

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Біотехнологічний факультет

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Допускається до захисту:

Завідувач кафедри водних
біоресурсів та аквакультури

д. б. н., проф. _____ Роман НОВІЦЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти Магістр на тему:

**ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ КОЛИВАНЬ НА ОБМІН РЕЧОВИН І
ПРИРІСТ МАСИ У ТІЛАПІЇ (OREOCHROMIS NILOTICUS) ПРАТ
«БАСТІОН» (М. ДНІПРО)**

Здобувач другого (магістерського)
рівня вищої освіти

_____ Андрій ПРИХНО

Керівниця кваліфікаційної роботи,
к. б. н., доцентка

_____ Надія ГУБАНОВА

Дніпро – 2025

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Біотехнологічний факультет
Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»
Освітній ступінь – «Магістр»
Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри, д. б. н.,
професор _____ Роман НОВІЦЬКИЙ
“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачу

Прихно Андрію Віталійовичу

Тема роботи: «Вплив температурних коливань на обмін речовин і приріст маси у тілапії (*Oreochromis niloticus*) ПрАТ «Бастіон» (м. Дніпро)»

Затверджена наказом по університету від “ 5 ” листопада 2025 р. № 3317

2. Термін здачі здобувачем завершеної роботи “ 1 ” грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Короткий зміст роботи - перелік питань, що розробляються в роботі:

1. Технологія вирощування теплолюбних видів гідробіонтів
2. Якість води для існування водних біоресурсів в штучних умовах
3. Морфо-фізіологічні особливості гідробіонтів під впливом токсичних речовин

5. Перелік графічного матеріалу _____ немає _____

6. Консультант по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівниця _____ Надія ГУБАНОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Ярослав КОЗАК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Етапи дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення теми роботи. Отримання завдання	Вересень 2025	
2.	Опрацювання літературних джерел	жовтень 2025	
3.	Проведення дослідження в умовах підприємства	жовтень	
4.	Експериментальні роботи	листопад	
5.	Проведення економічного обґрунтування проведеної роботи та написання розділів роботи.	листопад	
6.	Підведення підсумків роботи та формування висновків	Грудень	
7.	Оформлення роботи до захисту та підготовка презентації	грудень	

Здобувач вищої освіти _____ Андрій ПРИХНО

Керівниця роботи _____ Надія ГУБАНОВА

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Магістр» студента II курсу навчання кафедри водних біоресурсів та аквакультури денної форми навчання біотехнологічного факультету ДДАЕУ Прихна Андрія Віталійовича «Вплив температурних коливань на обмін речовин і приріст маси у тілапії (*Oreochromis niloticus*) ПрАТ «Бастіон» (м. Дніпро)»

Кваліфікаційна робота присвячена етапам дослідження та подальшого впровадження інноваційних технологій в умовах фермерських господарств.

Метою роботи було розглянути питання використання біофлотехнологій для вирощування риб в закритих системах водопостачання в фермерському господарстві.

Результати цієї роботи мають практичне значення як для фахівців у галузі як рибальства та водних біоресурсів та аквакультури так і для природоохоронної галузі в аспектах застосування сучасних технологій та використання їх в умовах водних екосистем.

Робота містить 53 сторінки машинописного тексту, вміщує 7 таблиць, 15 рисунків та 33 джерела (18 англомовних), складається з розділів: вступу, огляду літератури, умов, матеріалів та методів виконання роботи, результатів власних досліджень, досліджень окремих груп гідробіонтів наприкладі тілапії в умовах фермерського господарства, охорони праці, висновків та пропозицій щодо впливу температури на ріст та розвиток риб.

Ключові слова: водні біоресурси, тілапія, аквакультура, вирощування

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ	2
АНОТАЦІЯ	3
ЗМІСТ	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Біологічні особливості тілапії	8
1.2 Генетичні властивості популяції тілапії	9
1.3 Можливі проблеми при вирощуванні тілапії	11
РОЗДІЛ 2 ПЕРЕВАГИ ВИРОЩУВАННЯ ТІЛАПІЇ В УМОВАХ ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ВОДОЙМ РІЗНИХ КРАЇН СВІТУ	16
РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
3.1 Характеристика підприємства	22
3.2 Біолого-технологічні умови для вирощування тілапії	24
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	39
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
6.1. Організація охорони праці на підприємстві	43
6.2. Вимоги безпеки праці при роботі на підприємствах з вирощування риби	44
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	48

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КН – коефіцієнт накопичення

АТФ – аденозинтрифосфатна кислота

БАР – біологічно активні речовини

FCR - Feed Conversion Rate

ОР – органічна речовина

УЗВ - рециркуляційних системах водопостачання

pH – водневий показник

ПАР – поверхнево активні речовини

ВСТУП

Температура є одним із ключових екологічних чинників, що визначають інтенсивність фізіологічних процесів у живих організмах. Коливання температури безпосередньо впливають на швидкість обміну речовин, оскільки всі біохімічні реакції мають температурно залежний характер. Зміни теплових умов довкілля можуть як стимулювати метаболічні процеси, так і призводити до їх уповільнення, що позначається на рості, розвитку, поведінці та загальному фізіологічному стані організмів [11].

У водних екосистемах температура води є визначальним фактором, що регулює активність ферментів, інтенсивність дихання, темпи споживання корму та енергетичні витрати гідробіонтів. Особливо чутливими до температурних змін є риби та інші холонокровні організми, у яких обмін речовин повністю залежить від умов навколишнього середовища. У зв'язку з сучасними кліматичними змінами та тенденцією до зростання частоти екстремальних температурних явищ, дослідження впливу температурних коливань на метаболізм набуває особливої актуальності.

Обмін речовин є базовим фізіологічним процесом, що забезпечує життєдіяльність риб та визначає їхній ріст, розвиток і стійкість до зовнішніх чинників. У природних умовах метаболізм формують комплексні екологічні фактори - температура, концентрація кисню, наявність кормових ресурсів, гідрохімічний режим. Проте в штучних умовах аквакультури ці параметри цілеспрямовано регулюються людиною, що дозволяє створити оптимальні умови для максимального росту й продуктивності риб.

У контрольованих системах – ставових господарствах, рециркуляційних системах водопостачання (УЗВ), басейнових та біофлот-технологіях – обмін речовин залежить від стабільних фізико-хімічних умов середовища. Температурний режим, рівень кисню, склад корму, інтенсивність годівлі, густота посадки та швидкість водообміну відіграють ключову роль у регуляції метаболізму. Саме можливість керувати цими

факторами дає змогу підвищувати темпи росту риб, знижувати витрати кормів і забезпечувати високу рибопродукцію [17].

Разом із тим, штучні умови можуть створювати і метаболічні ризики: кисневі стреси, накопичення метаболітів (амонію, нітритів), порушення кислотно-лужного балансу та перевантаження організму через інтенсивне живлення. Тому вивчення особливостей обміну речовин у риб в умовах індустриального вирощування має важливе значення для розроблення ефективних технологій аквакультури, оцінки фізіологічного стану риб і оптимізації виробничих процесів.

Вивчення цих процесів є важливим для оптимізації технологій аквакультури, прогнозування фізіологічних реакцій гідробіонтів, оцінки їх стійкості до стресових чинників та забезпечення сталого функціонування водних екосистем [9].

В зв'язку з цим метою роботи було визначення ефективності використання біофлок-технологій для вирощування риб в закритих системах водопостачання в фермерському господарстві.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- ознайомитися з видами інноваційних технологій на основі літературних джерел;
- надати характеристику фермерського господарства;
- визначити екологічні групи водних організмів підприємства;
- порівняти умови вирощування гідробіонтів фермерського господарства «Бастіон»;
- зробити висновки щодо проведеної роботи.

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Біологічні особливості тілапії

Тілапії (родини Cichlidae, роди *Oreochromis*, *Tilapia*, *Sarotherodon*) належать до групи евригалінних і евритермних риб, що здатні успішно існувати в різноманітних природних водних екосистемах. Їхні біологічні особливості зумовили широке поширення у водоймах тропічного та субтропічного поясів, а також інтродукцію у водойми різних країн світу. Тілапії характеризуються відносно високим, стиснутим з боків тілом, добре розвиненим спинним плавцем та округлим хвостовим. Мають щільну покривну луску, що забезпечує захист у каламутних і мілководних ділянках водойм. Їхня морфологія сприяє ефективному маневруванню й адаптації до різних гідрологічних умов в природних умовах від стоячих до повільнотекучих вод з різною швидкістю течії.

Особливістю даного виду риб є високий коефіцієнт ваги до довжини, крім того, слід відмітити, що молодь росте доволі швидко, в результаті цього за короткий час досягає маси 300–500 г, як правило, це відбувається протягом одного сезону за оптимальних умов. Така морфофізіологічна пластичність сприяє успішному освоєнню нових біотопів.

Тілапії є теплолюбними рибами. Оптимальна температура їх існування становить 25–30 °С, а нижньою критичною межею є 12–14 °С. Тому в природних водоймах їх чисельність істотно залежить від термічного режиму. Видова група характеризується толерантністю до коливань солоності води, що коливається у значеннях від прісних водойм до солонуватих і навіть морських умов. Це пояснюється здатністю до осморегуляції завдяки спеціалізованим клітинам зябрового епітелію.

Тілапії мають високу стійкість до зниженого вмісту кисню (<3 мг/л). У природних водоймах вони часто займають ділянки з багатою рослинністю та високою органічною продукцією, де спостерігається добова амплітуда кисню.

Тілапії віддають перевагу мілководдям, зарослим макрофітами, де є достатня кількість укриттів та кормової бази. У змішаних природних угрупованнях вони нерідко утворюють щільні популяції та демонструють територіальну поведінку, особливо у період нересту.

Багато видів формують стійкі групи або школи, що знижує ризик хижацтва. У період низької температури риби мігрують у глибші ділянки або зони з теплими джерелами. Тілапії віддають перевагу мілководдям, таким ділянкам, що заросли вищою водною рослинністю, де є достатня кількість укриттів та кормової бази. У змішаних природних угрупованнях вони нерідко утворюють щільні популяції та демонструють територіальну поведінку, особливо у період нересту.

1.2 Генетичні властивості популяції тілапії

Тілапія є зручним об'єктом аквакультури завдяки своїм показникам моносексуальності. Моносексуальні популяції являються групи риб, у яких штучно сформовано особини однієї статі, частіше складаються із самців, інколи самок, залежно від технологічних цілей. У сучасному аквакультурному виробництві створення моносексуальних стад є поширеною практикою, що дозволяє підвищити продуктивність, спростити управління популяцією та уникнути неконтрольованого нересту.

Біологічні передумови формування моносексуальних популяцій полягає в тому, що у риб спостерігається широкий спектр механізмів визначення статі:

- генетичне визначення за генотипами XX, XY, ZZ, ZW;
- екологічно зумовлене, наприклад, температурне змінення статі),
- соціальне або поведінкове у гермафродитних видів.

Такий вид пластичності дає можливість штучно регулювати стать майбутнього потомства під час ранніх етапів онтогенезу або через гібридизацію.

Найбільш поширеним методом отримання моносексуальних популяцій є гормональна обробка личинок андрогенами або естрогенами під час короткого “чутливого вікна” статевої диференціації. Для цього у тілапії використовують 17- α -метилтестостерон для отримання популяцій самців.

У лососевих та корошових видів риб використовують естрогени для отримання самок-продуцентів ікри. Перевагами даного процесу є висока ефективність (90–100%). А до недоліків можна віднести потребу суворого контролю та дотримання ветеринарних норм в штучних умовах вирощування виду.

