

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

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Фещенко Валерій Миколайович

УДК 338.439.5:639.21/.22:597.551.4 (477)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**РІСТ І МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТИЛЯПІЇ ЧЕРВОНОЇ ЯКА**  
**ВИРОЩУЄТЬСЯ ЗА РІЗНИХ ЗНАЧЕНЬ pH ВОДИ**

207 Водні біоресурси та аквакультура  
(шифр і назва спеціальності)

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

В. М. Фещенко  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

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

Житомир - 2024

## АННОТАЦІЯ

Фещенко В. М. Ріст і морфо-фізіологічні показники тилапії червоної яка вирощується за різних значень рН води. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

Зміст анотації: Кваліфікаційна робота містить 37 сторінок. Список використаних джерел налічує 40 позицій.

Об'єктом дослідження є морфо-фізіологічні показники червоної тилапії.

Мета дослідження полягала у комплексному вивченні впливу різних значень рН води на продуктивні якості та фізіологічний стан тилапій.

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

**Ключові слова:** тилапія червона, рН води, гематологічні показники, лейкоцитарна формула.

## ABSTRACT

Feshchenko V. M. Growth and morphological and physiological parameters of red tilapia grown at different values of water pH.

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

Content of the abstract: The qualification work contains 37 pages. The list of references includes 40 items.

The object of research is morphological and physiological parameters of red tilapia.

The purpose of the study was to comprehensively investigate the effect of different water pH values on the productive qualities and physiological state of tilapia.

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

**Key words:** red tilapia, water pH, hematological parameters, leukocyte formula.

## ЗМІСТ

	<b>ВСТУП</b>	4
<b>Розділ I.</b>	<b>ТИЛЯПІЯ ЯК ОДИН ІЗ ОСНОВНИХ ОБ'ЄКТІВ СУЧАСНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ (аналітичний огляд літератури).....</b>	6
1.1.	Світове культивування тилапії.....	6
1.2.	Таксономічна належність тилапії.....	8
<b>Розділ II.</b>	<b>ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	12
2.1.	Програма досліджень.....	12
2.2.	Методика досліджень.....	12
2.3.	Характеристика предмету дослідження.....	14
<b>Розділ III.</b>	<b>РІСТ І МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТИЛЯПІЇ ЧЕРВОНОЇ ЯКА ВИРОЩУЄТЬСЯ ЗА РІЗНИХ ЗНАЧЕНЬ рН ВОДИ.....</b>	17
3.1.	Характеристика росту і розвитку червоної тилапії.....	17
3.2.	Ефективність використання корму.....	18
3.3.	Екстер'єрно - інтер'єрні показники.....	19
3.4.	Фізіологічні показники червоної тилапії.....	22
3.5.	Оцінка якості м'яса червоної тилапії за різних значень рН води.....	25
3.6.	Гематологічні дослідження.....	25
3.7.	Реакція адаптації риб до змін рН води.....	28
	<b>ВИСНОВКИ.....</b>	32
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	34

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Перспективним об'єктом аквакультури є тилапія. Такі види як: *Oreochromis mossambicus*, *O.niloticus*, *O.aureus* та ін., а також їх гібриди, у тому числі й червона тилапія, мають ряд цінних якостей: швидкий ріст, невибагливість до умов утримання, висока резистентність до хвороб, всеїдність, смачне м'ясо, відсутність міжм'язових кісточок, легке розмноження, можливість вирощування при високих щільностях посадки [20].

В нашій країні пройдено лише перший етап впровадження технологічних розробок вирощування окремих видів тилапії. перспективи розширення виробництва тилапії в нашій країні пов'язані з розробкою індустріальних технологій відтворення і вирощування цих риб, створенням високопродуктивних ліній і гібридних форм, що вимагає більш глибокого вивчення видових особливостей тилапії [14, 19, 34].

Відомо, що показник рН води – один з найбільш важливих факторів навколишнього середовища, що впливає на фізіологічний стан риб, як в природних екосистемах, так і при вирощуванні в умовах аквакультури. Рн внутрішнього середовища організму – найважливіша константа гомеостазу. Активність ферментів в організмі залежить від значення рН розчинів, в яких вони працюють, тобто від рН середовища організму. Зміни рН крові всього на 0,2 одиниці може викликати блокування роботи ферментів і пов'язано, таким чином, зі смертельним ризиком. Проте такі зміни рН всередині організму тварини бувають вкрай рідко, оскільки в основі підтримання цього показника на постійному рівні (7,3...7,5) стоять буферні системи. Риби, на відміну від інших тварин, мешкають у водному середовищі, тобто в розчині, рН якого може змінюватися в широких межах. Механізм захисту від впливу несприятливих значень рН внутрішнього середовища в риб вивчено не достатньо.

Рівень рН у рибоводних ставках піддається значним коливанням впродовж доби. В умовах оборотних систем індустріального рибництва в результаті мікробіологічних процесів біофільтрації може відбуватися зниження лужності води і відповідно падіння рН. У зв'язку з промисловим забрудненням рН природних водойм також піддається значним змінам.

Наприклад, більшість водойм стають все більш кислими із-за випадання кислотних дощів. Відомості про стійкість червоної тиляпії до впливу різних рівнів рН в науковій літературі практично відсутні.

