174,00±2,01

У таблиці 3.5 кожної групи наведені розраховані значення общепродукционного коефіцієнта масонакопичення. Максимальне значення загального продукційного коефіцієнта масонакопичення (0,072) було відзначено у січні у розмірній групі М. Мінімальне значення (0,013) – відзначено наприкінці березня 2012 р. (300 добу) у розмірній групі С.

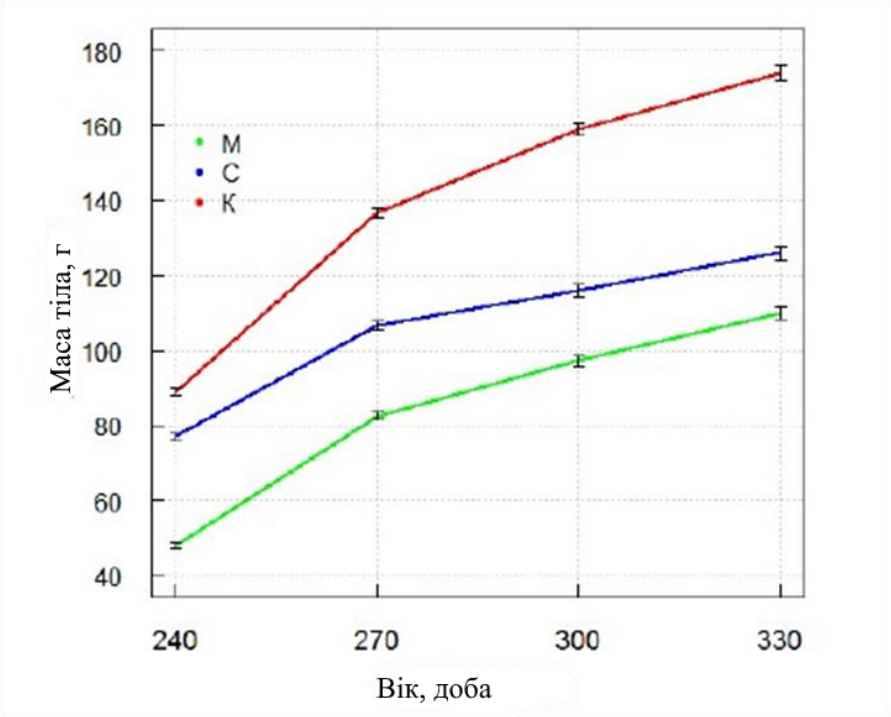


Рис. 3.6 – Зміни маси тіла судака на 2-му етапі товарного вирощування, 240-330 добу

Таблиця 3.5 – Значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення на 2-му етапі вирощування судака

Доба вирощування	Розмірні групи		
	1 – М	2 - С	3 - К
240-270	0,072	0,049	0,068
270-300	0,024	0,013	0,027
300-330	0,020	0,014	0,016

Дрібну розмірну групу не можна охарактеризувати, як відстає у зростанні, т.к. це відставання був викликано хворобою чи порушенням фізіологічного стану. Помістивши рибу в басейни при відносно «розрядженій» щільності посадки 140 шт/м3 (6,7 кг/м3) після 4 місяців відзначили відсутність негативного впливу вихідної маси на зростання, що підтверджується високими значеннями коефіцієнта масонакопичення (0,072)

порівняно із середньою та великою розмірною групою. У риб середньої групи, навпаки, відзначали нижчі показники швидкості зростання (коефіцієнт масонакопичення 0,049), при цьому щільність посадки в цій групі була найвищою 190 шт/м^3 (14,6 кг/м^3). У великій групі значення коефіцієнта першого місяця вирощування було проміжне (0,068) [24,29].

У наступні два місяці відзначали подібну динаміку показника. Швидкість зростання знижувалася у групах М і К. У групі З вона була стабільніша, але на рівні нижчих значень.

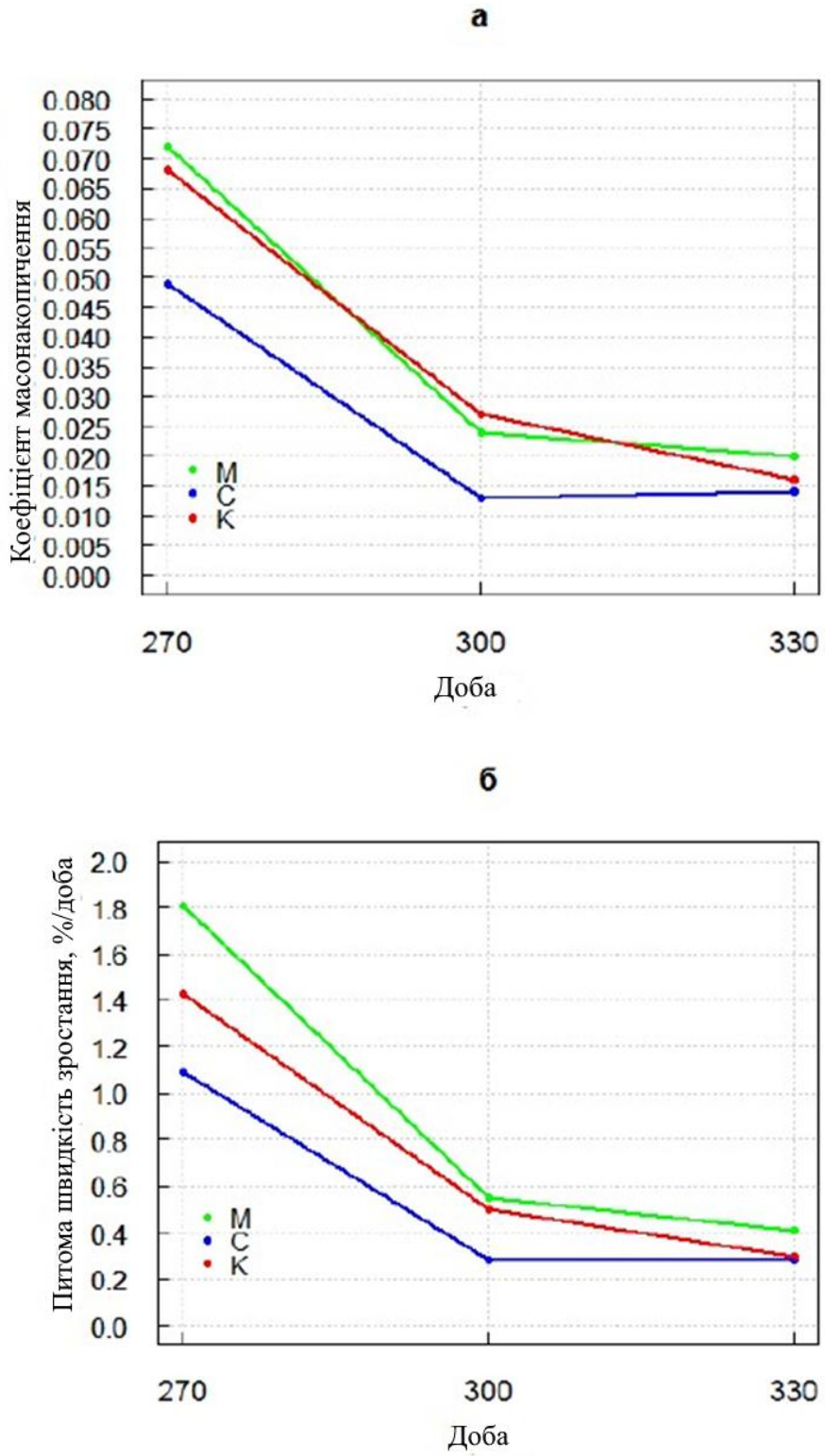
У таблиці 3.6 кожної групи наведені розраховані значення питомої швидкості зростання.