У деяких видів, крім тілапії сюди можна віднести сомів, статеву диференціація залежить від температури так звана температурна маніпуляція або термосексуалізація. Підвищена температура призводить до збільшення самців, а знижена сприяє збільшенню самок. Метод являється екологічно безпечнішим, проте ефективність залежить від виду й тривалості експозиції.

Генетичні методи до яких відносять селекція та хромосомні маніпуляції YY-самці тілапії. Отримання так званих “суперсамців” YY дозволяє при схрещуванні з XX-самками отримувати 100% самців без гормонів.

Гіногенез та андрогенез використовуються для отримання особин з однаковим набором хромосом (клонів), що застосовується у селекції лососевих і корошових. Процес триплоїдизації спостерігається у даних риб. Триплоїдні риби є стерильними, тому не створюють змішаних популяцій, що дозволяє запобігати неконтрольованому розмноженню у водоймах.

Переваги використання моносексуальних популяцій у рибництві полягають у підвищенні продуктивності. У багатьох видів самці швидше ростуть (наприклад, тілапія - +30–40%), ефективніше засвоюють корм, мають вищий вихід м'яса.

Контроль нересту заключається в тому, що моносексуальні популяції виключають перенаселення ставу, деградацію кормової бази, зниження

темрів росту через часті нерестові цикли. Особливо важливо це при вирощуванні тїлапїї та коропа.

Полїпшення якостї продукцїї полягає в здатностї одностатевих популяцїй дозволяють отримати рївномїрнї розмїри риби, прогнозованї товарнї кондицїї, кращї умови для сортованого вилову.

Стерильнї або моносексуальнї риби, випущенї у природнї водойми, не можуть утворювати стїйких популяцїй, що зменшує ризик бїологїчного забруднення та конкуренцїї з мїсцевими видами.

1.3 Можливї проблеми при вирощуванні тїлапїї

Вирощування тїлапїї (*Oreochromis spp.*, *Tilapia spp.*) є перспективним напрямом аквакультури, однак ефективнїсть її вирощування залежить вїд контролю технологїчних параметрїв та мїнїмїзацїї виробничих ризикїв. У рибницьких господарствах тїляпїя може зазнавати впливу широкого спектра несприятливих факторїв, що порушують фїзїологїчний стан, знижують темпи росту й викликають економїчнї втрати. Нижче наведено основнї групи проблем, характернї для їнтенсивних ї напївїнтенсивних технологїй.

Тїляпїя є досить витривалою рибою, проте її вирощування в системах їз високою щїльностю посадки сприяє швидкому погїршенню гїдрохїмїчних показникїв. Найпоширенїшими проблемами є ряд факторїв та показникїв. До них насамперед вїдносять дефїцит розчиненого кисню, що спостерїгається у ранковї години або за умов надмїрного органїчного навантаження. Кисневий стрес призводить до зниження метаболїчної активностї, вїдмови вїд корму та уповільнення росту. Наряду з цим у водоймах може спостерїгатися накопичення сполук азоту (амонїй, амїак, нїтрити, нїтрати). Токсичний амїак (NH_3) негативно впливає на зябровий епїтелїй, порушує осморегуляцїю та знижує їмунїтет.

Рїзкї температурнї коливання, що особливо характернї для вїдкритих ставїв у рїгонах їз помїрним клїматом. Температури нижче 17–18 °C

пригнічують активність тілапії, а при подальшому зниженні можуть викликати масову загибель.

Надмірний розвиток фітопланктону, що призводить до “цвітіння” води, нічного падіння кисню та виділення вторинних токсичних речовин та зміні гідрохімічних показників в цілому.

Наступною можливою проблемою можуть бути хвороби та паразитарні ураження риб. Незважаючи на стійкість тілапії до низки інфекцій, у сучасних інтенсивних технологіях вона стає вразливою до патогенів. Серед найбільш поширених відмічені бактеріальні хвороби, наприклад, аеромоноз, стрептококоз, псевдомоноз. Вони супроводжуються септицемією, ураженням внутрішніх органів і високою летальністю. Паразитарні інвазії пов’язані з розвитком моногенетичних трематод (роди *Gyrodactylus*, *Dactylogyrus*), інфузорія *Ichthyophthirius multifiliis*, риб’ячі п’явки. Ураження зябрового та слизового шкірного покриву погіршує газообмін і сприяє вторинним інфекціям.

Грибкові ураження (роду *Saprolegnia*) розвиваються на тлі механічних пошкоджень або зниженого рівня імунного захисту. Факторами ризику розвитку хвороб є низька якість води, стрес, висока щільність посадки та відсутність своєчасної профілактики.

Проблеми годівлі й кормової бази також можуть виникати при вирощуванні даного виду. Ефективність інтенсивного вирощування тілапії значною мірою залежить від якісних комбикормів. Найчастіші помилки й ризику можуть бути у використанні та згодовуванні неповноцінних або дешево сформованих кормів, що не забезпечують оптимального рівня протеїну, ліпідів і мінеральних речовин.

Переогодовування риб, яке спричиняє накопиченню надмірного вмісту органічних решток на дні та збільшенню біохімічного споживання кисню, є значною проблемою, особливо на фоні підвищених температур води, що посилюють деструкційні процеси у водоймах або басейнах.

Недогодовування риб не викликає порушення якості води, проте веде до сповільнення росту, гальмування морфологічного розвитку та зростання конкуренції за корм між особинами різних вікових категорій та різними морфологічними показниками.

Використання кормів, забруднених мікотоксинами, що негативно впливають на печінку й імунну систему. Мікотоксини у воді високо токсичні речовини, які виробляються мікроскопічними грибами, що можуть жити у водопровідних системах (наприклад, рода *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*). Приклади цих токсинів включають афлатоксини, які за своєю природою є канцерогенними, фумонізени впливають на нервову систему, деоксініваленол є імунотоксичною сполукою, яка впливає на імунітет та охратоксин є нефротоксичним, що впливає на нервову систему. Вище вказані сполуки потрапляють у воду з забрудненого сільськогосподарського врожаю або через розмноження грибів у самих комунікаціях, гідротехнічних спорудах, при чому негативно впливають на організм риб, спричиняючи проблеми з печінкою, нирками, імунною та гормональною системами людини.

Надмірна щільність посадки для тілапії як для більшості інших видів може мати негативне значення. Оптимальна щільність посадки є ключовим фактором інтенсивного вирощування. При перевищенні нормативних значень можуть виникати стресові реакції організму, що знижують апетит і збільшують витрати енергії. Збільшується ймовірність прояву хвороб, оскільки патогени швидко поширюються в скупчених групах із-зі тісно контакту між особинами.

Нерівномірність росту, конкуренція за корм і простір, підвищене споживання кисню та погіршення якості води являються наслідками порушення технологічних умов вирощування тілапії.

Збалансування щільності посадки має враховувати систему вирощування, вік риби та інтенсивність аерації та температурні показники як водного так і наземного середовища, тому що підвищення температури на

планеті та зміни клімату також можуть негативно впливати на процеси вирощування даного виду в штучних умовах ставків різного типу та призначення.

Технологічні та інженерні проблеми також впливають на процеси вирощування навіть такого еврибійного виду. У системах рециркуляційної аквакультури (РАС) і басейновому вирощуванні зустрічаються такі ризики у вигляді збоїв в роботі аераційного або насосного обладнання, що швидко призводить до критичного зниження кисню, порушення роботи біофільтрів, яке спричиняє сплеск концентрації амонію та нітритів.

Недостатня продуктивність систем очищення, що викликає високу мутність або надлишок зважених часток у воді, знижує рівень прозорості води та збільшує рівень часток в ній.

Втрата енергоефективності внаслідок тепловтрат, особливо в зимовий період. Задля попередження даної проблеми рекомендується застосовувати сучасні засоби підтримання та збереження температурних показників.

Проблеми відтворення виду та генетичні аспекти, які використовуються про проведенні особин шляхом застосування штучного добору.

Тілапія характеризується високою плодovitістю й здатністю до багаторазового нересту протягом року. Це спричиняє низку труднощів до яких відносять небажане самовідтворення у ставових господарствах, що веде до появи великої кількості мальків і зниження темпів росту основного стада та втраті генетичних показників.

Необхідність отримання моносексуальних як правило здебільшого самцевих популяцій, оскільки самці ростуть швидше.

Ризик інбридингу при тривалому використанні одного маточного ядра без оновлення генофонду.

Вплив екологічних та біологічних факторів обов'язково мають значення при вирощуванні даного виду риб.

До екологічних ризиків належать розвиток токсичних водоростей під впливом високих температур та виникнення процесів евтрофікації внаслідок цього. Збільшення органічного забруднення, що погіршує санітарний стан водойм та пов'язане з надмірним вмістом водоростей також може розглядатися і як фактор біологічного походження.

Ризики інвазійного поширення тілапії при потраплянні у природні водойми. Ризик інвазійних видів полягає в їхній здатності витіснити місцеві види, руйнувати екосистеми, спричиняти економічні збитки та загрожувати здоров'ю людей, що призводить до зниження біорізноманіття, зміни природних процесів, наприклад, ерозія, цикли поживних речовин та створення гуманітарних проблем, як-от блокування доступу до води чи руйнування рибальства. Інвазійні види конкурують з місцевими за ресурси, витісняючи їх і призводячи до зникнення. Зменшення унікальності екосистем, коли багато різних місцевих видів замінюються одним-двома інвазійними.

Основними проблемами при вирощуванні тілапії є погіршення гідрохімічного стану води, розвиток інфекцій і паразитарних уражень, порушення годівлі, надмірна щільність посадки та технологічні збої. Комплексне управління якістю води, раціональна годівля, регулярний моніторинг здоров'я риби та суворе дотримання технологічних регламентів дозволяють зменшити ризики та підвищити продуктивність. Урахування генетичних та екологічних факторів є необхідною умовою для стабільного функціонування рибницьких господарств.

РОЗДІЛ 2 ПЕРЕВАГИ ВИРОЩУВАННЯ ТІЛАПІЇ В УМОВАХ ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ВОДОЙМ РІЗНИХ КРАЇН СВІТУ

Тілапія (рід *Oreochromis*, *Tilapia*, *Sarotherodon*) є одним із провідних об'єктів світової аквакультури завдяки високій темпоральній пластичності, швидким темпам росту, невибагливості до умов середовища та здатності ефективно використовувати корми рослинного походження (Табл.2.1).

Таблиця 2.1

Вирощування тілапії в різних країнах світу

№	Країна	Особливості виробництва
1	Китай	Найбільший світовий виробник; інтенсивні стави та садки
2	Індонезія	Вирощування у ставках, озерах; місцеві лінії <i>Nile tilapia</i>
3	Філіппіни	Комбіновані системи: стави, садки, солонувата вода
4	Таїланд	Один з головних експортерів; широке використання моносексуальних популяцій
5	Єгипет	Найбільший виробник тілапії в Африці; вирощування у дельті Нілу
6	Гана	Садкові господарства; швидке зростання виробництва
7	Нігерія	Ставові та дрібні фермерські господарства; полікультура
8	Уганда / Кенія	Розведення у природних озерах
9	Бразилія	Лідер регіону; велике садкове вирощування
10	Колумбія	Потужний експортер філе; ставове та садкове вирощування
11	Перу / Еквадор	Комбіновані системи, зростання експорту
12	США	Високотехнологічні RAS; товарне виробництво
13	Мексика	Ставові та садкові вирощування
14	Нідерланди	Інтенсивні рециркуляційні системи
15	Німеччина	Висококонтрольовані RAS
16	Фіджі / Папуа-Нова Гвінея	Ставові вирощування для внутрішнього споживання
17	Австралія	Локальні ферми в північних регіонах

Із таблиці видно, що найбільшим світовим виробником тілапії в світі є Китай, де вирощування здійснюється інтенсивним та екстенсивним способами.