**Об'єкт дослідження** – морфо-фізіологічні показники червоної тиляпії.

**Предмет дослідження** – червона тиляпія.

**Мета роботи** - комплексне вивчення впливу різних значень рН води на продуктивні якості і фізіологічний стан тиляпій.

Для досягнення мети передбачалося вивчення наступних **задач**:

1. Провести вирощування молоді червоної тиляпії, а також вирощування товарної риби в басейнових умовах з різними значеннями рН води.
2. Вивчити вплив рН на ріст тиляпій.
3. Вивчити вплив рН на використання ними кормів.
4. Вивчити вплив рН на поведінку риб.
5. Вивчити вплив рН на зміну стійкості до стресів.
6. Вивчити вплив рН на морфометричні показники.
7. Вивчити вплив рН на поглинання кисню, параметри крові, а також на хімічний склад м'язів і внутрішніх органів.
8. Визначити сублетальні межі рН води для червоної тиляпії.

**Наукова новизна.** Вперше комплексно вивчено вплив рН води на фізіологічний стан і продуктивні якості червоної тиляпії при вирощуванні в басейнах. Була встановлена висока їх стійкість до даного фактору середовища і підтверджена можливість їх вирощування в умовах з високим рівнем коливання цього показника, в яких більшість інших об'єктів аквакультури гинуть.

**Практичне значення результатів.** Визначений рекомендований діапазон значень рН води для вирощування червоної тиляпії.

**Структура і об'єм кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі Вступу, розділу аналітичного літературного огляду, програми та методики дослідження, розділу експериментальних досліджень, висновків, списку літературних джерел. Робота викладена на 37 сторінках машинописного тексту, містить 7 таблиць і 7 рисунків. Список літератури включає в себе 40 джерел.

**РОЗДІЛ 1**  
**ТИЛЯПІЯ ЯК ОДИН ІЗ ОСНОВНИХ ОБ'ЄКТІВ**  
**СУЧАСНОЇ АКВАКУЛЬТУРИ**  
**(аналітичний огляд літератури)**

**1.1. Світове культивування тилапії**

Світове культивування тилапії характеризується стабільним зростанням. Наприклад, у 1997 р. воно становило 1 млн т, поступаючись тільки короповим (*Cyprinidae*) і лососевим (*Salmonidae*). Уже 2020 році світове виробництво тилапії склало 6,4 млн тон вартістю 9,8 млрд дол. США, при цьому товарообіг склав 1,8 млрд дол. США [1].

Станом на першу половину 2021 року на міжнародний ринок було поставлено близько 170 000 тон тилапії (в основному - з Азії). Наприклад, протягом аналізованого періоду з цього регіону було експортовано приблизно 150 000 тон тилапії, де до першої п'ятірки виробників входять Тайвань, Індія, Китай, Таїланд і Малайзія [6]. Слід зауважити, що Тайвань стала країною-піонером у виробництві тилапії, де її почали вирощувати понад десять років тому, і її експорт весь час збільшується. Так, за першу половину 2020 року експорт тилапії з Тайваню збільшився на 14% порівняно з аналогічним періодом 2019 року. Близько 62% експорту становить заморожена ціла риба, що ввозиться в США і ринки Близького Сходу (Ізраїль, Кувейт, Об'єднані Арабські Емірати та Бахрейн). Індія теж орієнтована на країни Близького Сходу: в даний час близько 90% тилапії, вирощеної в цій країні, поставляється в Ізраїль, Об'єднані Арабські Емірати, Саудівську Аравію та Оман. Експорт китайської тилапії в основному представлений замороженим філе і цільними тушками, що поставляються в Ізраїль, Мексику, африканські ринки, Кот-д'Івуар та Іран. Таїланд, Малайзія та Індонезія також орієнтовані на ринок США, африканські та латиноамериканські ринки. Водночас, найбільшими постачальниками тилапії серед країн Центральної Америки є Гондурас і Бразилія, де в даний час цей вид риби виступає другим за значимістю комерційним видом для сектору аквакультури. Його

основне виробництво зосереджене в бразильському штаті Парана, де вирощується понад 25% від загального обсягу внутрішнього культивування тилапії.

Водночас, у низці країн аквакультура тилапії суворо регламентується (як у США, де деякі види були визнані небезпечними інвазійними) або перебуває під заборонаю, оскільки завжди існує загроза безконтрольного проникнення окремих особин у природні водойми [7]. Наприклад, департамент з питань охорони довкілля Ірану, який є органом, відповідальним за надання ліцензії на вирощування риби, заборонив розведення в країні тилапії, оскільки вона може завдати серйозної шкоди екосистемі та місцевим видам гідробіонтів, що призведе до серйозних негативних наслідків як для довкілля, так і для соціально-економічної ситуації [1, 8].