Таблиця 3.6 – Значення питомої швидкості зростання на 2-му етапі товарного вирощування судака, %/добу

Доба вирощування	Розмірні групи		
	1 – М	2 - С	3 - К
240-270	1,81	1,09	1,43
270-300	0,55	0,28	0,50
300-330	0,41	0,28	0,30

Динаміка цього показника схожа на значення Км. Так, максимальне значення питомої швидкості зростання (1,81% на добу) відзначено у січні-варі у розмірній групі М. Мінімальне значення (0,028% на добу) відзначено на 300 добу вирощування у розмірній групі середні (С).

Динаміка значень коефіцієнта масонакопичення (а) та питомої швидкості зростання (б) відображена на рисунку 3.7.



а - коефіцієнт масонакопичення

б – питома швидкість зростання

Рис. 3.7 – Динаміка показників швидкості зростання судака на 270-330 добу вирощування

Зміна маси риб на 3-му етапі вирощування товарного судака, після сортування на чотири розмірні групи: М (дрібні, щільність посадки 3 кг/м^3), С (середні, щільність посадки 17,6 кг/м^3), К (великі, щільність посадки 20,4 кг/м^3), ОК (дуже великі, щільність посадки 16 кг/м^3) у період із квітня по серпень 2012 р. (330-450 добу) представлено у таблиці 3.7 та на рисунку 3.8.

Таблиця 3.7 – Зміни маси тіла судака на 3-му етапі товарного вирощування, г (M±m, n=25)

Доба вирощування	Розмірні групи			
	1 – М	2 - С	3 – К	4 - ОК
330	59,40±0,55	94,90±0,80	127,60±1,45	178,80±2,05
360	71,90±0,70	103,70±1,70	141,10±1,60	185,40±2,17
390	110,60±1,20 *	113,50±1,65	204,50±2,00	211,30±2,44
420	-	173,00±1,83	215,00±2,80	221,00±2,90
450	-	216,00±2,40	277,00±4,20	333,00±5,03

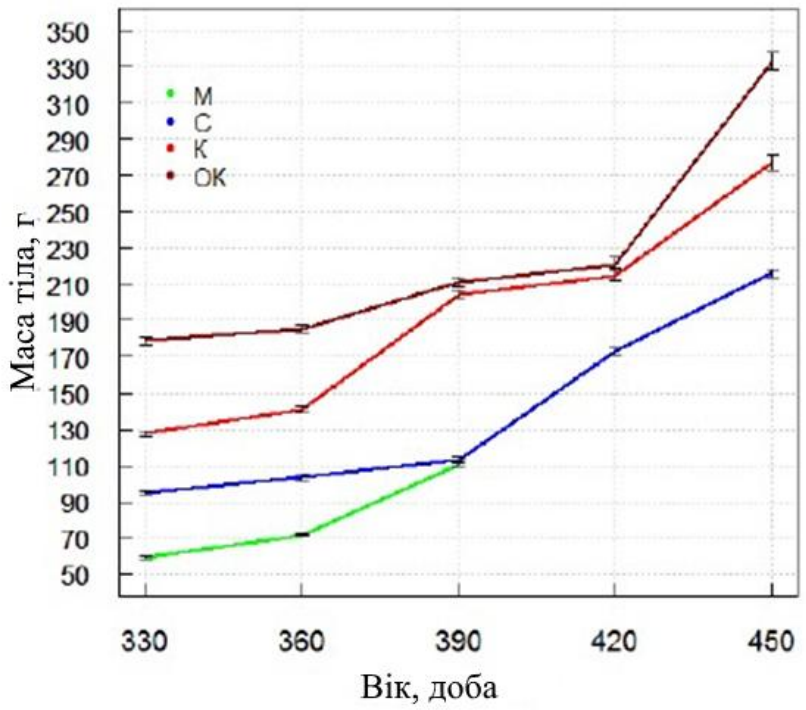


Рис. 3.8 - Зміни маси тіла судака на 3 етапі товарного вирощування, 330-450 добу

Так, за 60 діб риби дрібної розмірної групи досягли такої ж маси, що й у групі С, тому в подальшому вони були об'єднані в одну [24,29].

У таблиці 3.8 та 3.9 для кожної розмірної групи наведено розраховані значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення та питомої швидкості зростання відповідно.

Таблиця 3.8 – Значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення на 3-му етапі вирощування судака

Доба вирощування	Розмірні групи			
	1 – М	2 - С	3 – К	4 - ОК
330-360	0,026	0,014	0,017	0,007
360-390	0,064	0,014	0,068	0,025
390-420	-	0,073	0,010	0,009
420-450	-	0,043	0,053	0,089

Таблица 3.9 – Значення питомої швидкості зростання судака на 3-му етапі товарного вирощування, %/доба

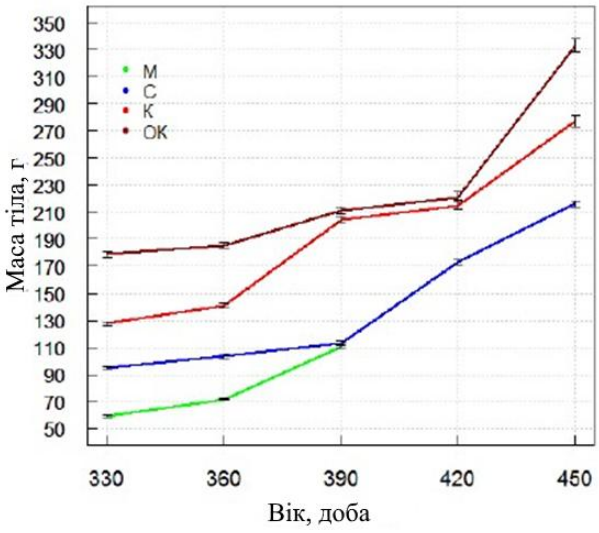
Доба вирощування	Розмірні групи			
	1 – М	2 - С	3 – К	4 - ОК
330-360	0,64	0,30	0,34	0,12
360-390	1,44	0,30	1,24	0,44
390-420	-	1,40	0,17	0,15
420-450	-	0,74	0,84	1,37

Динаміка значень коефіцієнта масонакопичення (а) та питомої швидкості зростання (б) відображена на рисунку 3.9.

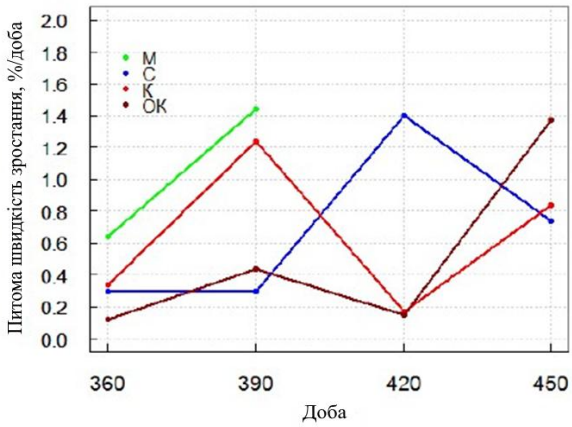
Максимальне значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення 0,089 цьому етапі було відзначено на 450 добу четвертої розмірної групі – дуже великі (ОК). Мінімальне значення (0,009), (420 день) також у розмірній групі ОК [21,29]. Після досягнення рибами маси близько 180-200 г швидкість зростання сповільнилася, що підтверджується

значеннями коефіцієнта масонакопичення і питомої швидкості зростання на 420 добу.