В аквакультурі різних країн світу вирощують декілька видів роду тілапія.

Мозамбікська тилапія (*Oreochromis mossambicus*) - це один із найпоширеніших видів прісноводних риб родини цихлідових, природним ареалом якого є африканські річкові басейни Замбезі та Лімпопо. Завдяки високій стійкості до різних умов утримання та значній поживній цінності - як джерела білка, вітамінів і мінералів - цей вид активно культивується в аквакультурі багатьох країн світу, зокрема й в Україні.

Нільська тілапія (*Oreochromis niloticus*) це високоцінний вид цихлід, що походить з Африки та Леванту. Це одна з найважливіших риб у світовій аквакультурі завдяки швидкому зростанню, витривалості до умов вирощування та м'якому, білому, нежирному м'ясу. Нільські тілапії мають глибоке, злегка стисле тіло, зазвичай виростаючи до середньої довжини 30–40 см. Їхній колір коливається від темно-оливкового до сірувато-блакитного, з чіткими вертикальними смугами, часто присутніми на хвостовому плавці. У самців, що розмножуються, може з'явитися рожево-червоний рум'янець.

Онїл тілапія (*Nile Tilapia*) широко відомий представник прісноводних риб роду *Tilapia* (родина Цихлідові), природним ареалом якого є Африка. Вид цінується за інтенсивні темпи росту, стійкість до різних умов вирощування та поживне значення, що забезпечує йому провідне місце в аквакультурі й робить важливим джерелом високоякісного білка з м'яким білим м'ясом.

Тіляпія має делікатний смак, практично позбавлена дрібних кісток і належить до дієтичних продуктів, що робить її придатною як для першого прикорму дітей, так і для раціону людей, які дотримуються здорового харчування. М'ясо тіляпії багате на мінерали - залізо, цинк, фосфор, селен, магній, калій та кальцій, а також містить вітаміни К, Е та групи В. Ця риба є цінним джерелом легкозасвоюваного низькокалорійного білка, необхідного

для формування м'язової тканини, тому її філе особливо корисне для дітей, яким потрібна достатня кількість протеїну для росту. Крім того, тіляпія містить поліненасичені жирні кислоти, що відіграють важливу роль у підтриманні нормальної роботи організму: вони сприяють зміцненню серцево-судинної системи, знижують рівень «поганого» холестерину та зменшують ризики тромбозів і атеросклерозу.

Основними районами вирощування тіляпії в Китаї є провінції Гуандун, Гуансі, Хайнань, Фуцзянь, Юньнань. Взагалі країна відрізняється наявністю тропічного та субтропічного клімату, що забезпечує тривалий вегетаційний період. Оптимальна температура для росту тіляпії сягає 26–30°C. У природних і штучних водоймах Південного Китаю температура води коливається в залежності від сезону весною 20–25°C, влітку 28–32°C, восени 24–28°C, а взимку (у деяких регіонах) може падати до 14–16°C, в таких випадках ріст риби суттєво сповільнюється.

У південних регіонах сезон активного росту триває 9–11 місяців на рік, що дозволяє отримувати товарну рибу за 5–6 місяців.

Китай використовує кілька моделей інтенсивності виробництва: ставки або традиційні водойми, що є найпоширенішими системами. Площа ставок може складати 0,1–1,0 га, а глибина 1,5–2,0 м. Динамічний водообмін або періодична підміна води знаходиться у вигляді кліткових господарств у водосховищах та річках. Використовуються також великі водосховища, що створені на території країни, наприклад, Пірл-Рівер. Для звичайного вирощування тіляпії тут характерна висока щільність посадки.

Крім того, вирощуються в умовах рециркуляційних систем (RAS) та використовуються для експорту та виробництва філе. В умовах рециркулярних систем постійно здійснюється контроль температури, кисню та водневого показника. Китайські господарства активно використовують: аерацію (paddle-wheel aerators), біофільтрацію, а також регулювання органічного навантаження підприємства кормами. У Китаї застосовують

кілька моделей вирощування тілапії залежно від природних умов та інтенсивності виробництва:

Ставкові господарства є найпоширенішими формами, структури площею 0,1–1,0 га і глибиною 1,5–2,0 м. Використовуються системи підміни води та штучної аерації, що підтримують оптимальні гідрохімічні параметри.

Кліткове вирощування у водосховищах характерне для басейну річки Чжуцзян, де застосовують високу щільність посадки та інтенсивну годівлю.

Рециркуляційні аквакультурні системи (RAS) забезпечують повний контроль параметрів водного середовища, використовуються переважно для виробництва товарної риби високої якості та експорту філе.

У країнах із теплим кліматом тілапія вирощується у великих масштабах у ставкових господарствах, тоді як у регіонах з помірною зоною пріоритетними стають рециркуляційні системи водопостачання. Виробництво даного виду є економічно привабливим, оскільки риба демонструє високий коефіцієнт конверсії корму, стійкість до захворювань і гарну товарну якість.

Тілапія є одним із наймасовіших видів аквакультури у світі, поступаючись лише коропу та лососевим. Її вирощують більш ніж у 140 країнах, від тропічних до помірних зон. Основними виробниками є держави з теплим кліматом або розвиненими рециркуляційними системами.

Даний рід є зручним об'єктом вирощування з урахуванням годівлі. Тілапії є типовими всеїдними рибами з перевагою фітофагії та детритофагії на різних етапах розвитку. У природних водоймах основу їхнього раціону становить фітопланктон, в якому переважають хлорофітові та діатомові водорості та вищі водні рослини. Перифітон є достатньо масовим, як рослинного так і тваринного походження. Детрит та частково бентосні безхребетні також є складовою харчового раціону тілапії (Рис. 2.1).

Харчування тілапії базується на комбікормах із вмістом протеїну 26–32%. У ставкових системах значну частку раціону становить природна їжа - фітопланктон, зоопланктон, перифітон і детрит. Добова норма годівлі

зазвичай становить 3–5% маси тіла, коригується відповідно до температури та активності риби.

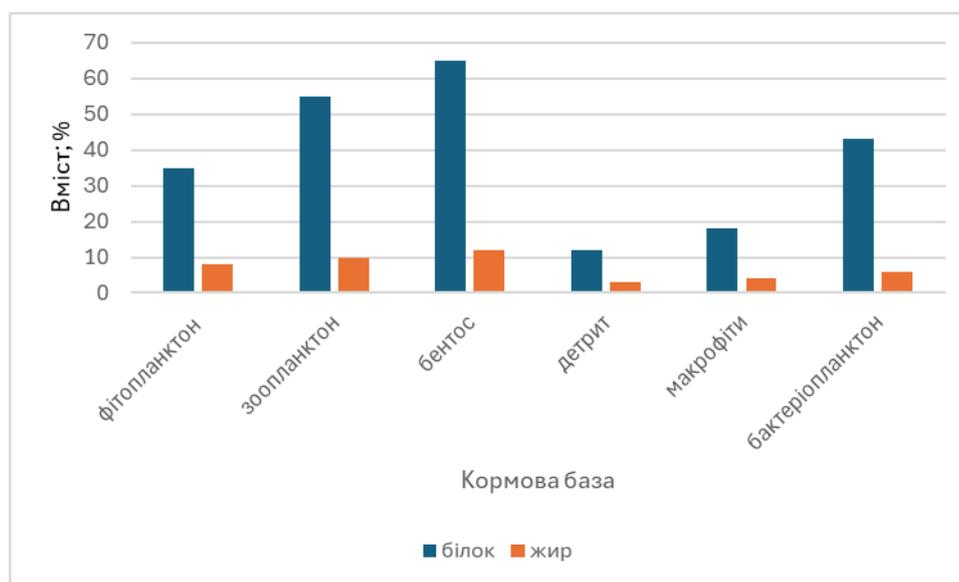


Рис. 2.1. Кормова база тілапії природних водойм

Діаграма містить основні групи природної кормової бази тілапії та їхню поживну характеристику, що включає вміст сирого протеїну, ліпідів, клітковини та орієнтовну енергетичну цінність. Фітопланктонні організми (*Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanobacteria*) характеризується вмістом протеїну на рівні 15–25 % та низькою часткою ліпідів (5–8 %), що робить його важливим джерелом вуглеводів та пігментів. Зоопланктон (*Cladocera*, *Copepoda*, *Rotatoria*) містить значно більшу частку протеїну в розмірі 40–55 %, а також до 10 % ліпідів, що забезпечує молодь тілапії необхідною енергією для інтенсивного росту. Перифітон, який складається з водоростей, бактерій та дрібних безхребетних, відзначається змішаним складом і містить близько 30–40 % білка та 5–12 % ліпідів, що робить його одним з найцінніших природних кормів.

Детрит представлений органічними частками та бактеріальним комплексом, характеризується більш низьким протеїновим рівнем (10–15 %), але слугує стабільним джерелом енергії завдяки вуглеводам і розчиненим

органічним речовинам. Рослинні рештки та макрофіти містять 8–12 % білка, проте мають високу частку клітковини, що сприяє нормалізації травлення. Загальна енергетична цінність кормової бази коливається в межах 7–18 кДж/г залежно від групи кормів.

Отримані дані демонструють, що тілапія є високопластичним всеїдним видом, здатним ефективно використовувати різні компоненти природної кормової бази. Найбільш значущими для росту та розвитку молоді є зоопланктон і перифітон, які забезпечують організм високоякісним протеїном і легкозасвоюваними ліпідами. Завдяки цьому у водоймах із добре розвиненою природною кормовою базою можливе зменшення витрат на штучні корми та підвищення економічної ефективності вирощування тілапії.

Завдяки такому широкому спектру харчування тілапії займають важливу екологічну нішу біофільтрів та регуляторів надмірного розвитку водоростей. Проте при інтродукції у нові водойми вони можуть впливати на трофічну структуру, конкуруючи з аборигенними видами.

РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика підприємства

Приватне акціонерне товариство «Компанія «Бастіон» являється одним із відомих в Україні підприємств, які працюють в галузі переробки свіжої риби, мороженої риби і різних видів морепродуктів. Виробнича дільниця розташована в місті Дніпропетровськ (Дніпро) за адресою: Авіаторське вул. Аеродромна

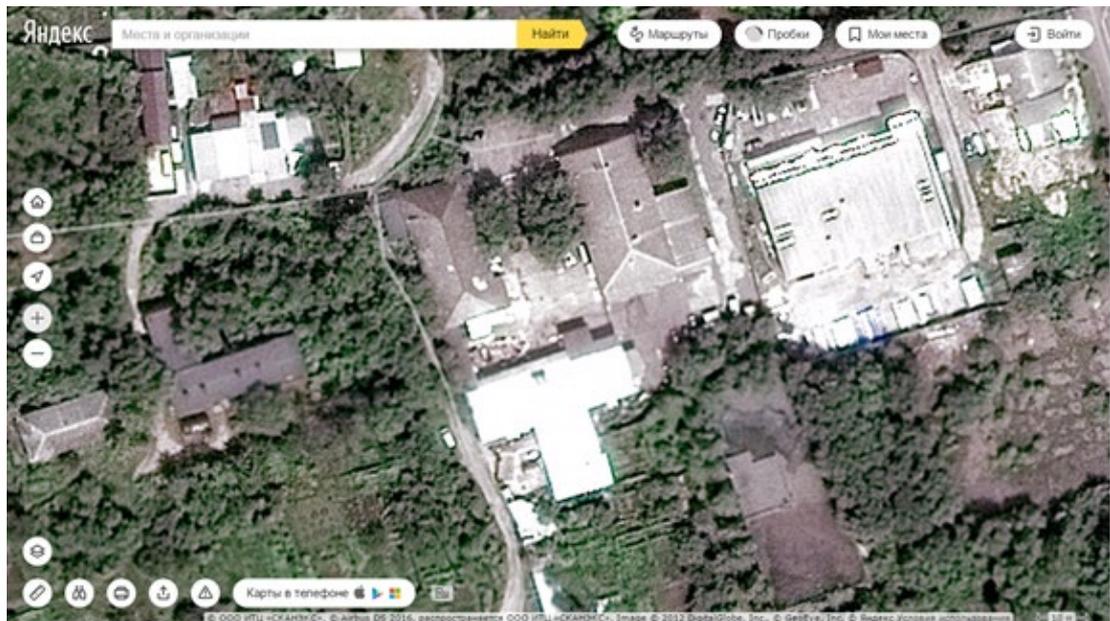


Рис. 3.1. Розташування підприємства «Бастіон»

Компанія була заснована у 1997 році й нині постачає рибну продукцію більш ніж до 20 країн світу. Завдяки тривалому досвіду роботи та сформованим технологічним підходам ПРАТ «Компанія «Бастіон»» отримала високу репутацію на ринках Європи, Америки та країн СНД. На території України продукція підприємства реалізується під торговою маркою «НашаFishка». Асортимент постійно зростає, а виробничі потужності зосереджені на переробці та виготовленні свіжоморожених продуктів — філе, тушки, фаршу та мороженої ікри [13].

Для переробки використовують лише свіжу й охолоджену рибу різних видів. Технологія «шокового» заморожування, що застосовується на

підприємстві, забезпечує тривале збереження поживної та енергетичної цінності продукції.

«Бастіон» є одним із найбільш динамічних і перспективних підприємств харчової промисловості України [17]. Довгострокова стратегія розвитку, сформована менеджментом компанії, включає такі ключові напрями:

- впровадження сучасних високотехнологічних виробничих процесів;
- забезпечення високої якості продукції;
- ефективну систему контролю якості;
- застосування інноваційних технологій;
- розширення виробничих потужностей;
- освоєння нових видів продукції;
- роботу висококваліфікованого персоналу;
- вдосконалену систему менеджменту та маркетингу;
- вихід на нові ринки збуту.

На підприємстві широко використовуються установки замкнутого водопостачання (Рис. 3.2)

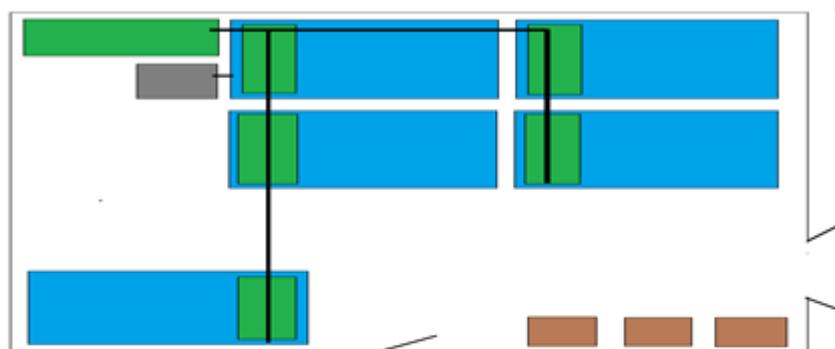


Рис. 3.2. Схема розташування нижньої частини установки

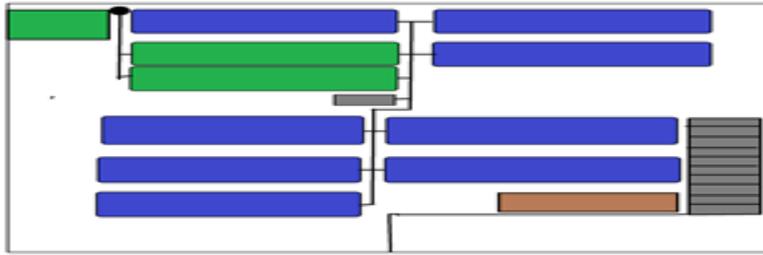


Рис. 3.3. Схема розташування верхньої частини установки

Особливий акцент у діяльності зроблено на підвищенні кваліфікації працівників. Для цього у компанії реалізується спеціальна програма, спрямована на розвиток професійних компетентностей персоналу.

3.2 Біолого-технологічні умови для вирощування тілапії

Тілапія (*Oreochromis niloticus*) належить до теплолюбних видів риб, що характеризуються високими темпами росту та значною екологічною пластичністю, однак для інтенсивного вирощування необхідне забезпечення оптимальних гідрофізичних і гідрохімічних параметрів середовища. Ключовим фактором є температура, оскільки саме вона визначає рівень метаболізму та швидкість росту. Оптимальний температурний діапазон становить 26–30 °С, тоді як за температури нижче 20 °С спостерігається пригнічення ростових процесів, а при 15 °С і нижче – ризик загибелі риби значно зростає.

На рисунку 3.4 наведено зовнішні особливості будови тілапії.



Рис. 3.4. Зовнішня будова тілапії (*Oreochromis niloticus*)

Не менш важливим показником є концентрація розчиненого кисню. Для забезпечення високої продуктивності потрібен рівень не менше 5 мг/л, оскільки хоча тілапія й здатна витримувати короточасні зниження, їх тривала дія викликає стрес та порушення обміну речовин (FAO, 2022). У системах замкнутого водопостачання (УЗВ) необхідна постійна аерація та підтримання стабільних умов.

Гідрохімічні вимоги до води включають такі параметри: рН 6,5–8,5, концентрація неіонізованого аміаку (NH_3) – не більше 0,1 мг/л, нітритів – до 0,2 мг/л, нітратів – до 100 мг/л. Стабілізація цих показників досягається через використання механічних і біофільтрів, а також регулярні підміни води обсягом 5–10 % на добу. Тілапія демонструє високу толерантність до коливань солоності та може розвиватися за рівня мінералізації 0–20‰, залежно від виду.

Щільність посадки відіграє важливу роль у процесі інтенсифікації. В умовах УЗВ вона може досягати 40–80 кг/м³, тоді як у ставкових господарствах становить 1–3 екземпляри на м². У полікультурі тілапію часто використовують як вид-утилізатор, що ефективно споживає залишки кормів і біоплівку, підвищуючи загальний екологічний стан водойми.



Рис. 3.5. Басейни з тілапією в умовах підприємства

Годівля є одним із ключових технологічних аспектів. Для молоді рекомендовані корми із вмістом сирого протеїну 28–35 %, а для товарної риби - 25–30 %. За оптимальних умов коефіцієнт кормової конверсії (FCR) становить 1,2–1,6, що свідчить про високу ефективність засвоєння поживних речовин. Годування здійснюють 2–4 рази на добу з урахуванням температури та інтенсивності росту (Рис.3.6).



Рис. 3.6. Корм для годівлі тілапії в умовах підприємства

Освітлення також впливає на фізіологічний стан та активність риби. Оптимальна тривалість світлового дня складає 12–16 год, що сприяє стабільним показникам росту та зменшенню стресових реакцій (FAO, 2022). Освітлення є одним із ключових екологічних чинників, що впливають на фізіологічний стан, поведінку та темпи росту риб. Світловий режим визначає добову активність, інтенсивність живлення, пігментацію, рівень стресу та репродуктивні процеси. У сучасних аквакультурних системах (ставові господарства, УЗВ, аквапоніка) освітлення регулюється штучно з метою забезпечення стабільних умов та оптимальної продуктивності. Для більшості риб оптимальна тривалість світлового дня становить 12–16 годин, що сприяє нормальній циркадіальній активності та забезпечує сталі темпи росту. Подовжений фотоперіод у молоді багатьох видів (лососеві, тилapia, сомові) стимулює [15]

Для забезпечення біобезпеки необхідним є використання сертифікованого зарибку, проведення двотижневого карантину та регулярний моніторинг інфекційних і паразитарних захворювань. Найпоширенішими проблемами є стрептококози та паразитарні інвазії [29]. Важливим аспектом залишається недопущення різких змін температури, рН та інших параметрів водного середовища.

Умови для розмноження включають підвищену температуру (28–30 °C), співвідношення самців і самок 1:3–1:5 та забезпечення субстрату для нерестової поведінки в ставках. У промисловому вирощуванні переважає використання моностаєвих популяцій, що дозволяє уникнути неконтрольованого розмноження та підвищити рибопродуктивність.

Вирощування тилapia потребує суворого контролю гідрохімічних параметрів, забезпечення стабільної температури, високої якості кормів та дотримання принципів біобезпеки. Дотримання цих вимог є основою отримання високих показників продуктивності в інтенсивних системах аквакультури (Рис. 3.7).

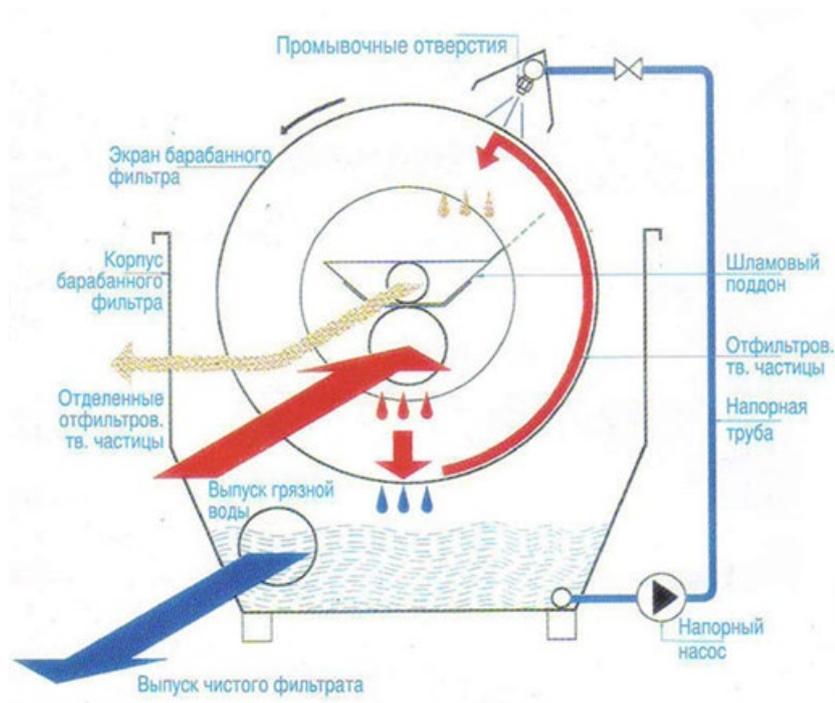


Рисунок 3.7. Очищення води за допомогою механічного фільтру

Підприємство оснащено необхідним обладнанням для виконання санітарно-гігієнічних робіт. До нього належать, зокрема, мийний апарат марки «Kärcher», мобільні насоси для відбору води з басейнів, прилади для регулювання температурного режиму, а також водонагрівачі.