У гастрономічному відношенні тилапія стала дуже популярною завдяки ніжному смаку білого м'яса з високим вмістом білка і низьким вмістом жирів. Його можна відварювати на пару, запікати та смажити. Найкращим вважається філе риби з меншою кількістю червоних прожилок. Мускулатура тилапій сильно розвинена, що дає змогу їй існувати у водоймах з досить сильною течією, при цьому не містить міжм'язових кісток, що є чудовою гастрономічною якістю [9]. Її м'ясо - це прекрасне джерело легко засвоюваного білка, воно багате на нікотинову кислоту, вітаміни групи В, К і Е, кальцій, калій, натрій, залізо, магній і фосфор. Також у тилапії міститься багато кислот омега-3 і омега-6, причому останніх - у кілька разів більше, ніж перших [2]. М'ясо цієї риби малокалорійне (96 ккал/100 г), тому його включають у дієтичні раціони. Для стандартної дієти у 2000 калорій/день, м'ясо тилапії забезпечує такі значення денної норми (розмір порції - 880 г): калорії - 98%; протеїн (18,5 г) - 37%; залізо (0 г) - 0%; натрій (52 мг) - 2%; загальна кількість жиру (2,4 г) - 4%; холестерин (0 г) - 0%. Завдяки високому вмісту корисних білків і мінеральних елементів її рекомендують вживати дітям, вагітним жінкам і літнім людям. Також, ця риба дуже корисна для організму, що росте, і людей, які мають постійні фізичні навантаження. Як продукт харчування тилапія корисна для:

- нормалізації роботи нервової системи - її рекомендують включати в осінньо-зимовий раціон для запобігання депресії та занепаду сил;

- боротьби з ознаками старіння - у цій рибі міститься багато вітаміну Е, який є природним антиоксидантом;

- нормалізації кровотворення - вітамін К стимулює вироблення червоних кров'яних тілець, тому цю рибу рекомендують вживати у разі зниженого гемоглобіну;

- для стимуляції розумової діяльності - через високий вміст заліза й фосфору, що сприятливо впливають на роботу мозку.

Оскільки м'ясо тилапії містить набагато більше поліненасичених кислот омега-6, ніж омега-3, що не виробляються в організмі людини, (їхнє співвідношення перевищує 3 : 1, а в нормі - приблизно 1 : 1), то його треба дуже обережно вживати за серцевих патологій, артритів та аутоімунних захворювань. А також при різного роду алергічних захворюваннях, особливо - при астмі. Окрім того, через дисбаланс жирних кислот тилапію не варто вживати щодня навіть за відсутності будь-яких протипоказань [10, 22, 37].

Через всеїдність і невибагливість тилапію нерідко називають "смітцевою рибою" і не радять вживати в їжу, оскільки вона може поїдати різного роду потенційно небезпечні відходи [11]. Окрім того, ця риба може жити і в забруднених водах, насичених шкідливими речовинами. Однак до продукції сертифікованих рибницьких господарств, які дотримуються всіх біостандартів, це не має жодного стосунку. Риба, вирощена на таких фермах, має відповідні сертифікати й абсолютно безпечна [4, 8, 11, 22, 38].

## **1.2. Таксономічна належність тилапії**

Сама назва "тилапія" походить від місцевого імені однієї з найбільших риб цієї родини мовою африканського племені, що живе в районі озера Малаві [1, 12]. На Близькому Сході тилапії, як дуже широко поширені риби, мають велике культурне, харчове та господарське значення, а також безліч місцевих, історичних та релігійних назв. Найвідоміші з них: амнун (на івриті), мушт (арабська), а також "риба Святого Петра" [4, 6]. У продуктових магазинах Ізраїлю іноді можна зустріти цінники з вельми прозаїчною товарною назвою тилапії – «морське курча» або «річкова курка» [13].

Таким чином, тилапії, або тилапії, - узагальнена назва для кількох сотень видів риб, що належать до різних родів родини цихлід (*Cichlidae*). Це одна з



найчисленніших родин костистих прісноводних риб. Лише у Великих Африканських озерах мешкає до 200 видів, а всього відомо близько 1000 видів цихлід [14]. Вони мешкають майже у всіх проточних і стоячих водоймах тропічної та субтропічної зон земної кулі. Вважається, що ця родина загалом походить із Малої Азії, а її окремі роди мають тропічне африканське походження, проте поступово (згодом і за допомогою людей) вони широко розповсюдилися по всій Африці та більшій частині Азії. Цихлідам властива величезна видова різноманітність, безліч перехідних і локальних форм, рас, велика внутрішньовидова варіабельність через широкий ареал проживання, локальність окремих районів розповсюдження, схрещування з іншими видами на межі ареалу. Багато видів усередині родів і навіть родин легко схрещуються і дають плідне потомство, що свідчить про те, що видоутворення в них не закінчено і відбувається досі [15, 40]. Риб цієї родини відрізняє кілька характерних ознак:

- 1) високе, стиснуте з боків тіло;
- 2) один довгий з великою кількістю променів плавець на спині;
- 3) по одному носовому отвору з кожного боку голови;
- 4) бічна лінія перервана і складається з двох частин: верхньої і нижньої;
- 5) турбота про потомство.

Власне тиліяпії відомі людині понад 3000 років, їх культивували ще в стародавньому Єгипті і саме вони згадані в Біблії [4, 12, 28, 31]. У наші дні їх культивують як товарну столову рибу або декоративну навіть у країнах, в яких ці риби з різних причин ніколи не мешкали і не могли вижити, наприклад, у Фінляндії або Австралії [8]. У помірних широтах їх успішно культивують в індустріальних умовах на теплих водах енергетичних об'єктів або геотермальних водах, а в літній час вони добре розвиваються у водоймах-охолоджувачах [16, 40].

У 1970-х роках до великого роду тиліяпії включали понад сто видів, поширених, в основному, в тропічних регіонах. Згодом, у 1980-х роках зі старого роду *Tilapia* співробітницею Британського музею природної історії доктором Е. Труейвейс на підставі зоогеографічних, філогенетичних, морфологічних та етологічних особливостей було виділено 4 роди: *Oreochromis*, *Sarotherodon*, *Danakilia* (один вид

*D. franchetti Vinciguerra*) і *Tilapia* [17]. Перераховані вище 4 самотійні роди об'єднані в трибу тилапії (*Tilapini*). У 1990-ті роки аналіз ДНК підтвердив відмінності видів цих родів між собою [1, 8, 10, 18].