Виняток становили судаки середньої розмірної групи. З чого, ймовірно, випливає, що при зважуванні у вибірку потрапили пересаджені риби з першої групи М, у яких тривало компенсаційне зростання. Що характерно, після проведення наступного контрольного облову (450 добу) та визначення значень коефіцієнта масонакопичення, відзначається плавне зниження швидкості зростання у цій групі. При цьому вміст кисню та температура води в басейнах знаходилися у сприятливому для судака діапазоні [21,29].



б



а – коефіцієнт масонакопичення
б – питома швидкість зростання

Рис. 3.9 - Динаміка показників швидкості зростання судака на 360-450 добу вирощування

Аналізуючи дані таблиць 3.8-3.9 та рисунку 3.9, можна оцінити виявлені тенденції у розкритті ростової потенції у різнорозмірних риб.

По-перше, найбільша швидкість зростання риб у групах М і До може розглядатися, з одного боку як прояв ефекту компенсаційного зростання у дрібних особин, після сортування які у більш сприятливих умовах (щільність посадки). З іншого, збереження високої швидкості зростання у других, очевидно, узгоджується з їх генетичним статусом та умовами утримання (щільність посадки).

Величина коефіцієнта масонакопичення до кінця зазначеного періоду у них виявилася близькою (0,064 та 0,068 відповідно). Але найбільша величина коефіцієнта масонакопичення була у групах ОК (0,089) та С (0,073) [17,21]. Найбільша стабільність у динаміці цього показника показано для групи С – середньорозмірні риби.

Якщо судити з кінцевої масі риб цьому етапі, то найбільше її зростання досягнуто групи ОК (в 2,4 разу), далі слід група З (в 2,3 разу), останньому місці група Д (в 2 разу).

Більше того, протягом усіх трьох вищеописаних етапів товарного вирощування простежувалися схожа динаміка двох показників – коефіцієнта масонакопичення та питомої швидкості зростання, що говорить про збалансованість функцій (об'ємної та лінійної) вагового зростання [8,11].

Зміна маси тіла за період вирощування товарного судака, після сортування та розсаджування на розмірні групи: С1 (середні 1, щільність посадки 13,4 кг/м^3), С2 (середні 2, щільність посадки 13,8 кг/м^3), К1 (велике 1, щільність посадки 18,7 кг/м^3), К2 (великі 2, щільність посадки 19,1 кг/м^3), ОК (дуже великі, щільність посадки 28,9 кг/м3) на 4 етапі товарного вирощування в період з вересня 2012 по квітень 2013 р. (480-690 добу) представлено у таблиці 3.10 та на малюнку 3.10.

Таблиця 3.10 – Зміни маси тіла судака на 4-му етапі товарного вирощування, г (M±m, n=25)

Доба вирощування	Групи				
	1 - С1	2 - С2	3 - К1	4 - К2	5 - ОК
480	206,5±4,1	211,8±4,2	233,1±4,9	239,1±5,0	339,6±6,6
510	264,3±6,2	276,0±6,7	335,7±7,0	363,9±6,7	474,4±9,3
540	366,2±8,5	338,1±9,3	423,3±8,5	472,9±7,3	557,3±11,0
570	453,0±11,7	451,1±12,6	584,6±9,6	586,1±8,7	637,8±14,1
600	504,5±12,4	496,7±12,9	623,6±11,2	595,0±9,0	695,0±14,7
630	575,8±12,9	563,7±13,0	697,8±12,5	655,3±9,3	751,7±14,6
660	643,3±13,1	636,0±10,2	773,0±13,2	703,1±9,4	860,4±15,0
690	721,4±14,0	709,5±12,8	836,3±12,6	752,2±10,0	870,1±17,4

У таблиці 3.11 та 3.12 для кожної розмірної групи наведено розраховані значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення та питомої швидкості зростання відповідно.

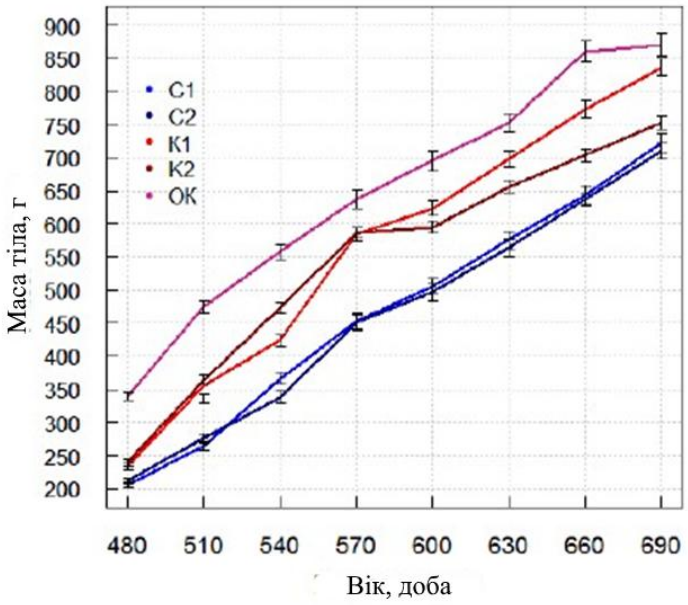


Рис. 3.10 – Зміни маси на 4-му етапі товарного вирощування, 480-690 добу

Таблиця 3.11 – Значення загальнопродукційного коефіцієнта масонакопичення на 4-му етапі вирощування судака

Доба вирощування	Групи				
	1 - С1	2 - С2	3 - К1	4 - К2	5 - ОК
450-480	0,051	0,055	0,093	0,093	0,082
480-510	0,073	0,045	0,042	0,065	0,043
510-540	0,052	0,070	0,085	0,058	0,038
540-570	0,027	0,026	0,018	0,008	0,025
570-600	0,035	0,031	0,028	0,020	0,023
600-630	0,034	0,035	0,034	0,024	0,042
630-660	0,034	0,032	0,024	0,020	0,004

Таблиця 3.12 – Значення питомої швидкості зростання судака на 4-му етапі товарного вирощування, %/добу

Доба вирощування	Групи				
	1 - С1	2 - С2	3 - К1	4 - К2	5 - ОК
450-480	0,82	0,88	1,22	1,40	1,11
480-510	1,09	0,68	0,77	0,87	0,54
510-540	0,71	0,96	1,08	0,72	0,45
540-570	0,36	0,32	0,22	0,05	0,29
570-600	0,44	0,42	0,37	0,32	0,26
600-630	0,37	0,40	0,34	0,23	0,45
630-660	0,38	0,36	0,26	0,23	0,04

Мінімальне значення коефіцієнта масонакопичення (0,004) на даному етапі було відзначено на 570 добу у розмірній групі К2 та на 660 добу у групі ОК. Максимальне значення (0,093) - відзначено на 480 добу в розмірних групах К1 і К2 [24,29].

Максимальне значення питомої швидкості зростання становило 1,40 %/сут, воно відзначено на 480 добу у розмірній групі К2. Мінімальне значення 0,22% на добу зазначено у групі К1 на 570 добу вирощування [8,11].

Динаміку зміни маси (за посередніми даними) можна простежити малюнку 3.11.