Рисунок 3.8. Використання фільтру для води

Важливою складовою технічного забезпечення є механічно-біологічний фільтр барабанного типу, який очищує воду нижнього ярусу басейнів. Він забезпечує фільтрацію до 1 м³ води та значно підвищує ефективність догляду за гідробіонтами.

Механічний фільтр для води встановлюється на водопровідну магістраль для захисту сантехніки, побутових приладів та подальших систем фільтрації від забруднень, які можуть потрапляти з комунальних мереж або свердловин.

Таблиця 3.1 –

Гідрохімічні вимоги до якості води для вирощування тілапії

Показники	Технологічна норма	Система замкнутого водокористування	
		втік	витік
Виважені частинки, мг/л	до 30,0	7,0-8,0	16,0-20
Водневий показник	6,8-7,2	7,0-7,2	7,0-7,1
Нітриди, мг/л	до 0,1-0,2	0,06-0,08	0,1-0,15
Нітрати, мг/л	до 60,0	1,0-1,6	8,0-10,0
Амонійний азот, мг/л	2,0-4,0	1,0-1,2	1,5-2,0
Окислюваність, мг О/л біхроматна перманганатна	20,0-60,0 10,0-15,0	12,0-14,0 8,0-10,0	20,0-26,0 14,0-16,0
Кисень, мг/л на виході із басейну; на виході із очисних споруд	5,0-12,0 4,0-8,0	- 4,0-5,0	5,0-7,0 -

Вітчизняне індустріальне вирощування тілапії за сучасних екологічних умов потребує доопрацювання окремих складових інтенсивної технології, зокрема оптимізації методів її відтворення. Виробничі випробування, проведені в умовах промислового рибницького господарства, підтверджують

високий продуктивний потенціал тілапії. Ефективність вирощування визначалася як впливом чинників навколишнього середовища (тривалість вегетаційного періоду, температурний режим), так і технологічними параметрами як щільністю посадки, рівнем годівлі, гідрохімічними характеристиками води, стабільністю температури та водневого показника.

РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вирощування тілапії в штучних умовах є перспективним напрямком аквакультури в Україні, який дозволяє отримувати високоякісну рибу незалежно від природних водоем. Цей процес вимагає створення та підтримки оптимальних параметрів середовища, найчастіше в установках замкненого водопостачання (УЗВ) або спеціалізованих басейнах/ставках з підігрівом води.

На графіку представлено залежність швидкості приросту риби (%) від температури води. У діапазоні низьких температур (1–3 °C) показники залишаються стабільними та становлять 2,8 %. За підвищення температури до 4 °C спостерігається максимальне значення приросту — 2,85 %, що свідчить про оптимальний температурний режим для інтенсивності метаболізму та росту риб. На графіку показано, як змінюється відносна швидкість росту тілапії (%) залежно від температури води (°C) (Рис. 4.1).

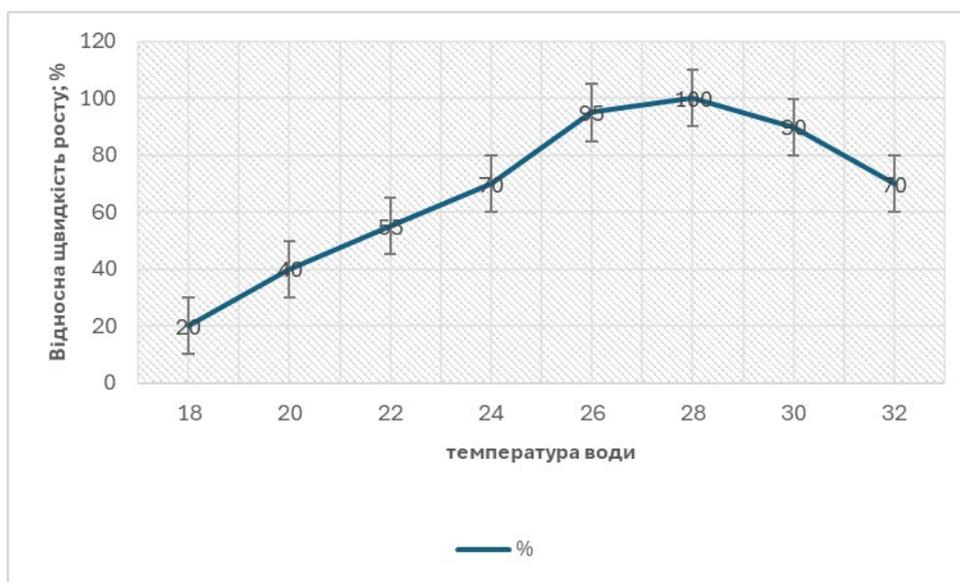


Рис. 4.1 – Графік залежності швидкості приросту риби від температури

Починаючи з показника температури 5 °C, швидкість приросту тілапії поступово знижується: при 5 °C до 2,6 %, при 6 °C - 2,4 %, при 7 °C до 2,2 %.

Таке зниження може бути пов'язане з підвищенням енергетичних витрат

організму на підтримання фізіологічної рівноваги за умов підвищеної температури, що зменшує частку енергії, спрямованої безпосередньо на ріст.

На графіку представлено взаємозв'язок між показником рН води, рівнем приросту тіляпії та витратами кормів у різних експериментальних варіантах (Рис. 4.2).

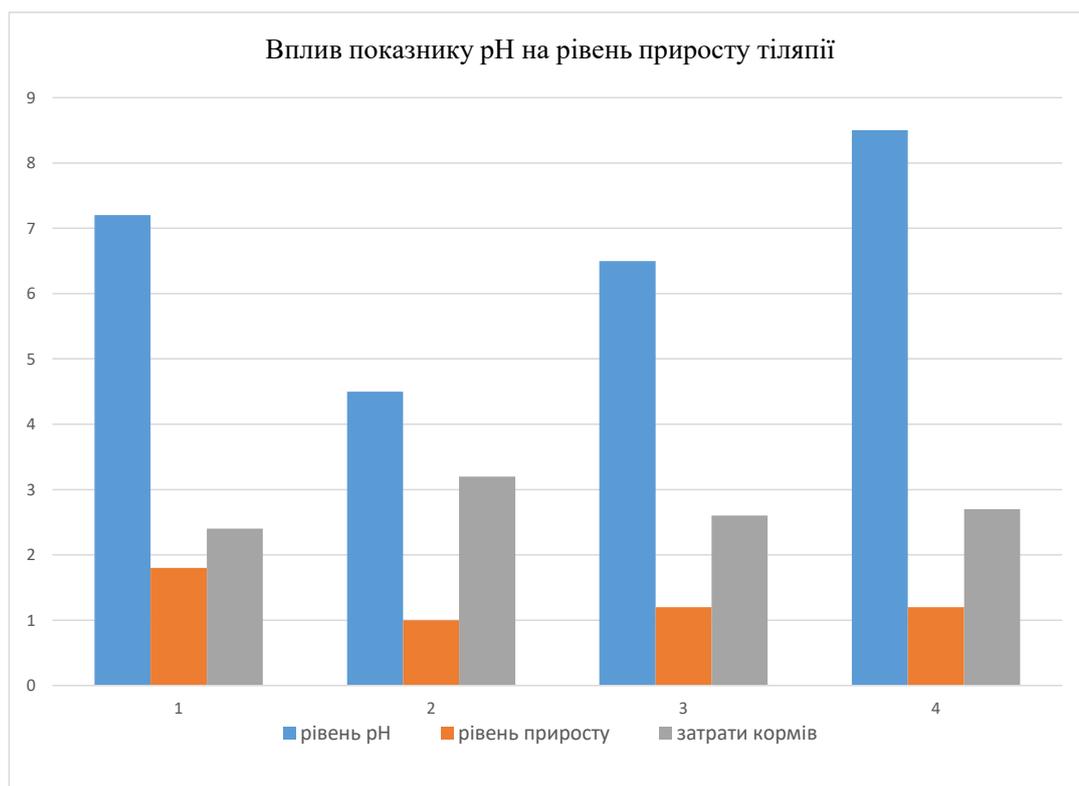


Рис. 4.2 Вплив водневого показника води на приріст тіляпії та затрат на корми

У першому варіанті рівень кислотності становив 7,2, що супроводжувалося приростом 1,8 та витратами кормів 2,4. У другому варіанті рН знижувався до 4,5, що призвело до зменшення приросту риби до 1,0 та збільшення витрат кормів до 3,2, що вказує на негативний вплив закислення води на фізіологічний стан тіляпії.

У третьому варіанті рН зростав до 6,5, що сприяло підвищенню приросту до 1,2 та зменшенню витрат кормів до 2,6. Четвертий варіант характеризувався найбільш лужним середовищем рН=8,5, за якого приріст становив 1,2, а витрати кормів - 2,7.

Отримані дані демонструють, що надто низький рН (близько 4,5) призводить до різкого падіння приросту та збільшення кормових витрат; оптимальний діапазон рН для тіляпії знаходиться між 6,5 і 7,5, де спостерігається найвищий приріст і помірні витрати кормів; надлишкове підлуження ($\text{pH} > 8$) не викликає різкого зниження приросту, але не забезпечує значної ефективності порівняно з оптимальними значеннями.

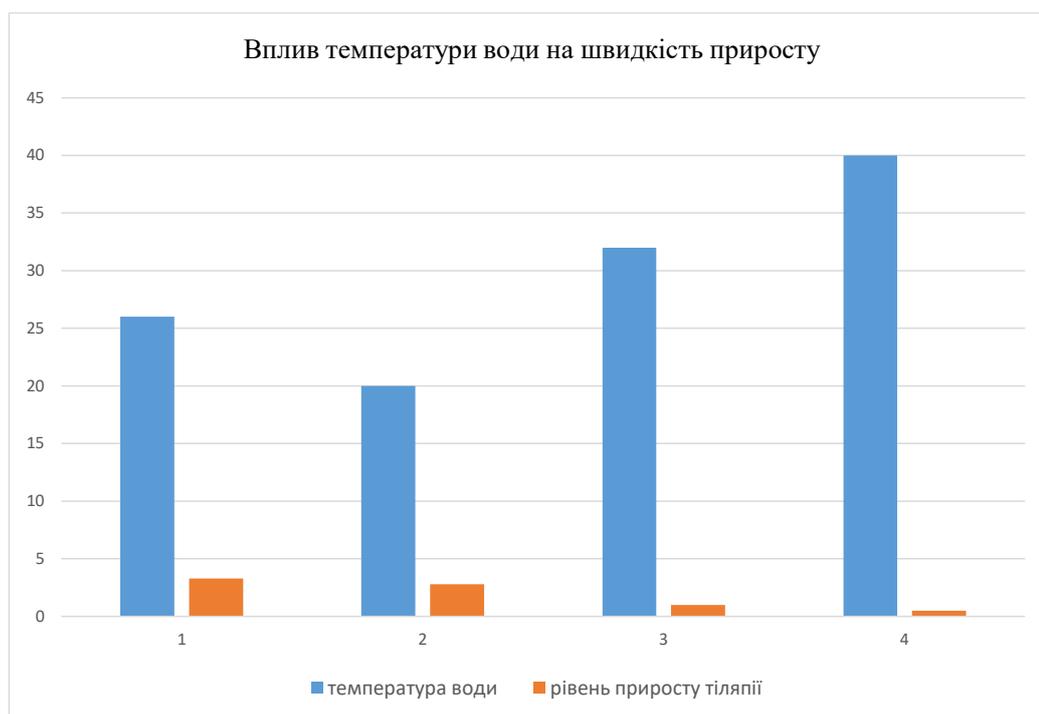


Рис. 4.3 Вплив водневого показника води на приріст тіляпії та затрат на корми

Оптимум росту знаходиться близько 24–28 °С, що узгоджується з літературою. При підвищенні температури понад 30 °С спостерігається стрес тепла зниження росту. При 40 °С спостерігається різке падіння приросту, що небезпечно для тіляпії. Відмічається наявність сильної негативної кореляції.