Окрім того, тилапіями називають представників кількох невеликих родів родини цихлових, таких як геротилапія (*Gerotilapia*), хілотилапія (*Chilotilapia*), хоплотилапія (*Choplotilapia*), астатотилапія (*Astatotilapia*), хромідотилапія (*Chromidotilapia*), петротилапія (*Petrotilapia*), офтальмотилапія (*Ophthalmotilapia*), паратилапія (*Paratilapia*), оксіляпія (*Oxilapia*) і ксенотилапія (*Xenotilapia*) [13]. Найперспективнішими з погляду аквакультури є представники родів *Oreochromis*, *Sarotherodon* і *Tilapia*, які включають безліч видів, підвидів, місцевих варіацій і натургібридів, часто дуже близьких, схожих один на одного, які ледве відрізняються [19]. Крім того, в останні роки основні зусилля селекціонерів спрямовані на отримання маскулітного стада. Наприклад, у США спеціально для промислового рибництва було виведено невибагливий і швидкозростаючий гібрид "Florida Red", що представляє собою гібрид альбіносних форм тилапій нільської (*Oreochromis niloticus*) і мозамбікської (*Oreochromis mossambicus*). А у 2015 р. в Китаї було зареєстровано 2 нові породи тилапії. Виведена компанією "Guolian Aquatic" "Мей Хуа Цзян № 1" (Mei Hua Jiang No. 1) виростає до маси 0,6 кг у середньому за 198 днів, будучи при цьому дуже стійкою до хвороб і адаптованою до екстремальних температур. Виведена компанією "Чжун Вей № 1" (Zhong Wei № 1) є більш ефективною з погляду кормоспоживання і вирізняється високою масою та великою кількістю самців [6]. Нижче розглянемо загальну систематичну приналежність вищевказаних родів тилапій [21].

Усі 3 роди відносять до родини цихлових (*Cichlidae*), підряду губаноподібних (*Labroidei*), ряду окунеподібних (*Perciformes*), надряду колючоперих (*Acanthopterygii*), інфракласу кісткових (*Teleostei*), підкласу новоперих (*Neopterygii*), класу променеперих (*Actinopterygii*) риб (Leveque, 1997). Між собою вони розрізняються за такими морфометричними показниками, як: кількість зябрових тичинок, кількість жорстких і м'яких променів у спинному й анальному плавцях, кількість луски в бічній лінії [9, 16, 36].

Рід *Oreochromis* - всеїдні, досягають найбільшої маси, інкубація проходить у роті тільки в самок, пари перед нерестом не утворюються, характерна полігамія. Статевий диморфізм яскраво виражений - самці істотно перевершують за розмірами самок, тому добір найбільших особин на плем'я без урахування цієї обставини може призвести до диспропорції у співвідношенні статей [9, 19, 25, 29, 33].

Рід *Sarotherodon* - всеїдні, виношують потомство в ротовій порожнині тільки самці (*S. melanotheron*) або обидва батьки (*S. galilaeus*); статевий диморфізм виражений слабо, характерна моногамія, яка переходить у полігамію в разі переважання самок [3, 12, 16, 38].

Рід *Tilapia*, або *Coptodon* - найчастіше з червоним забарвленням грудей і черевця; виключно або переважно рослиноїдні; відкладають ікру на субстрат і охороняють потомство, статевий диморфізм відсутній, характерна моногамія, причому пари утворюються задовго до нересту. Включає в себе 5 підродів: *Dagetia*, *Heterotilapia*, *Neotrewavasiai*, *Pelmatolapia* і *Tilapia* [17, 22, 29].

## РОЗДІЛ 2

### ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Програма дослідження

Програма дослідження передбачала виконання таких завдань:

1. Аналіз літературних джерел та інших джерел інформації за темою кваліфікаційної роботи.
2. Провести вирощування молоді червоної тилапії, а також вирощування товарної риби в басейнових умовах з різними значеннями рН води.
3. Вивчити вплив рН на ріст тилапій.
4. Вивчити вплив рН на використання ними кормів.
5. Вивчити вплив рН на поведінку риб.
6. Вивчити вплив рН на зміну стійкості до стресів.
7. Вивчити вплив рН на морфометричні показники.
8. Вивчити вплив рН на поглинання кисню, параметри крові, а також на хімічний склад м'язів і внутрішніх органів.
9. Визначити сублетальні межі рН води для червоної тилапії.

#### 2.2. Методика дослідження

Дослідження були проведені в лабораторії кафедри біоресурсів, аквакультури та природничих наук Поліського національного університету.

Об'єктом дослідження була червона тилапія – гібрид *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* масою від 2 до 200 г. для досягнення поставленої мети було проведено два досліді. В першому вирощували молодь з 2 до 25 г (табл. 2.1). в другому досліді переслідували мету виростити товарну рибу (табл. 2.2). і в першому і в другому досліді були сформовані п'ять дослідних груп риби, умови вирощування яких, відрізнялися лише за значенням рН води в басейні. Використовувалися басейни об'ємом по 250 л. в кожному з них підтримували певне значення рН води. У всіх варіантах підтримували однакову температуру (+26<sup>0</sup>С) і вміст кисню (4,5 – 5,0 мг/л).