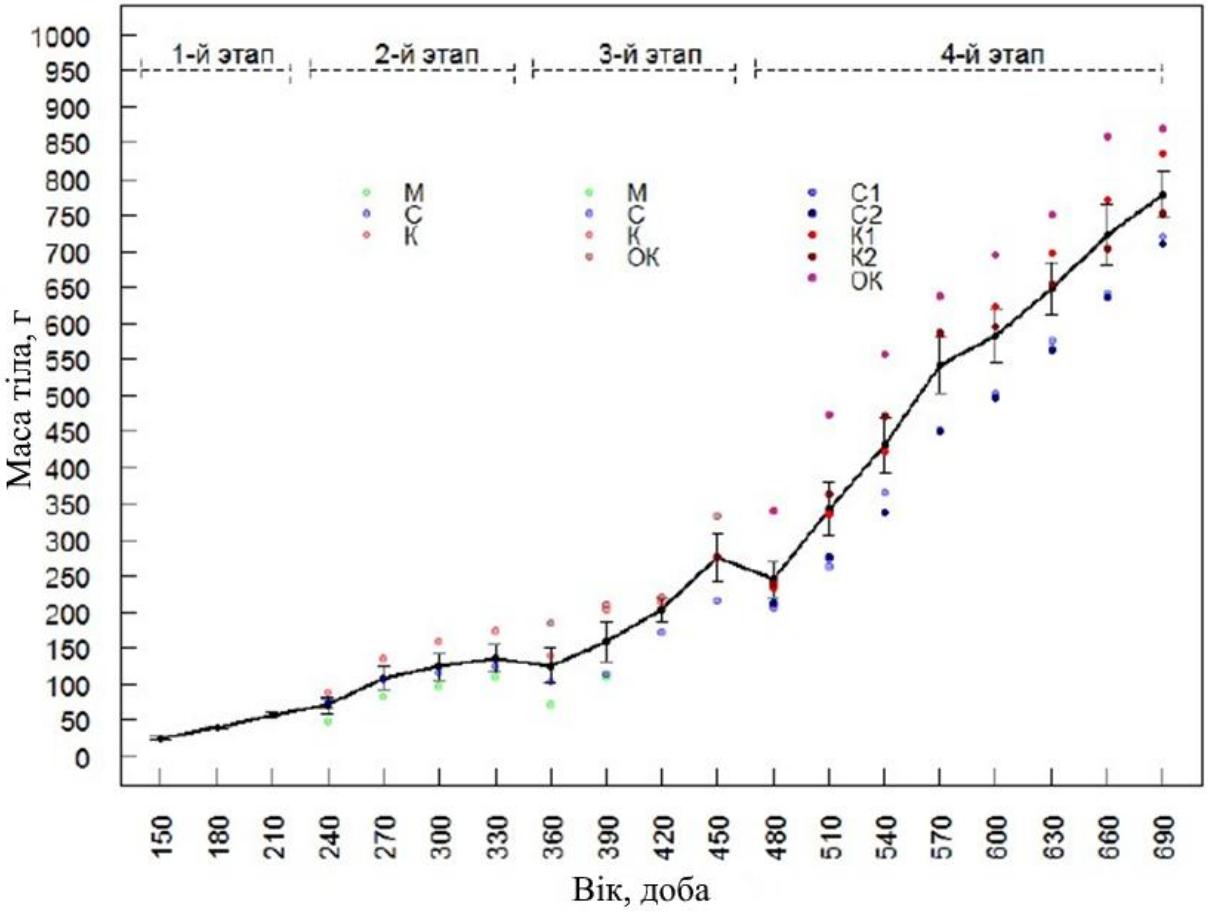


Рис. 3.11 – Вагове зростання судака

Проте, зміна величини коефіцієнта масонакопичення всіх етапах відрізнялося подібною нестабільністю. Графіки значень коефіцієнта масонакопичення та питомої швидкості зростання протягом усього періоду вирощування товарного судака (150-690 добу) демонструють значні

коливання. На жодному етапі дослідження судак не показав стабільності у максимальному розкритті ростової потенції [17,21].

За твердженням німецьких вчених, для вирощування судака від посадкового матеріалу 10 г до товарної маси (750-1000 г) потрібно близько 12-15 місяців. Подібні дані наводять датські рибники. Так, на підприємстві Aquapri A/S (Frederiksværk, Denmark) за 460 діб вирощування кінцева маса судака становить 1000 г [17,21].

Для розрахунку потенційної маси судака ми скористалися вихідною формулою коефіцієнта масонакопичення (5):

$$Км = Кг \times Кэ, \quad (5)$$

де $К_г$ – генетичний коефіцієнт масонакопичення;

$К_э$ – екологічний коефіцієнт масонакопичення.

$К_г$ для судака становить 0,231. Це значення визначено за принципом обробки вже опублікованих даних щодо зростання риби, розрахунку на їх основі показників Км, формування з них статистичного масиву та встановлення для нього за наперед обраним критерієм попереднього значення $К_г$.

$К_э$ характеризує всю сукупність екологічних чинників від порогового до оптимального значення ($0 < К_э < 1$) і може бути представлений як добуток приватних екологічних коефіцієнтів. Таким чином, структура Ке може виглядати так (6):

$$K_Э = K_Т \times K_{O2} \times K_К \cdots K_{i+n}, \quad (6)$$

де $К_i$ – це кількісне вираження дії окремого приватного екологічного коефіцієнта. Якщо прийняти значення температурного коефіцієнта Кт = 0,9,

кислородного $К_{O2}$ = 1,0, гідрохімічного $К_{гідрохім}$ = 1,0, коефіцієнта впливу годівлі $К_к$ = 0,7 (з урахуванням нестабільності у харчуванні), коефіцієнта впливу рівня біотехніки $К_{біот}$ = 0,6 (з урахуванням першого досвіду розробки вітчизняної технології), коефіцієнта впливу неврахованих факторів $К_{нф}$ = 0,6, то значення Ке становитиме (7):

$$K_Э = 0.9 \times 0.9 \times 1 \times 0.7 \times 0.5 \times 0.6 = 0.227\,, \qquad (7)$$

Тоді значання $К_м$ складає (8):

$$K_M = 0.231 \times 0.227 = 0.052\,, \qquad (8)$$

Потенційну масу риб, яка могла бути досягнута рибами у віці 19 місяців, можна розрахувати, виходячи з формули визначення $К_м$ (9):

$$M_K = \left(\frac{K_M \times \Delta T + 3\sqrt[3]{M_H}}{3}\right)^3, \qquad (9)$$

Таким чином, з урахуванням досягнутого рівня досліджень потенційна кінцева маса риб при вирощуванні від посадкового матеріалу середньою масою 10 г на 450 добу (15 місяць) може скласти (10):

$$M_K = \left(\frac{0.052 \times 450 + 3\sqrt[3]{10}}{3}\right)^3 = 1003\ г\,. \qquad (10)$$

Відповідно до апробованих формул, ґрунтуючись на фактичних даних, нами було встановлено потенціал зростання судака на етапах товарного вирощування [17,21]. Таким чином, враховуючи всі фактори, що вплинули на зростання, при розробленій нами технології за 15 місяців можна буде досягти кінцевої товарної маси, що перевищує 1000 г, що узгоджується з даними зарубіжних досліджень [17].

3.3 Оцінка продуктивної дії штучних кормів під час годівлі судака в умовах УЗВ

Умови живлення, які, при індустріальному вирощуванні, визначаються складом комбікорму, його фізико-хімічними характеристиками, режимом та ефективністю годівлі, а також доступністю корму, значною мірою визначають темп зростання та виживання молоді риб [17].