Основні тенденції спостерігаються наступного характеру при 18–20 °С швидкість росту низька 20–40%, що свідчить та підтверджує про уповільнений метаболізм у прохолодній воді. У діапазоні 22–24 °С ріст істотно прискорюється і досягає 55–70%, оскільки температура наближається

до оптимальної для фізіологічних процесів. При 26–28 °С спостерігається максимальна швидкість росту 95–100%, що відповідає оптимальним умовам для тілапії. Починаючи з 30 °С, ріст дещо зменшується 90%, а при 32 °С швидкість росту падає до 70%, що може свідчити про тепловий стрес.

Графік демонструє, що оптимальний температурний діапазон для росту тілапії становить 26–28 °С. Нижчі температури значно уповільнюють приріст маси, тоді як надто високі показники знижують ріст через стрес і підвищені енергетичні витрати на підтримання гомеостазу.

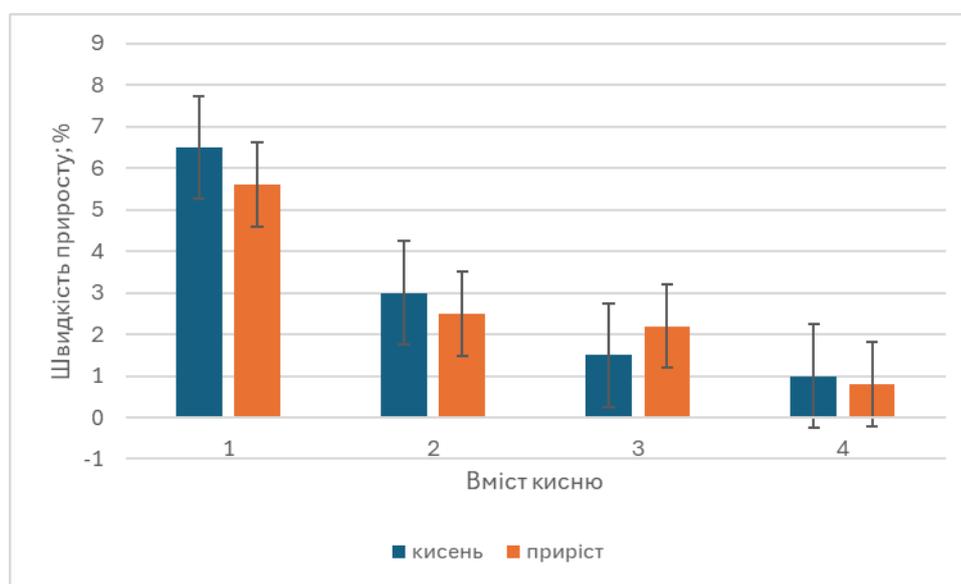


Рис. 4.4 – Вплив вільного кисню на приріст тілапії

За високого кисню риба має високий рівень метаболізму, що сприяє активному росту. При зниженні до 1–2 мг/л — відбувається гіпоксія → ріст різко зменшується.

Для кількісної оцінки залежності швидкості приросту тілапії від концентрації розчиненого кисню у воді було проведено регресійний аналіз. У дослідженні використано експериментальні дані, що відображають середній приріст риби (%) за різних рівнів кисневого режиму (1,0–6,5 мг/л).

Модель описує цю залежність кількісно.

Результати аналізу показали наявність вираженої прямої залежності між вмістом кисню та швидкістю приросту тіляпії. Лінійна регресійна модель має вигляд:

$$Y = 0.792 X + 0.474,$$

де Y - швидкість приросту, %,

X - концентрація розчиненого кисню, мг/л.

Отримане значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0.960$ свідчить про те, що 96% варіації приросту риби пояснюється змінами у кисневому режимі водойми. Таким чином, рівень кисню є ключовим фактором, що визначає інтенсивність ростових процесів у тіляпії.

Коефіцієнт нахилу (slope = 0.792) має позитивне значення, що вказує на збільшення приросту приблизно на 0,8% при підвищенні концентрації кисню на кожен 1 мг/л. Статистична значущість моделі підтверджується p -value = 0.020 ($p < 0.05$), що дозволяє вважати отриману залежність достовірною.

Біологічно це узгоджується з фізіологічними особливостями тіляпії, для якої оптимальний рівень розчиненого кисню забезпечує активний метаболізм, високу інтенсивність живлення та ефективне засвоєння корму. При зниженні концентрації кисню до рівня гіпоксії (1–2 мг/л) спостерігається різке зменшення приросту, що відображено і в моделі.

Таким чином, проведений регресійний аналіз підтверджує, що концентрація розчиненого кисню є одним із основних лімітуючих чинників росту тіляпії, а підтримання його на рівні не нижче 5–6 мг/л є необхідною умовою для отримання високих продуктивних показників у системах аквакультури.

Щільність посадки є одним із ключових факторів, що визначає продуктивність вирощування тіляпії в системах прісноводної аквакультури. Зі збільшенням кількості риби на одиницю об'єму змінюються фізико-хімічні

властивості води, інтенсивність кормової конкуренції, стресові реакції та енергетичні витрати риби, що прямо впливає на швидкість приросту та загальний стан організму.

Низька щільність посадки (5–10 кг/м³) забезпечує достатню кількість кисню, хороший гідрохімічний режим і мінімальну конкуренцію за корм. Риба має вищу активність, краще засвоює корм. Приріст максимально високий, коефіцієнт конверсії корму (FCR) оптимальний. Тілапія демонструє високі темпи росту, досягаючи товарних розмірів швидше.

Середня щільність посадки (15–30 кг/м³) вважається оптимальною для більшості рибницьких підприємств. Риба зберігає достатній доступ до кисню та корму, але конкуренція зростає. Спостерігається помірне зниження приросту, темпи росту стають більш рівномірними. FCR дещо погіршується, але економічна ефективність залишається високою.

Висока щільність посадки (35–60 кг/м³ і більше) спостерігається зниження рівня кисню, підвищення концентрації аміаку та CO₂. Зростає конкуренція за корм, частішають випадки агресивної поведінки. Риба витрачає більше енергії на рух та підтримання фізіологічних функцій. Виникає стрес і пригнічення росту, знижується імунна резистентність. Приріст може зменшуватися в 1,5–3 рази порівняно з оптимальною щільністю. Механізми впливу підвищеної щільності посадки на приріст тілапії проявляється у вигляді кисневого дефіциту при надмірній кількості риби у водоймі споживання розчиненого кисню різко зростає, а його відновлення уповільнюється. Тілапія, хоч і більш стійка до низького показника вільного вмісту кисню, все ж знижує темпи росту при концентрації нижче 3–4 мг/л.

Збільшення конкуренції за корм домінантні риби отримують більшу частину корму, тому група стає неоднорідною. Це призводить до ростової асиметрії, що негативно впливає на загальну продуктивність.

Підвищення концентрації токсичних сполук також виникає висока щільність - збільшення екскреції аміаку та органічних залишків. При накопиченні NH_3 знижується апетит і гальмуються фізіологічні процеси росту. При надмірній кількості риби у водоймі споживання розчиненого кисню різко зростає, а його відновлення уповільнюється. Тілапія, хоч і більш стійка до низького O_2 , все ж знижує темпи росту при концентрації нижче 3–4 мг/л.

Стресовий фактор діє як постійний контакт, зменшення вільного простору та зміни екологічних параметрів води активують стресову відповідь, що підвищує метаболічні витрати та знижує енергетичні ресурси, доступні для росту. Домінантні риби отримують більшу частину корму, тому група стає неоднорідною. Це призводить до ростової асиметрії, що негативно впливає на загальну продуктивність.

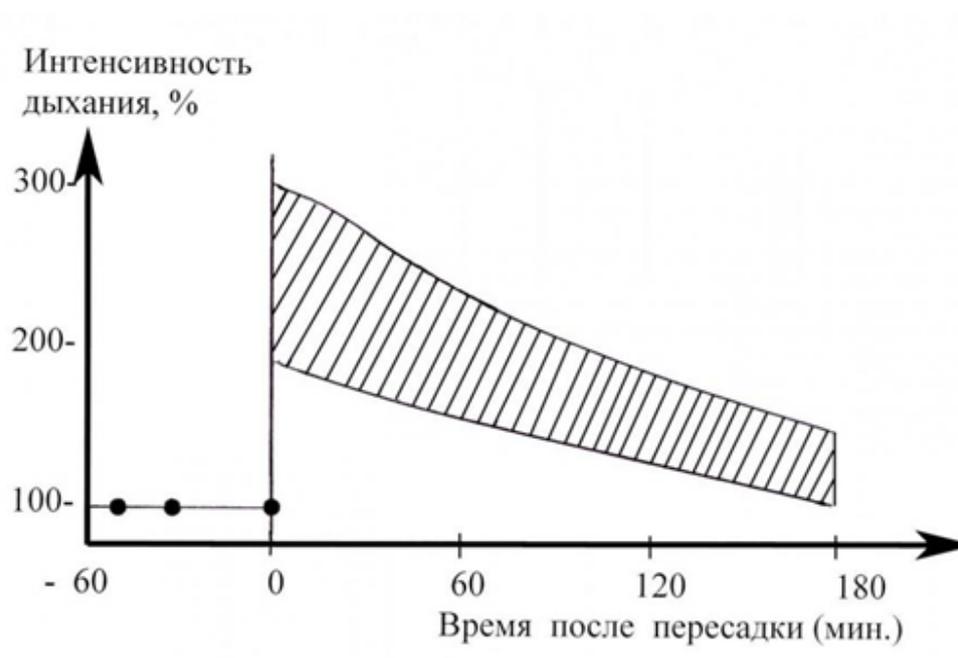


Рис. 4.5 Вплив пересадки на інтенсивність дихання тілапії

Підвищення щільності посадки тілапії призводить до зниження темпів приросту внаслідок погіршення кисневого режиму, посилення кормової конкуренції, підвищення стресового навантаження та накопичення токсичних речовин у воді. Оптимальна щільність посадки для досягнення

максимального приросту становить 15–25 кг/м³, тоді як перевищення 35–40 кг/м³ значно пригнічує ріст.

Домінантні риби отримують більшу частину корму, тому група стає неоднорідною. Це призводить до ростової асиметрії, що негативно впливає на загальну продуктивність. Висока щільність → збільшення екскреції аміаку та органічних залишків. При накопиченні NH₃ знижується апетит і гальмуються фізіологічні процеси росту.

Стресовий фактор виникає як постійний контакт, зменшення вільного простору та зміни екологічних параметрів води активують стресову відповідь, що підвищує метаболічні витрати та знижує енергетичні ресурси, доступні для росту.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вирощування тілапії має подвійний вплив на довкілля: за умови раціонального управління воно може сприяти природоохоронній діяльності, проте при неконтрольованих практиках здатне створювати екологічні ризики. Тому розуміння взаємозв'язку між аквакультурою тілапії та охороною природи є важливим для забезпечення екологічно безпечного та стійкого розвитку рибництва.