з метою недопущення накопичення азотистих речовин здійснювали підміну води і її очищення. Риб годували повноцінними комбікормами виробництва фірми Provimi, висока якість яких була підтверджена дослідженнями ряду авторів. В досліді по вирощуванню молоді для годівлі риби застосовували маятникові автогодівнички. При вирощуванні товарної тиліпії риб годували комбікормом 6 разів на добу.

Таблиця 2.1

### Вирощування молоді червоної тиліпії (дослід 1)

Показник	Номер басейна				
	1	2	3	4	5
	pH (3,5-5,0)	pH (5,0-6,7)	pH (6,7-7,4)	pH (7,4-8,2)	pH (8,2-9,5)
Об'єм басейна, л	250	250	250	250	250
Тривалість досліду, діб	60	60	60	60	60
Початкова маса риби, г	2,61	2,76	2,99	2,95	3,09
Щільність посадки: шт/басейн шт./м <sup>3</sup>	54 216	54 216	54 216	54 216	54 216
Годівля	«Дельта 22» комбікорм виробництва фірми Provimi				

Під час експерименту, щодня встановлювали інтенсивність росту, ефективність використання корму, а кожні двадцять днів визначали екстер'єрні показники.

Таблиця 2.2

### Вирощування товарної червоної тиліпії (дослід 2)

Показник	Номер басейна				
	1	2	3	4	5
	pH (3,5-5,0)	pH (5,0-6,7)	pH (6,7-7,4)	pH (7,4-8,2)	pH (8,2-9,5)
Об'єм басейна, л	250	250	250	250	250
Тривалість досліду, діб	150	150	150	150	150
Початкова маса риби, г	25,29	24,61	24,84	24,53	24,4
Щільність посадки: шт/басейн шт./м <sup>3</sup>	35 140	35 140	35 140	35 140	35 140

Протягом дослідів проводили вивчення стандартного обміну і постійне спостереження за поведінкою риб.

Наприкінці дослідів були проведені гематологічні, біохімічні, морфометричні дослідження, а також дослідження сублетальних меж рН води для червоної тиляпії та її стійкості до стресфакторів.

Отримані результати були оброблені біометрично за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2000 згідно із загальноприйнятими методиками.

### 2.3. Характеристика предмету дослідження

Найбільш поширеними об'єктами аквакультури є кілька видів тиляпій із родів *Oreochromis*, *Sarotherodon* і *Tilapia* [20].

Будучи родом із прісних озер, тиляпії прекрасно витримують підвищення солоності, чим активно користуються рибоводи, вирощуючи їх у садках і лагунах [20]. Наприклад, тиляпія мозамбіцька (*O. mossambicus*) нормально розвивається і розмножується з проміжками в 28-50 днів у воді солоністю 36,2‰, спокійно адаптуючись до споживання морських водоростей. Водночас, за темпами зростання культивування тиляпій у солоній воді програє прісноводній аквакультурі [21, 22].

Також невибагливі тиляпії і до вмісту кисню у воді. Незважаючи на те, що це типові донні риби, за необхідності вони можуть підніматися в поверхневий шар і дихати, проганяючи через зябра воду з поверхневого шару води, більш насиченого киснем, завдяки зіткненню з приповерхневим шаром повітря [9]. Крім того, їм властиво збагачувати газовий склад крові особливим способом: "грюкаючи" біля поверхні зябровими кришками, тим самим збиваючи піну і бульбашки повітря, що аерує воду [23]. Стійкість до низького вмісту кисню у воді визначається низкою чинників (вид, вік, ступінь зрілості статевих продуктів, концентрація розчинених у воді солей, температура води). Так, за температури +25°C пороговий вміст кисню для *O. mossambicus* становить 0,58-0,64 мг/л, а для *S. melanotheron* - 0,65-0,70 мг/л. Груповий ефект збільшує споживання кисню в 1,2-1,8 рази. У статевозрілих риб споживання кисню нижче, ніж у нестатевозрілих [19, 21].

Незважаючи на те, що більшість тилапій - тропічні риби, деякі з них можуть існувати за досить широкого діапазону температур - від +10 до +45°C. Водночас за низьких температур їхній ріст сповільнюється і за температур нижче +13°C можуть спостерігатися летальні випадки. За температури води близько +17°C більшість тилапій припиняють споживати корм, хоча вже за +19°C починають готуватися до розмноження. У холодній воді вони збираються у великі косяки і перебувають у стані заціпеніння до потепління [20]. У солонуватій і солоній воді тилапії більш толерантні як до низької, так і до високої температури [25].