Для того, щоб досягти найкращого результату при вирощуванні риб важливими факторами є: планування виробництва, підбір відповідного корму та вибір правильної стратегії годівлі [17].

Згідно з літературними даними, потреба в поживних речовинах у риб змінюються залежно від віку, маси тіла, вгодованості, умов утримання та інших факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Відповідно до цього мають змінюватися і норми годівлі риб. Чим повніше відповідають норми годівлі потреб організму, тим повноцінніше таке годування і ефективніше використання рибами поживних речовин корму для накопичення маси тіла (зростання), і навіть дозрівання статевих продуктів.

Поряд із необхідністю розробки повноцінних збалансованих раціонів існує нагальна потреба у відпрацюванні біотехніки та режиму годування, особливо в уточненні добових доз корму. Від правильності щоденного нормування їжі, від постійного контролю за поїдання її рибою залежить, зрештою, не тільки обсяг продукції підприємства, а й основні економічні

показники його роботи. При досить високій вартості повноцінних кормів, підвищення їх використання на одиницю приросту істотно відбиватиметься на економічній ефективності вирощування риб [21,24].

Щоденна потреба в їжі визначається витратою білка, енергетичними витратами на підтримуючий та пластичний обмін. Оскільки рівень необхідної кількості їжі визначається інтенсивністю обміну речовин, яка залежить від температури води та маси риби, основними факторами, що впливають на щоденне нормування корму, будуть маса риби та температура води [24,29]. Крім того, при встановленні добових норм гранульованого корму необхідно врахувати можливі втрати гранул та внести відповідні виправлення з урахуванням місцевих умов.

Велике значення при нормуванні має також калорійність і збалансованість корму, що застосовується. Без відповідних поправок використовувати норми годівлі, розроблені іншого корму, чи іншого виду риб, не можна. При вирощуванні судака в УЗВ нами застосовувалися штучні гранульовані комбікорми трьох рецептур; "Aller Futura", "Aller 45/15" та "Aller Sturgeon REP" [40].

Корм "Aller Futura" - повністю екструдований, високоенергетичний корм для молоді різних видів риб.

До його складу входять рибне борошно, крильове борошно, рибії жир, пшениця, рослинні олії, відходи олійного виробництва, вітаміни, мінеральні добавки, імуностимулятори. Корм "Aller Futura" застосовувався нами при годівлі молоді судака до 13-15 г (віку 4 міс).

Корм "Aller 45/15" - повністю екструдований продукційний корм для вирощування осетрових риб в індустріальних умовах. Цей корм придатний також для форелі та сома.

Містить рибне борошно, риб'ячий жир, соєве борошно, пшеницю, вітаміни та мінеральні добавки. Корм "Aller 45/15" застосовували для годування ремонту починаючи з віку 5 міс.

Корм "Aller Sturgeon REP" - це повністю екструдований, повноцінний корм для виробників осетрових риб, що забезпечує формування якісних статевих продуктів. Містить рибне борошно, глютен, зернові, жири та олії, продукти переробки олійних, дріжджі, вітаміни, мінеральні добавки, імуностимулятор глюкан. Корм "Aller Sturgeon" застосовували для годування риби починаючи з віку 28 місяців [21,29].

Вибір цих кормів обґрунтовується літературними джерелами, згідно з якими судак охоче споживає гранульовані, зокрема, форелеві корми.

Спочатку для судака у віці від 3 до 8 міс. добові дози корму призначалися за кормовими таблицями для форелі (таблиця 3.13). Згодом добове нормування годівлі здійснювалося за поїданням з фіксацією як заданої кількості корму, і кількості корму, не з'їденого рибою [29].

Таблиця 3.13 – Добові норми годівлі форелі стартовими та продукційними комбікормами

Маса риби, г	Добова норма годівлі, % маса тіла
Стартовий корм	
2-5	5,1
5-10	4,4
Продукційний корм	
10-40	3,0
40-100	2,1
100-200	1,9

Що стосується розміру гранул корму, ми використовували рекомендації щодо розмірів гранул для форелі різної маси, коригуючи, однак, розмір відповідно до потреб судака (таблиця 3.14).

Застосування великих гранул виявлялося переважно сприятливим, оскільки судак прийому їжі зі збільшенням віку ставав дедалі пасивніше. Годівля риби вели тричі на добу до віку 4 міс, далі - двічі на добу [29].

Таблиця 3.14 – Рекомендований розмір кормових частинок (крупки та гранул) для форелі та судака

Маса риби, г	Розмір кормових частинок, мм	
	форель	судак
2-5	1,5-2,5	1,3-1,5
5-15	2,0-3,0	2,0
15-20	2,5-3,2	3,0
51-200	3,5-4,5	4,5
201-1000	5,0-6,0	4,5
Більше 1000	7,0-9,0	6,0

У таблиці 3.15 подано дані про добові дози корму для молоді судака залежно від її маси та віку на першому році вирощування.

Таблиця 3.15 - Добові дози корму для судака в залежності від маси та віку на першому році вирощування

Рік, міс	Середня маса риби, г	Добова доза корму	
		г/екз.	% від маси риби
3	3,7	0,19	5,10
4	13,2	0,40	3,00
5	19,5	1,00	3,00
6	28,4	1,10	3,03
7	36,0	1,08	3,05
8	40,0	1,20	3,02
9	56,0	1,14	2,03

Продовження таблиці 3.15			
10	62,5	0,45	0,73
11	65,3	0,57	0,87
12	79,0	1,02	1,29

Динаміка значень кормового коефіцієнта при годівлі судака у період із квітня по серпень 2016 р. представлена на рисунку 3.12.

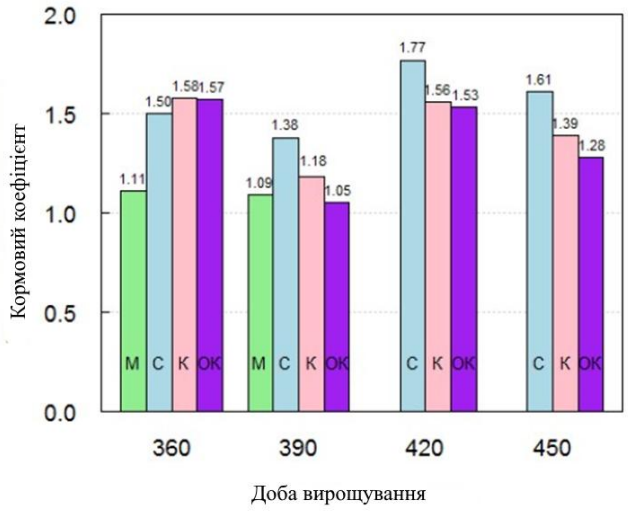


Рис. 3.12 – Динаміка значень кормового коефіцієнта при годівлі судака у період із квітня по серпень 2016 р. (330-450 доби вирощування)

Динаміка значень кормового коефіцієнта судака у період з вересня 2012 року по квітень 2013 р. (480-690 добу) відображена на малюнку 3.13.