Тілапія є об'єктом інтенсивної аквакультури, тому її вирощування значно знижує потребу у вилові дикої риби для споживання. Це зменшує перелов ресурсів у річках і озерах, деградацію природних екосистем, скорочення біорізноманіття.

У регіонах Африки та Азії саме розвиток тілапієвого рибництва став чинником стабілізації популяцій місцевих промислових видів. Ефективне використання ресурсів за допомогою тілапії має низький коефіцієнт конверсії корму (FCR 1,2–1,6), споживає переважно рослинні корми, толерантна до різних гідрохімічних умов. Це робить її виробництво менш ресурсо місткою порівняно з іншими об'єктами аквакультури такими як лососеві риби, наприклад, форель.

Участь у біоремедіації тілапії полягає у застосуванні її у змішаних системах вирощування. Даний вид може знижувати кількість органічних залишків у воді, контролювати надмірний розвиток водоростей, покращувати прозорість води. Такі функції використовують у Китаї, Індонезії, Ізраїлі, де тілапія застосовується для “екологічного очищення” ставків і водосховищ.

Тілапія є одним із ключових об'єктів світової аквакультури, а її вирощування набуло широкого поширення у країнах Азії, Африки та Латинської Америки. Розвиток галузі має важливі природоохоронні аспекти, оскільки поєднує вирішення продовольчих завдань із необхідністю збереження екологічної рівноваги у водних екосистемах. У цьому контексті актуальним є аналіз позитивного та потенційно негативного впливу

аквакультури тілапії на природне середовище, а також практик, спрямованих на забезпечення екологічної сталості.

Одним із ключових екологічних аспектів вирощування тілапії є зменшення антропогенного тиску на природні популяції риб. Завдяки високій продуктивності ставових та індустріальних господарств знижується потреба у вилові риби з природних водойм, що сприяє відновленню запасів та підвищенню стійкості екосистем. Розвиток аквакультури тілапії дозволив у ряді країн компенсувати дефіцит білкових ресурсів без інтенсивної експлуатації річкових і озерних біоценозів.

Тілапія характеризується високою екологічною пластичністю та ефективним використанням кормів, що забезпечує низький коефіцієнт конверсії корму (FCR 1,2–1,6). Риба здатна засвоювати рослинні та комбіновані корми, що зменшує залежність від кормів тваринного походження та скорочує потребу у вилові морських видів для виробництва рибного борошна. Окрім того, тілапія активно споживає водорості, перифітон та детрит, завдяки чому може брати участь у природних процесах самоочищення водойм.

У деяких країнах тілапію використовують у системах біоремедіації для контролю розвитку фітопланктону та зменшення органічного навантаження у ставках і водосховищах. За рахунок інтенсивного живлення перифітоном тілапія сприяє стабілізації трофічного стану та покращенню структури водних угруповань.

Попри значний природоохоронний потенціал, вирощування тілапії може супроводжуватися певними екологічними ризиками. Одним із найбільш поширених є інвазійність інтродукованих видів. У разі потрапляння у природні водойми тілапія здатна швидко розмножуватися, конкурувати з місцевими видами за ресурси та змінювати структуру біоценозів. Такі випадки зафіксовані в Азії, Латинській Америці та окремих регіонах США.

Інтенсивні форми аквакультури можуть спричиняти локальне погіршення якості води через накопичення залишків корму та продуктів метаболізму. Це призводить до підвищення концентрації аміаку, нітритів, зменшення рівня кисню та розвитку евтрофікаційних процесів, особливо у водоймах із низьким водообміном. Потенційним ризиком є також використання антибактеріальних препаратів та дезінфектантів, які можуть потрапляти у природні екосистеми та формувати резистентність мікроорганізмів.

Для мінімізації екологічного впливу у світовій практиці впроваджуються інноваційні технології та стандарти екологічного менеджменту. Однією з ефективних технологій є біофлок-системи (BFT), що базуються на використанні мікробних угруповань для переробки органічних відходів. Такі системи дозволяють значно зменшити споживання води, знизити концентрації токсичних форм азоту та підтримувати стабільні умови вирощування.

У рециркуляційних аквакультурних системах (RAS) забезпечується повний контроль параметрів води, що повністю виключає потрапляння риби до природних водойм та мінімізує обсяг відходів. Використання УФ-дезінфекції, біофільтрації, автоматизованої годівлі та сенсорного моніторингу дозволяє знизити екологічні ризики до мінімального рівня.

Поширеною практикою є також вирощування тілапії у полікультурі разом із товстолобиком, коропом, сомами та креветками. Такий підхід забезпечує ефективніше використання кормової бази, зменшує обсяг органічних залишків і підвищує екологічну збалансованість ставкових систем.

Вирощування тілапії може мати вагомий природоохоронний ефект за умови дотримання екологічно орієнтованих технологій та управлінських практик. Стабільність і низька ресурсомісткість аквакультури тілапії роблять її одним із перспективних об'єктів рибництва, здатних забезпечувати продовольчу безпеку без значного негативного впливу на природні

екосистеми. Разом із тим, важливим є впровадження технологій контролю якості води, регулювання годівлі та запобігання проникненню риби у природні водойми. Екологічно збалансоване рибництво тілапії є важливою складовою сучасної стратегії охорони водних ресурсів і збереження біорізноманіття.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1. Організація охорони праці на підприємстві

Служба охорони праці на рибогосподарському підприємстві створюється як окремий структурний підрозділ відповідно до вимог ст. 15 Закону України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці». Цей підрозділ безпосередньо підпорядковується керівнику підприємства, що забезпечує оперативний контроль та організацію роботи у сфері безпеки праці.

Експериментальна частина дослідження проводилась на базі ПРАТ «Компанія Bastion», де працює 75 осіб. Відповідальність за організацію роботи з охорони праці покладена на інженера з охорони праці та цивільного захисту Кобця І. М. До обов'язків посадових осіб, залучених до забезпечення безпечних умов праці, входить розроблення заходів з покращення виробничого середовища, проведення інструктажів, забезпечення працівників нормативною та методичною літературою.

Трудові відносини на підприємстві оформлюються шляхом укладення трудового договору, що гарантує працівникам право на безпечні умови праці. Уся методична документація, пов'язана з охороною праці, зосереджена у спеціально обладнаному кабінеті. На виробничих дільницях облаштовані куточки з охорони праці, що дозволяє проводити інструктажі безпосередньо на робочих місцях.

На підприємстві проводяться всі види інструктажів з охорони праці: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий. Повторний інструктаж здійснюють один раз на три місяці, а інструктаж з пожежної безпеки проводиться щорічно. Для кожної професії існують окремі інструкції. Працівники, які працюють з харчовими продуктами, проходять обов'язкові періодичні медичні огляди з метою запобігання поширенню інфекцій та бактерій носійства. Для забезпечення невідкладної медичної

допомоги на підприємстві функціонує медпункт із кімнатою відпочинку та роздягальною.

Працівники забезпечені спецодягом і мають індивідуальні шафи для зберігання речей. На виробництві облаштовано душові та роздягальні, однак серед недоліків відзначено наявність лише холодної води в душових кабінах. Прийом їжі працівники здійснюють у спеціально відведених приміщеннях, а санітарні вузли для працівників цехів розміщені на вулиці.

Рибогосподарські підприємства активно впроваджують сучасні засоби механізації, автоматизації та індустріальні технології, що підвищує вимоги до контролю за дотриманням правил безпеки на виробництві. У зв'язку з цим особливого значення набуває діяльність служби охорони праці, основними завданнями якої є: впровадження єдиної науково-технічної політики у сфері охорони праці; організація та проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів; запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням; контроль за дотриманням вимог законодавства та внутрішніх нормативних документів з охорони праці; сприяння впровадженню сучасних безпечних технологій, систем колективного та індивідуального захисту працівників.

6.2 . Вимоги безпеки праці при роботі на підприємствах з вирощування риби

Організація безпечних умов праці під час інкубації ікри риб є важливою складовою технологічного процесу, оскільки робота з живими гідробіонтами, водою та інкубаційним обладнанням супроводжується низкою потенційних ризиків. До виконання робіт у цій сфері допускаються лише працівники, які пройшли повний комплекс підготовчих заходів: медичний огляд, навчання та атестацію з охорони праці, а також ввідний, первинний і, за потреби, повторний інструктаж. Особи віком до 18 років не можуть залучатися до технологічних операцій, що можуть мати шкідливий вплив на здоров'я.

Жінки не допускаються до видів діяльності, пов'язаних із підйманням або переміщенням вантажів вручну, які перевищують нормативи гранично допустимих навантажень, а також до робіт з підвищеним рівнем небезпеки.

Особливі умови безпеки повинні дотримуватися на ділянках, де проводиться відбір статевих продуктів риб. Процеси відбору ікри та сперми, їх первинної обробки, а також перенесення в інкубаційні апарати виконуються з урахуванням температурного режиму води, оскільки температурні відхилення можуть становити небезпеку для працівників. За температури води нижче 15 °C існує ризик переохолодження, а за температури вище 25 °C - перегрівання організму. У таких умовах використання засобів індивідуального захисту, зокрема водонепроникних рукавиць, фартухів, комбінезонів, гумових чобіт та захисних окулярів, є обов'язковим. Такі засоби також мінімізують ризик потрапляння води та біоматеріалу на шкіру та слизові оболонки працівників.

На ділянках зі збирання плідників риб, при інвентаризації матеріалу, вимірюванні біометричних показників, зважуванні, ін'єкціюванні плідників або обробці відібраної ікри необхідно суворо дотримуватися правил безпеки при контакті з живими організмами. Дорослі риби, особливо плідники, можуть поводитися активно, що збільшує ризик травмування рук і передпліч. Гострі промені плавників, зуби та тверді кісткові утворення здатні спричинити порізи, проколи або забої. Тому роботи проводяться у щільних захисних рукавицях, а переміщення риб - із застосуванням інвентаря (садки, спеціальні сачки, кювети).

Санітарно-гігієнічні вимоги також передбачають регулярне очищення та дезінфекцію робочих поверхонь, інструментів і обладнання. Працівники повинні мати доступ до чистої проточної води, мийних засобів та аптечки першої допомоги. Забороняється виконувати роботи у стані втоми, нездужання, а також у разі наявності ушкоджень шкіри рук, які можуть контактувати з водним середовищем.

Окрему увагу приділяють забезпеченню електробезпеки, оскільки інкубаційні апарати, насосне обладнання та системи аерації працюють від електричних мереж у вологому середовищі. Всі електроприлади повинні мати надійне заземлення та проходити регулярну перевірку технічного стану. Роботи з електрообладнанням дозволено проводити лише кваліфікованому персоналу.

Дотримання перелічених вимог охорони праці дає змогу мінімізувати виробничі ризики, забезпечити безпечні умови праці для персоналу та гарантувати якість і життєстійкість інкубаційного матеріалу.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Тілапія є перспективним об'єктом аквакультури для вирощування в умовах підприємства «Бастіон», оскільки характеризується високою пластичністю до умов середовища, швидкими темпами росту та здатністю ефективно засвоювати корми різного походження.

У відкритих природних водоймах вирощування можливе лише сезонно, оскільки тілапія пригнічує ріст і припиняє кормоспоживання при температурі нижче 20–22 °С.