Відмінності за способом і характером харчування у різних видів тилапій несуттєві. Наприклад, тилапії мозамбікська (*O. mossambicus*), золота (*O. aureus*), мері (*T. mariae*) і нільська (*O. niloticus*) абсолютно всеїдні [10]. У таких видів, як тилапія галілейська (*S. galilaeus*), м'ясиста (*T. sparrmanii*) і макрочир (*O. macrochir*) спостерігається акцент у бік харчування рослинним планктоном. А в раціоні тилапії меланоплеури (*S. melanotheron*) і циллі (*T. zillii*) - і зовсім переважає вища водна рослинність, вони є рослиноїдними [21]. У планктофагів довгі й тонкі зяброві тичинки, риби з короткими й рідкісними тичинками харчуються великим кормом. Великі дорослі особини, часто в статевозрілому віці, переходять від агресивної всеїдності до харчування мікропланктоном. При цьому вони не проціджують воду подібно до товстолобиків (*Hypophthalmichthys*), оскільки в їхньому горлі формуються потужні слизові залози, що виділяють в'язкий клейкий слиз, слабозрозчинний у воді. До нього і прилипають одноклітинні водорості, що становлять основу їжі цих риб. У всіх видів тилапій, у міру зростання риб, спектр харчування розширюється. В аквакультурі тилапії охоче живляться рисовими висівками, розмеленим рисом, макухою, різноманітними водними та наземними рослинами, а також харчовими відходами та штучними кормами [9]. Їхньою незаперечною перевагою є те, що для гарного росту їм потрібна невелика кількість білків тваринного походження (10-20% рибного борошна), а основою всіх кормів для цих риб є саме дешеві рослинні білки. Як білкові добавки використовують хлорелу, сухий послід птахів, активний мул побутових споруд тощо. Добова норма корму для різних видів становить 2-5% від маси тіла, із вмістом протеїну 15-20%. Для молоді ці показники значно вищі [11]. Слід

зазначити, що під час годівлі тилапій як риб із довгим кишечником особливо важливими є баластні речовини або харчові волокна (здебільшого - целюлоза і пектин). Вони створюють відчуття ситості за меншої кількості спожитих калорій, сорбують продукти обміну і нормалізують діяльність шлунково-кишкового тракту, сприяючи просуванню їжі кишечником. Для всеїдних і рибоїдних видів тилапій необхідні 1-2% цих речовин, а для рослиноїдних - 3-5% [20]. Режим і норми годівлі значною мірою визначають результати вирощування. Оскільки тилапії мають невеликий рудиментарний шлунок, їх слід годувати багаторазово протягом доби. Для цього застосовують нормовану годівлю, за якої розраховують норму годівлі та режим внесення корму, або годівлю риби за потребою (біонічний метод), застосовуючи різного роду автогодівниці. У разі використання біонічного методу прирости маси вищі, в середньому на 72%, а кормовий коефіцієнт становить 1,6, проти 2,3 за ручної годівлі [20].



## РОЗДІЛ 3

### РІСТ І МОРФО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТИЛЯПІІ ЧЕРВОНОЇ ЯКА ВИРОЩУЄТЬСЯ ЗА РІЗНИХ ЗНАЧЕНЬ рН ВОДИ

#### 3.1. Характеристика росту і розвитку червоної тиліяпії

*Динаміка росту молоді.* На ріст тиліяпії значно впливає активна реакція середовища [4, 12, 18] (рис. 3.1). Найменша швидкість росту і відповідно, найменша кінцева маса тіла відмічена у молоді тиліяпії, яка вирощувалася в сильно лужній воді (рН 8,2-9,5). Істотних відмінностей щодо кінцевої масі між іншими дослідними групами не встановлено. Навіть у тиліяпій у басейнах із сильно кислою водою цей показник був близький до риб, які вирощувалися у більш сприятливих щодо водневого показника умовах. Частково це зумовлено високою стійкістю молоді червоної тиліяпії до низьких значень рН, частково нижчим рівнем виживання риб у цьому варіанті досліду (85 %). При цьому гинули найбільш ослаблені та дрібні особини. Що і призвело до підвищення середньої маси риб у цьому варіанті досліду.

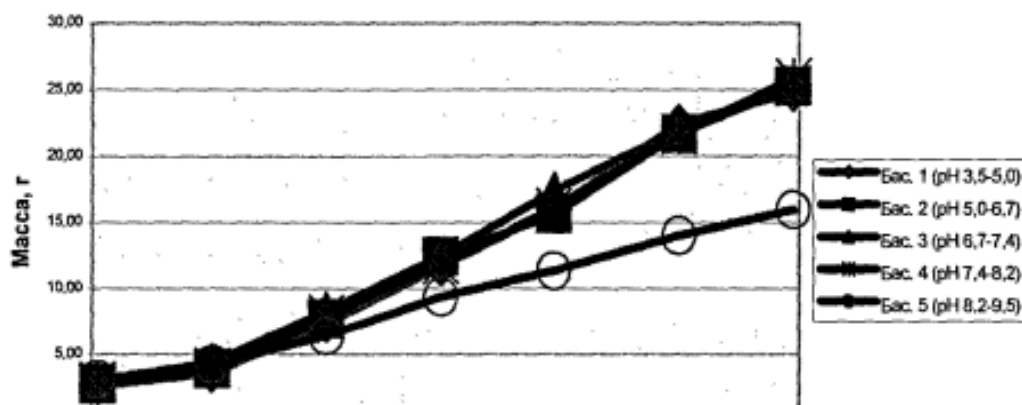


Рис. 3.1. Динаміка росту молоді тиліяпії за різних рН води (*Коржевський М.М.*)

В інших дослідних групах вихід риб становив або 100 % (помірно кисла і нейтральна вода), або був близький до цього показника, тобто в помірно лужній воді (96 %) і сильно лужній (98 %).

*Динаміка росту товарної риби.* При вирощуванні товарної тиліяпії відмінності у швидкості росту були більш значними, ніж при вирощуванні молоді. Однак, перші

дві декади дослідного періоду відставання за масою у риб у сильно кислій воді від тільпії зі сприятливих умов вирощування практично було відсутнє. Лише після закінчення перших 20 днів відмінності в рості стали достовірними (рис. 3.2).