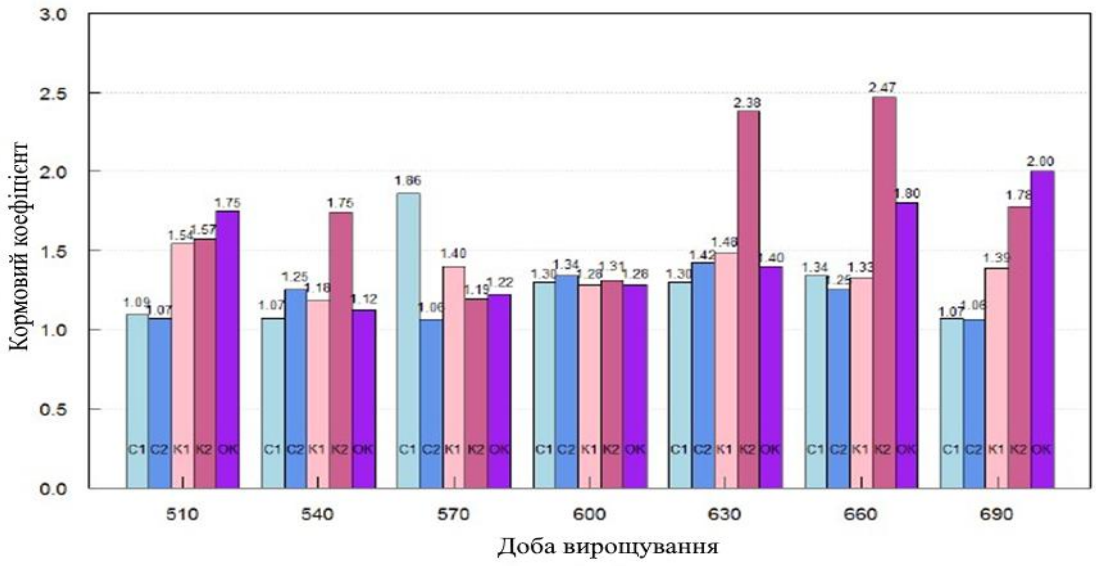


Рис. 3.13 - Динаміка значень кормового коефіцієнта при годівлі судака в період з вересня 2012 по квітень 2013 р. (480-690 доби вирощування)

Максимальний кормовий коефіцієнт – 2,64, відзначений у березні 20012 року у риби у віці 11 місяців, мінімальний – 1,00, у жовтні 20012 року у риби у віці 6 місяців. Середнє значення кормового коефіцієнта перший рік вирощування становило 1,27±0,17 (рисунок 3.13, таблиця 3.16).

Таблиця 3.16 - Витрати корму та кормовий коефіцієнт для ремонту судака на першому році вирощування

Рік, міс	Середня маса риби, г	Затрата корму	Кормовий коефіцієнт
4	13,2	1,29	1,26
5	19,5	1,03	1,03
6	28,4	1,00	1,00
7	36	1,12	1,11
8	40	1,28	1,26
9	56	1,07	1,05

Продовження таблиці 3.16			
10	62,5	1,01	1,01
11	65,3	3,15	2,64
12	79	1,12	1,09

Аналізуючи причини стрибкоподібних змін значень витрат корму та кормового коефіцієнта в окремі періоди вирощування, ми виявили низку кореляційних зв'язків (таблиця 3.17).

Таблиця 3.17 – Кореляційний зв'язок показників швидкості зростання та продуктивної дії корму на першому році вирощування

Показники	Коефіцієнт масо накопичення	Відносний середньодобовий приріст, %
Затрати корму	0,68±0,19	0,61±0,22
Кормовий коефіцієнт	0,69±0,19	0,61±0,22

Темп зростання риб та ефективність використання кормів – тісно пов'язані між собою фактории [29]. Отриманий результат дозволяє зробити висновок, що в періоди більш інтенсивного зростання риба також більш ефективно засвоювала і використовувала споживаний корм, що узгоджується з відомими закономірностями.

Той факт, що зв'язок відзначається з віку 5 місяців, ймовірно, слід пояснити впливом фактора адаптації риби до умов УЗВ.

У таблиці 3.18 подано дані про добові дози корму для судака залежно від маси та віку на другому році вирощування.

Таблиця 3.18 - Добові дози корму для судака в залежності від маси та віку на другому році вирощування

Рік, міс	Середня маса риби, г	Добова доза корму	
		г/екз.	% від маси риби
13	103	2,27	2,21
14	119	1,14	1,19
15	147	1,88	1,28
16	193	3,18	1,65
17	215	1,88	0,80
18	235	1,88	0,88
19	250	2,00	0,80
20	263	2,74	1,04
21	310	2,50	0,81
22	360	2,21	0,61
23	410	2,47	0,60
24	435	2,95	0,68

У таблиці 3.19 подано розрахунки витрат корму та кормового коефіцієнта для ремонту судака другого року вирощування.

Таблиця 3.19 - Витрати корму та кормовий коефіцієнт на другому році вирощування судака

Рік, міс	Середня маса риби, г	Затрата корму	Кормовий коефіцієнт
13	103	1,04	1,03
14	119	2,65	2,50
15	147	1,04	1,04
16	193	1,07	1,06
17	215	1,28	1,23
18	235	1,46	1,33
19	250	2,00	1,71

Продовження таблиці 3.19			
20	263	3,27	2,62
21	310	1,65	1,53
22	360	1,24	1,20
23	410	1,53	1,44
24	435	3,54	3,09

Відкритим залишається питання про вплив годування штучним кормом на виробників та якість їхнього потомства. Так, вивчення складу жирних кислот в ікрі виробників судака, вирощених на штучних кормах, показало, що він відрізняється від такого в ікрі дикого судака, наприклад, за складом поліненасичених жирних кислот [29].

Такі відмінності відзначені щодо жирних кислот, що визначають якість ікри та потомства, наприклад, арахідонової, ейкозапентаєнової та докозагексаєнової.

Дослідження N. Wang із співавторами [показали, що годування судака штучним кормом може вести до певного зниження ефективності розмноження порівняно з виробниками, що харчуються рибою. Однак, не відмічено негативного впливу годівлі виробників штучним кормом на біологічну якість личинок [29].

3.4 Щільність посадки судака за умов УЗВ

Важливою складовою біотехніки рибництва є такий параметр, як густина посадки. Застосування максимально можливої густини посадки риби в рибоводні ємності - одна з основних умов інтенсифікації рибництва. Відомо, що різні види риб по-різному реагують на скупченість. Деякі стають агресивними при низьких густинах посадки, інші можуть проявляти агресивність і канібалізм при високих густинах [29].

У хижих риб зі збільшенням щільності посадки зростає харчова реакція і краще споживається корм.

У міру підвищення щільності посадки відбувається погіршення умов довкілля через перевантаження продуктами обміну, тому знижуються швидкість зростання риби та загальна продуктивність рибоводної ємності.

Однак, при забезпеченні швидкого видалення метаболітів з води, сам фактор щільності посадки риб виявляється критично важливим тільки в тому випадку, якщо малі обсяги басейнів механічно обмежують рухливість риби, що росте, і ускладнюють прийом ними корму. Очевидно, необхідно знати величину оптимальної густини посадки, при якій можливе отримання максимальної продукції на одиницю площі, води та часу [17,21].

Крім того, при виборі густин посадки нами враховувалося навантаження на біофільтр. Судак, на відміну від інших об'єктів вирощування, значно менше забруднює механічний фільтр через особливу структуру екскрементів, що мають вигляд «сухого» шроту і дає зменшене вдвічі навантаження екзометаболітів на біофільтр [17,21].

У таблиці 3.20 показано щільність посадки судака протягом трьох років вирощування порівняно з щільністю посадки форелі аналогічних вікових груп.

Таблиця 3.20 – Щільність посадки судака та форелі аналогічних вікових груп у басейни

Рік вирощування	Щільність посадки форелі, шт/м^3	Щільність посадки судака, шт/м^3
1	300-100	300-150
2	70-50	150-75
3	-	75-20

Слід зазначити, що у другому-третьому роках зменшення щільності посадки було зумовлено метою формування ремонтно-маточного стада, а не вирощування товарної риби [29].