Економічна доцільність вирощування тілапії на підприємствах досить висока, адже риба має короткий виробничий цикл, високий коефіцієнт конверсії корму (FCR 1.2–1.6 у RAS) та великий попит на ринку завдяки дієтичним властивостям м'яса. Технологія вирощування добре комбінується з біофлок-системами та інтенсивними методами, що зменшує затратність кормів і покращує біобезпеку.

Для розширення виробництва тілапії в Україні необхідна державна підтримка та розвиток науково-технічних рішень, зокрема в галузі енергоефективних систем обігріву води, використання альтернативних джерел енергії, удосконалення комбікормів та селекції. Важливо також забезпечити підготовку кадрів для сучасних індустріальних господарств.

Вирощування тілапії має вагомe значення для продовольчої безпеки України, оскільки може забезпечити стабільне виробництво якісної рибної продукції з високою поживною цінністю. Завдяки невибагливості та універсальності технологій тілапія може стати одним із ключових видів у розвитку національної аквакультури.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аквакультура // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. - Херсон. Вишемирський В. С., 2013. — С. 7.
2. Арчибісова Д.С., Суслов В.С., Колодруб Ю.О. Економічні, екологічні та соціальні фактори активізації розвитку аквакультури в Україні. «Україна - морська держава: стратегія реалізації економічного потенціалу»: матеріали Всеукр. економ. читань з міжнародною участю (м. Миколаїв, 13-14 листопада 2018 р.). Миколаїв: НУК, 2018. С. 82 -84.
3. Біолого-екологічна та рибогосподарська оцінка малих водойм Дніпропетровської області / О. В. Федоненко, Н. Б. Єсіпова, О. М. Шмагайло [та ін.] // Вісник Запорізького національного університету. 2013. - № 1. - С. 68-76
4. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces) // Булахов В. Л., Новіцький Р. О., Пахомов О. Є., Христов О. О. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. – 304 с.
5. Булахов В. Л. Роющие земноводные как естественные экологические факторы формирования физических свойств почв в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / В.Л. Булахов, Н.Л. Губанова // Экология и биология почв: Мат. межд. научн. конф. – Ростов–на Дону, 2005. – С. 73– 74.
6. Визначник риб континентальних водойм і водотоків України: навчальний посібник / П. Г. Шевченко, А. Я. Щербуха, Ю. В. Пилипенко та ін. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 736 с.
7. Вовк Н.І. Іхтіопатологічні дослідження – важлива складова біомоніторингу водойм. Рибогосподарська наука України. 2009. № 3. С. 106–109.
8. Гриневич Н.Є. Вміст нітрифікуючих організмів у воді реактора біофільтра установки замкнутого водопостачання за використання різних типів наповнювача. Науковий вісник Львівського національного

університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. 2017. Т. 19, № 82, 184–187

9. Грінжевський М.В. Аквакультура України. – Львів: Вільна Україна, 1998. – С. 331.

10. Губанова Н. Л. Значение роющей деятельности амфибий в биоремедиации загрязненных почв / Н.Л. Губанова/ Матеріали Першої конференції Українського Герпетологічного Товариства – К.: Зоомузей ННПМ НАН України, 2005. – С. 44–46

11. Дослідження та моніторинг малих річок / Р.В. Хімко та ін. Хмельницький: Тріада–М, 2005. 380 с.

12. Євтушенко М. Ю. Акліматизація гідробіонтів: підруч. / Євтушенко М. Ю., Дудник С. В., Глебова Ю. А. — К.: Аграрна освіта, 2011. — 240 с. — ISBN 978- 966-2007-57-2.

13. Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» від 8 липня 2011 р. № 3677

14. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст. 315

15. Masiuk O., Novitskyi R., Napich H., Chubchenko Ye. Elements of assessment of the anthropogenic impact of a coal mining mine on the site of the Emerald Network using methods of remote sensing of the Earth // International Conference of Young Professionals “GeoTerrace-2023” (2-4 October 2023, Lviv, Ukraine),

16. Методика збору і обробки іхтіологічних і гідробіологічних матеріалів з метою визначення лімітів промислового вилучення риб з великих водосховищ і лиманів України: № 166: Затв. Наказом Деркомрибгоспу України 15.12.98. К., 1998. 47 с.

17. Новіцький Р. О., Христов О. А., Кочет В. М., Бондарев Д. Л. Анотований список риб Дніпровського водосховища та його притоків. Вісник ДНУ. Біологія, екологія. 2005. Вип. 13. Том 1. С. 185–201.

18. Новіцький Р. О. Інвазії чужорідних видів риб у дніпровські водосховища: монографія. Дніпро: ЛІРА, 2021. 280 с.
19. Новіцький Р. О. Методичні рекомендації по вивченню основ іхтіології та організації іхтіологічних досліджень на водоймах Дніпропетровської області. – Дніпро: ОЕНЦДУМ, 2019. – 144 с.
20. Новіцький Р. О., Дворецький А. І., Христов О. О. Ретроспектива і сучасний розвиток рибного господарства у Придніпровському регіоні // В кн.: Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект. Монографія. Дніпро: ЛІРА, 2021. С. 80–125.
21. Новіцький Р.О., Губанова Н. Л. Трансформація іхтіоценозу Дніпровського (Запорізького) водосховища внаслідок зарегулювання р. Дніпро // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2016. – № 4 (42). – С. 126–132.
22. Пилипенко Є. С. Сезонні особливості живлення хижих риб (*Perca fluviatilis* та *Lepomis gibbosus*) на малих річках Придніпров'я. Дніпропетровськ: МАН України, 2014. 33 с.
23. Пилипенко Ю. В., Шевченко П. Г., Цедик В. В., Корнієнко В. О. Методи іхтіологічних досліджень. Херсон: Олди-Плюс, 2017. 432 с.
24. Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів: Закон України від 08.07.2011 № 3677–VI. Офіційний вісник України. 2011. № 59. С. 120.
25. Про рибу, інші водні живі ресурси та харчову продукцію з них: Закон України від 06.02.2003 № 486-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 15. С. 107.
26. Bondarev, D., Fedyushko, M., Gubanova, N., & Zhukov, O. (2020). The temporal dynamic of young fish communities in the water bodies of the “Dnipro-Orylskiy” Nature Reserve. *Agrology*, 3(3), 145-159
27. Dvoretzkyi A.I., Rozhkov V.V., Baidak L.A. (2021). *Nakopychennia radionuklidiv prisnovodnymy roslynamy i tvarynamy* [Accumulation of

radionuclides by freshwater plants and animals]. Dnipro DAEU, Dnipro, 250–253 (in Ukrainian)

28. Fedonenko, E. V., Kunakh, O. M., Chubchenko, Y. A., & Zhukov, O. V. (2022). Application of remote sensing data for monitoring eutrophication of floodplain water bodies. *Biosystems Diversity*, 30(2), 179–190. doi:10.15421/012219

29. Fedushko M., Bondarev, D., Gubanova, N., & Zhukov O. (2021). Effects of eutrophication on the long-term dynamics of juvenile fish communities. *Agrology*, 4(4), 149-164. <https://doi.org/10.32819/021018>

30. Hubanova, N. L. (2023). Trophic activity of amphibians as a factor influencing the state of ecosystems of the Dnipro River valley. *Ecology and Noospherology*, 34(1), 40-44. <https://doi.org/10.15421/032306>

31. Humeniuk H, Khomenchuk V, Harmatiy N, Chen I. (2021). Complex Assessment and Forecasting of Chemical Pollution of Small Rivers by Economic and Mathematical Modelling Methods. *Chen. Geol. Geograph. Geoecology*, 30(3), 460–46

32. Khaustov A. P. (2018). Ekologichnyi monitorynh [Environmental monitoring]. Access mode: <https://stud.com.ua/135928/ekologiya/bioakkumulyatsiya> (in Ukrainian).

33. Khomenchuk V. O., Liavrin B. Z., Rabcheniuk O. O., Kurant V. Z. (2020). Lipidnyi obmin v orhanizmi ryb za dii chynnykiv otochuiuchoho vodnoho seredovyscha [Lipid metabolism in the body of fish under the influence of factors of the surrounding water environment]. *Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Ser. Biology*, 126–139 (in Ukrainian)

34. Khomenchuk, V. O., Rabcheniuk, O. O., Lohinov, S. O., & Kurant, V. Z. (2021). Osoblyvosti nakopychennia ta rozpodilu okremykh metaliv u tkanynakh ryb za umov pidvyshchenoho vmistu ioniv Fe³⁺ u vodnomu seredovyschi [Features of accumulation and distribution of individual metals in

fish tissues under conditions of high content of Fe^{3+} -ions in the aquatic environment]. Ternopil. Biology series, 175–178 (in Ukrainian)

35. Khomenchuk, V. O., Senyk, Yu. I., & Kurant, V. Z. (2021). Osoblyvosti transportuvannia tsynku i kadmiuu cherez membrany erytrotsytyv za dii pidvyshchenykh kontsentratsii yikh ioniv u vodi [Features of zinc and cadmium transport through erythrocyte membranes under the action of high concentrations of their ions in water]. Ternopil. Biology series, 31–38 (in Ukrainian).

36. Kunakh, O. M., Bondarev, D. L., Gubanova, N. L., Domnich, A. V., & Zhukov, O. V. (2022) Multiscale oscillations of the annual course of temperature affect the spawning events of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) // Regulatory Mechanisms in Biosystems, 13(2), 180-188 <https://doi.org/10.15421/022223>

37. Maksymova, N. M. & Shevchenko, I. O. (2020). Ekolohichna otsinka vody richky Samara za katehoriiami [Ecological assessment of Samara river water by categories]. Dnipro. DDAEU (in Ukrainian), 53–55

38. Mashkova, K. A., & Sharamok, T. S. (2019). Morfometrychni pokaznyky karasia sribliastoho (*Carassius Gibelio* (Bloch, 1782) r. Samara Dnipropetrovskoi oblasti v umovakh antropohennoho navantazhennia [Morphometric parameters of silver carp (*Carassius Gibelio* (Bloch, 1782) by Samara river in Dnipropetrovsk region under anthropogenic pressure]. Dnipro. Aktsent PP, 138–141 (in Ukrainian)

39. Novitskyi, R. O., Makhonina, A. V., Kochet, V. M., Khristov, O. O., Hubanova, N. L., & Horchanok, A.V. (2019). Causes of death of silver carp *Hipophthalmichthys molitrix* in the “Dnipro-Donbas” magistral channel and prevention measures. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 7(2), 102–106. doi: 10.32819/2019.71018

40. Novitskyi, R. O., Khristov, O. O., Hubanova, N. L., Horchanok, A. V., Prysiashniuk, N. M., & Porotikova, I. I. (2020). Zooplankton products on certain sections of the «Dnipro-Donbas» canal. Theoretical and Applied Veterinary Medicine, 8(2), 96-100. doi: 10.32819/2020.82013 <https://bulletinbiosafety.com/index.php/journal/article/view/269/27>

41. Yesipova N. B., Sharamok T. S. (2022). Adaptatyvni zminy v klitynakh krovi ryb v umovakh khronichnoi intoksykatsii [Adaptive changes in fish blood cells under conditions of chronic intoxication]. Sumy National Agrarian University, 58–65 (in Ukrainian).

42. Zhukov, O., Kunakh, O., Bondarev, D., Chubchenko, Y. (2022). Extraction of macrophyte community spatial variation allows to adapt the Macrophyte Biological Index for Rivers to the conditions of the middle Dnipro River. *Limnologica*, (97) 126036 DOI: 10.1016/j.limno.2022.126036