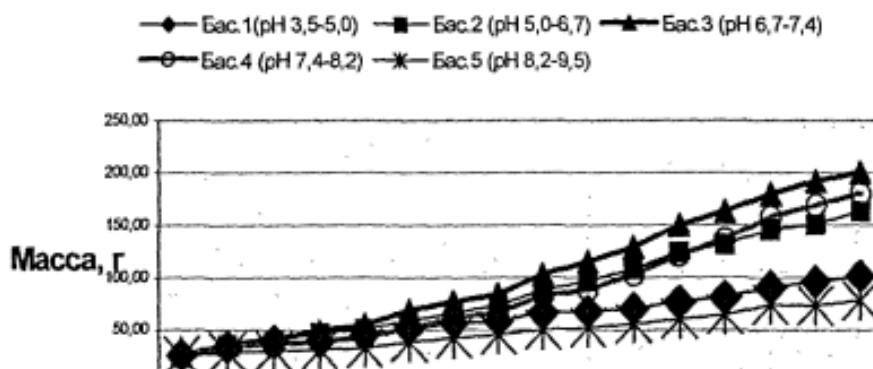


Рис. 3.2. Ріст товарної тільпії при різних значеннях рН води  
(Коржевський М.М.)

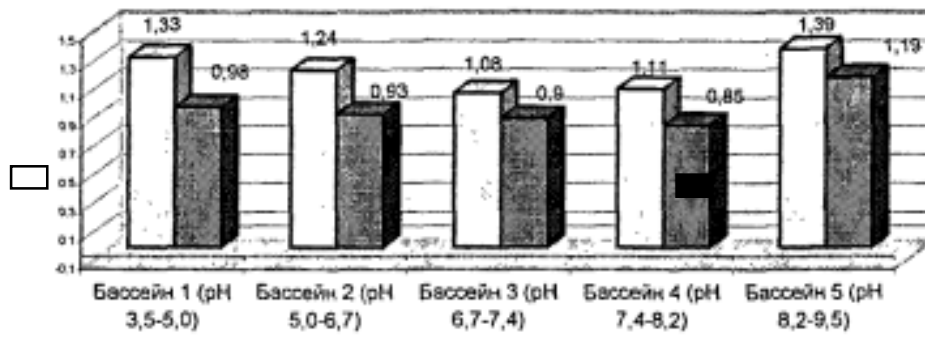
Більш істотні відмінності за масою риб наприкінці дослідження пов'язані з тим, що вирощування товарної тільпії було в 2,5 рази тривалішим, ніж вирощування молоді, тобто стрес від впливу рН води при вирощуванні товарної тільпії набув хронічної форми. Найбільшої кінцевої маси (200 г) після закінчення 5 місяців вирощування тільпії досягли в нейтральній воді. Дещо гірше росли риби в помірно лужній і помірно кислій воді, досягнувши відповідно кінцевої маси 180 і 163 г. У сильно кислій воді тільпії досягли маси, вдвічі меншої, ніж у нейтральній - 101 г. Найменша швидкість росту і найменша кінцева маса були відзначені, як і в першому досліді в сильно лужній воді (78 г).

Життєздатність риб дорівнювала 100 % у всіх дослідних групах, за винятком сильно кислої води (83 %). Загибель риб у варіанті з кислою водою відбувалася, як правило, після проведення контрольних обловів, тобто тільпії не витримували додаткового стресу, спричиненого гіпоксією та маніпуляціями під час зважувань і вимірювань. Як і в досліді з вирощування молоді, середня маса товарної риби в сильно кислій воді зросла через загибель найбільш ослаблених дрібних особин. Таким чином, рН води є стримуючим фактором росту для червоної тільпії.

### 3.2. Ефективність використання корму

Як показали наші дослідження, червона тільпія ефективно використовувала корм при всіх дослідних значень рН (рис. 3.3).

Найефективніше використання корму відбувалося в помірно лужній і нейтральній воді. У міру зсуву рН води в бік несприятливого діапазону витрати корму зростали. Це пов'язано зі зниженням споживання корму.



- вирощування молоді тиліпій (дослід 1)      - вирощування товарної тиліпії

**Рис. 3.3. Витрати корму за період вирощування риби за різних значень рН води (Коржєвський М.М.)**

З уповільненням росту відносна частка енергії корму, що витрачається на підтримання життєдіяльності збільшувалася, а частка енергії, що витрачається на приріст маси тіла знижувалася. Таким чином, ефективність використання енергії корму знижувалася.

### 3.3 Екстер'єрно - інтер'єрні показники

**Індекси статури риб за змін рН середовища.** Екстер'єрна оцінка відіграє важливу роль під час розведення сільськогосподарських тварин, зокрема риб [1-3, 21]. Як і у випадку з масою тіла, на індекси статури молоді тиліпії рН води мав менший вплив, ніж при вирощуванні товарної риби. Індекс товщини тіла у молоді в нейтральній воді був достовірно вищим (25,4 %), ніж у сильно кислій (24,6 %), а індекс великоголовості достовірно нижчий (31,7 %), ніж у сильно лужній воді (33,4 %). Коефіцієнт вгодованості риб у нейтральній воді був вищим (4,0), порівняно з іншими дослідними групами, але ці відмінності були не достовірні.