4 РИБОВОДНО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИКІВ СУДАКУ, ВИРОЩЕНИХ В УМОВАХ УЗВ

Оцінка якості виробників – важливий етап розробки біотехніки формування та експлуатації ремонтно-маткового стада судака. Отримані нами дані дозволяють говорити про досить високий, що практично не поступається батькам (популяція судака Куршської затоки), а за окремими параметрами навіть перевершує їх, як статеві продукти у виробників, вирощених в УЗВ [29].

Відмінність у термінах отримання зрілих статевих продуктів становила 18 діб. Середні значення відносної робочої плодючості самок в природних та штучних умовах мають достовірні відмінності ($p < 0,001$), проте, враховуючи суттєві відмінності у віковому складі, також досить близькі (96,3±3,8 та 77,8±2,3 тис.). шт.ікри відповідно) [21,29].

При порівнянні даних відносної робочої плодючості самок судака, вирощених в умовах УЗВ і, ймовірно, вперше дозрівають самок нерестової популяції Куршської затоки (вік 4 роки) також відзначаються досить близькі значення (77,8±2,3 тис. ШТ./КГ і 99,1 ±6,6 тис. шт./кг).

Середній діаметр ікринок у самок, вирощених в умовах УЗВ, та з нерестової частини популяції Куршської затоки був однаковий (1,1 мм). Відомо, що самки риб при погіршенні умов нагулу продукують ікру більшого розміру, але в меншій кількості, що є пристосувальною реакцією організму з метою підвищення життєпо-собної ембріонів і личинок.

Подібний діаметр ікринок, отриманих від виробників у штучному та природному середовищі проживання (див. табл. 4.1), додатково свідчить про сприятливі уелові вирощування, що склалися в УЗВ [29].

Таблиця 4.1 – Діаметр ікринок самок судака в індустріальних умовах та природній водоймі

Показник	Діаметр ікринки, мм				
Виробник	середній	мін.	мак.	δ	CV,%
Виробники, вирощені в УЗВ	1,10±0,03	0,90	1,20	0,10	9,1
Виробники нересової частини природної водойми	1,10±0,01	0,90	1,30	0,14	12,9

Враховуючи вищесказане, а також те, що в нашому випадку дається оцінка якості виробників, що вперше дозрівають, можна говорити про досить високий продуктивний потенціал самок судака, вирощених в умовах УЗВ.

Висновок про високий продуктивний потенціал виробників підтверджують і дані самців. Середня маса самців судака, вирощених за умов УЗВ, становила 1116,5±34,2 р. Маса варіювала не більше від 890 до 1450 р.

Середня маса самців судака популяції Куршської затоки в 2005-2007 роках. - 1400,5±65,3 р. Маса варіювала не більше від 470 до 4400 р. Середній вік самців становив 4,43 року [29]. Показники якості сперми риб, як ми вже зазначали, визначаються низкою факторів. Так, спостереження І. В. Кисельова [1980] показали, що обсяг сперми, що одноразово вщеляє коропом, залежить від зрілості сім'яника, маси тіла самця, його віку, тривалості та частоти участі в нересті або частоти використання для цілей штучного запліднення, від співвідношення самців і самок, які одночасно беруть участь у нересті [21,29].

Досягнення в перспективі вищого темпу зростання судака в УЗВ, і, як наслідок, можливо більш раннього дозрівання, дозволить досягти і кращих показників рибоводства виробників судака [21,29].

ВИСНОВКИ

При вирощуванні товарного судака в УЗВ встановлено ефективне витрачання поживних речовин продукційного корму на приріст маси. Запропоновані добові норми годівлі вважатимуться економічно вигідними. У разі УЗВ судак показав досить високий темпи зростання, кінцева маса його виявилася достовірно вищою. Виживання судака на першому році вирощування становило 92,3%, на другому 95,4%, на третьому 100%.

Ряд європейських підприємств успішно вирощує судака в установках із замкнутим циклом водозабезпечення. Так, у Нідерландах існує підприємство, де судака вирощують від ікри до товарної маси за умов УЗВ.

Вводячи судака до об'єктів рибництва в УЗВ, слід орієнтуватися на ті переваги, які дає керований режим утримання риб на різних етапах вирощування: створення оптимальних умов для швидкого зростання, дозрівання виробників та формування маткових стад; повний контроль та управління виробництвом; незалежність виробничого процесу від умов довкілля; економію води, землі, енергії; можливість повної механізації та автоматизації виробництва; високу концентрацію виробництва; екологічну чистоту одержуваної продукції та виробничого процесу.

В Україні розроблено біотехніку отримання життєстійкого садивного матеріалу судака в умовах УЗВ. Встановлено особливості зростання та життєстійкість ранньої молоді судака при годівлі її різними стартовими живими кормами. Вперше отримано дані про вплив біостимуляторів аскорбінової кислоти та препарату Воке на ранню молодь судака. Здійснено підрощування та вирощування молоді судака на штучних стартових кормах.

Встановлено вік дозрівання виробників судака за умов УЗВ та його рибоводно-биологические показники. Розроблено біотехнічні нормативи формування та експлуатації ремонтно-маточного стада та вирощування посадкового матеріалу судака в умовах УЗВ.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Марценюк В.П. Досвід розведення та вирощування судака *(Sander lu-cioperca)* за різних технологій // Рибогосподарська наука України. – 2014. – № 3. – С. 55-66.
2. Андрющенко А.І., Алимова С.І. Ставове рибництво: Підручник. – К.: Видавничий центр НАУ, 2008 – 636 с.: іл.
3. Шерман І.М., Євтушенко М.Ю. Теоретичні основи рибництва: підручник – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 484 с.
4. Богерук А.К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика. – М.: Б 73 ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 232 с.
5. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. К.: «Центр учбової літератури», 2016. – 410 с.
6. Захарченко І. Л. Біологічна характеристика популяції судака (Stizostedion lucioperca (L.)): дис. … кандидата біол. наук : 03.00.10 / Захарченко Ірина Леонідівна. — К., 2006. — 157 с
7. Алимов С. І. А50 Рибне господарство України: стан і перспективи. – К.: Вища освіта, 2003. – 336 с.: іл.
8. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы/Якоб Брайнбалле – Копенгаген 2010 г. – 87 с.
9. Андрющенко А.І. Ставове рибництв: підручник / Андрющенко А.І., Алимов С.І. – К.: Видавничий центр НАУ, 2008. – 636 с.: іл
10. Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки / Проскуренко И.В. − М.: Изд-во ВНИРО, 2003. − 152 с.
11. Р. В. Кононенко, П. Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. / [Р. В. Кононенко,

П. Г. Шевченко, В. М. Кондратюк, І. С. Кононенко]. – К. : «Центр учбової літератури», 2016. – 410 с.

12. Мищенко А.В., Бегманова А.Б. Сравнительная оценка рыбоводно-биологических и физиологических показателей молоди судака, выращенной в различных условиях // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 187-190.
13. Вдовенко Н. М. Сучасний стан та напрями розвитку рибного господарства в Україні / Н. М. Вдовенко // Економіка АПК. – 2010. – № 3. – С. 15–20.
14. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. Изд-е 2-е, испр. и доп. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.
15. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. Копенгаген, 2010. 70 с.
16. Практичні рекомендації щодо виробництва судака при виборі шляхів забезпечення конкурентних переваг рибного господарства. К.: 2018. 20 с.
17. Письменная О.А. Некоторые аспекты выращивания молоди судака (Sti-zostedion lucioperca) на ранних этапах онтогенеза в условиях установки за-мкнутой системы водоснабжения // Естественные науки. – 2011. – № 4 (37). – С. 114-121.
18. Письменная, О.А. К вопросу о биотехнике выращивания жизнестойкой молоди судака для целей искусственного воспроизводства / О.А. Письменная, А.Б. Бегманова, А.В. Мищенко // Вопросы рыболовства. – 2012. – Т. 13, № 4(52). – С. 820-827.
19. Ефимов, А. Б., Сафронов А. С. Перспективы использования нерестового стада европейского судака (Sander Lucioperca (L.) для целей искуственного воспроизводства в Озернинском водохранилище. Рыбное хозяйство: научно-практический и

производственный журнал Федерального агентства по рыболовству. 2011. № 4. С. 94–96.

20. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбо-водство. – М.: Лань, 2013. – 420 с.
21. Вовк Н.І. Іхтіопатологічні дослідження – важлива складова біомоніторингу водойм. Рибогосподарська наука України. 2009. № 3. С. 106–109.
22. Гребенюк Т.В., Константиненко Г.В. Методи очистки води на рибоводних підприємствах в умовах вирощування риби в установках замкнутого водопостачання. Вісник НТУУ «КПІ». 2015. Вип. 28. С. 110–114.
23. Пьянов Д.С. Дельмухаметов А.Б. Хрусталев Е.И. Результаты выращивания судака (Sander lucioperca, L.) в режиме полного цикла в установках замкнутого водоснабжения // Известия КГТУ. – 2016. – № 41. – С. 49-59.
24. Пьянов Д.С., Молчанова К.А., Дельмухаметов А.Б., Хрусталев Е.И. Особенности доместикации судака (Sander lucioperca) и радужной форели (Oncorhynchus mykiss) на этапах роста и созревания в условиях установок за-мкнутого водообеспечения // Известия КГТУ. – 2016. - № 43. – С. 55-66.
25. Хрусталев Е.И., Дельмухаметов А.Б. Рыбоводно-биологические пока-затели судака при выращивании в искусственных условиях // Известия КГТУ. – 2010. – № 17. – С. 15-20.
26. Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство. Часть 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учебное пособие. Петропавловск-Камчатский, 2008. 186 с.
27. Гриневич Н.Є., Димань Т.М. Сезонні зміни гідрохімічних показників води за використання установок замкнутого

водопостачання для вирощування райдужної форелі. Науковий вісник БНАУ. 2016. № 2. С. 33–39.

28. Горай Н.О., Рекрут С.В., Марценюк В.П. Методы повышения рыбопродуктивности фермерских хозяйств. / Н.О. Горай, С.В. Рекрут, В.П. Марценюк. // Пресноводная аквакультура: состояние, тенднции и перспективы развития. – Кишинев. НИРХС., 2005. – С. 30-32.
29. Причепа Н.В. Вплів екологічних чинників водного середовища на мор-фофізіологічні показники судака та окуня // Рибогосподарська наука Украіни. – 2013. – № 4. – С. 75-85.
30. Абиотические и биотические условия выращивания сеголеток судака в прудовой поликультуре рыб / Мамедов Р. А. и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2009. Вып. 25. С. 128—136.
31. Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО. – 2003. – 152 с.
32. Якоб Брайнбалле. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы, Копенгаген, 2010. – 70 с.
33. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. - М.: ВНИРО, 2006. - 360 с.
34. Aquapri inaugurates world’s largest pike perch RAS plant: сайт «Undercur-rent News». – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.undercurrentnews.com/2016/04/14/aquapri-inaugurates-worlds-largest-pike-perch-ras-plant.
35. Chowdhury M. A. K., Tacon A. G. J., Bureau D. P. Digestibility of amino acids in indian mustard protein concentrate and indian mustard meal compared to that of a soy protein concentrate in rainbow trout and atlantic salmon // Aquacul-ture. – 2012. – Vol. 356–357. P-128-134.

36. Baránek V. Comparison of two weaning methods of juvenile pikeperch (Sander lucioperca) from natural diets to commercial feed / V. Baránek, J. Dvořák, V. Kalenda, J. Mareš, J. Zrůstová, P. Spurný // Proceedings of International Ph.D. Students Conference “MendelNet’07 Agro”. Brno: Mendel University, 2007. – P. 45.
37. Bhujel R.C. Statistics for Aquaculture. - Iowa: Wiley-Blackwell., 2008. – 222 p.
38. Bureau D.P., Hua K. Letter to the Editor of Aquaculture // Aquaculture. – 2006. – Vol. 252 (2–4). – P. 103-105.
39. Adamidou S. Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in european seabass (dicentrarchus labrax) fed diets containing different lev-els of legumes / S. Adamidou, I. Nengas, M. Alexis, E. Foundoulaki, D. Ni-kolopoulou, P. Campbell, I. Karacostas, G. Rigos, G.J. Bell, K. Jauncey // Aqua-culture. – 2009. – Vol. 289 (1–2). – P. 106-112.
40. Frisk M., Skov P.V., Steffensen J.F. Thermal optimum for pikeperch (Sand-er lucioperca) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate // Aquaculture. – 2012. – Vol. 324-325. – P. 151-157.
41. Jarmołowicz S., Zakęś Z. Amino acid profile in juvenile pikeperch (Sander lucioperca (L.)) – impact of supplementing feed with yeast extract // Arch. Pol. Fish. – 2014. – Vol. 22 – P. 135-143.
42. Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. Biology and Culture of Percid Fishes. – Springer Netherlands, 2015. – 901 pp.
43. Kristan J., Blecha M., Policar T. Alcalase treatment for elimination of stick-iness in pikeperch (Sander lucioperca L.) eggs under controlled conditions // Aq-uaculture Research. – 2015. – P. 1–6.
44. Effect of dietary protein: fat ratios on metabolism, body composition and growth of juvenile pikeperch, Stizostedion lucioperca (L.) / Z. Zakqs, M. Szkudlarek, M. Woyniak et al. // Czech J. Anim. Sci. - 2012. - № 46. - P. 27-33.

45. Grozea A., Simiz E., Banatean-Dunea I. Correlations among the main body measurements in pikeperch larvae fiom 10 to 25 days post-hatch, obtained out-of-season // Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies. - 2016. - № 43. - P. 27-31.
46. Szkudlarek M. Zakqs Z. Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, Sander lucioperca (L.), larvae under controlled conditions // Aquaculture Research. - 2012.-№ 15.-P. 67-81.
47. The influence of stocking density of pikeperch fry reared until 40 days post-hath in controlled conditions on their growth and survivability / A. Grozea, I. Banatean-Dunea, P. Szilagyi, B. et al. // Lucrari §tiintifice. - 2015. - Vol. 54. - P.350-353.
48. Hamza N. Effect of dietary phospholipid levels on performance, enzyme ac-tivities and fatty acid composition of pikeperch (Sander lucioperca) larvae / N. Hamza, M. Mhetli, I.B. Khemis, C. Cahu, P. Kestemont // Aquaculture. – 2019. – Vol. 225. – P. 274-282
49. Gaylord T. G., Barrows F. T., Rawles S. D. Apparent amino acid availability from feedstuffs in extruded diets for rainbow trout oncorhynchus mykiss // Aqua-culture Nutrition. – 2018. – Vol. 16 (4). – P. 400-406.