На індекси статури в товарної тиліпії величина водневого показника середовища існування мала більш суттєвий і достовірний вплив порівняно з молоддю тиліпії. Найменшим коефіцієнтом вгодованості (2,9), найменшою відносною товщиною тіла (22,1 %) і величиною його відносного обхвату (86,6 %), а також

найбільшим індексом великоголовості (33,9 %) мали тилапії, вирощені в сильно лужній воді. Показники екстер'єру у риб у сильно кислій воді були трохи кращими за такі у тилапії із сильно лужної води. У міру зсуву рН води в бік нейтральних значень рН стан екстер'єру риб з продуктивного погляду поліпшувався.

Так найбільш високими значеннями коефіцієнта вгодованості (3,3), відносної товщини тіла (23,6 %), його обхвату (91,5 %), а також найменшим індексом великоголовості (31,2 %) володіли тилапії, які вирощені в нейтральній воді.

**Співвідношення частин тіла.** У разі зміни рН води в сильно кислий і сильно лужний бік маса м'язів у молоді тилапій знижувалася, а маса голови та сумарна маса внутрішніх органів зростала, тобто зменшувався вихід їстівних частин. З підвищенням рН зростала відносна маса зябер, що пов'язано з підвищенням рівня споживання кисню та інтенсивності функціонування цього органу. Маса шкіри змінювалася обернено пропорційно до маси зябер. Найбільша маса зябер і найменша маса шкіри була у тилапій у сильно лужній воді, відповідно - 3,4 і 2,5 %. У риб у сильно кислій воді маса шкіри була найбільшою серед усіх дослідних груп (3,98 %), а маса зябер найменшою (3,0 %). Маса луски змінювалася пропорційно до маси шкіри.

Щодо впливу рН на відносну масу частин тіла у товарних тилапій спостерігали тенденції, характерні для молоді, але за деякими винятками. Найбільша відносна маса м'язів - 50,4 % і маса тушки - 66,8 % була відзначена у риб, вирощених у нейтральній воді. У міру зсуву водневого показника в бік кислих і лужних значень індекс м'язів і тушки, а отже м'ясні якості тилапій знижувалися. З підвищенням рН збільшувалася відносна маса зябер, що, як і в досліді з молоддю очевидно було пов'язано зі збільшенням споживання кисню. Найменшою масою шкіри - 2,9 % і луски - 2,4 % і найбільшою масою зябер - 3,3 % мали тилапії, які вирощені в сильно лужній воді. З підвищенням рН зменшувалася маса внутрішніх органів, що очевидно також пов'язано з прискоренням обміну речовин в організмі риб.

**Маса внутрішніх органів червоної тилапій.** У варіантах досліді з підвищенням рН спостерігали характерне збільшення маси серця у молоді тилапій, що узгоджується з підвищенням споживання кисню, тобто з посиленням обміну речовин в організмі риб. При цьому серце працює більш активно, що призводить до

збільшення процесів анаболізму в ньому, і як наслідок до зростання його маси. Між показником маси серця та споживанням кисню в молоді тилапії виявили суттєвий взаємозв'язок. Коефіцієнт кореляції становив  $+0,9$ . Між величинами маси серця і зябер також був позитивний взаємозв'язок ( $r=+0,8$ ). Між масою серця, масою зябер, з одного боку, і масою шкіри з іншого є суттєвий зворотний кореляційний зв'язок ( $r= -0,9$ ). Найменшу масу шлунку спостерігали в сильно кислій воді (0,29 %), найбільшу - у сильно лужній воді (0,46 %). Коефіцієнт кореляції між цим показником і рН склав близько  $+0,9$ . Схожу картину, як і щодо шлунку, спостерігали в розподілі відносної маси кишечника.

Нирки риб є органом виділення і кровотворення, слугують депо крові, а також органом, у якому виробляються різні гормони [23]. Найбільша відносна маса нирок була відмічена у молоді тилапії у сильно лужній воді (0,25 %), найменша - у сильно кислій (0,21 %). Існувала позитивна кореляція між даним показником і вмістом гемоглобіну в крові ( $r=+0,53$ ).

Найменшу масу гонад у молоді тилапії спостерігали в сильно кислій воді (1,24 %). З підвищенням рН ближче до нейтральних значень відносна маса гонад зростала, а в сильно лужній воді знову ставала мінімальною і становила (1,31 %). Зіставляючи дані щодо відносної маси гонад із даними щодо середньої стадії зрілості гонад за групами, слід зазначити, що за сприятливіших значень рН тилапії були більш зрілими.

На кількість внутрішньопорожнинного жиру впливають багато чинників середовища: забезпеченість їжею, вік, статеве дозрівання риб, температура води тощо. У наших дослідженнях рН мав достовірний вплив на відносну масу внутрішньопорожнинного жиру. У молоді найбільший його вміст був у сильно кислій воді (4,3 %). Він був достовірно вищим, ніж у тилапії, вирощених у помірно кислій (3,0 %), помірно лужній (3,2 %) і сильно лужній воді (3,1 %) при  $P<0,05$ .

Величина гепатосоматичного індексу перебуває в тісному взаємозв'язку зі статевим дозріванням риб. У багатьох видів спостерігали збільшення відносної маси печінки на початкових етапах дозрівання статевих продуктів і зменшення на завершальних стадіях. Подібну тенденцію спостерігали в тилапії у сильно лужній

воді. У молоді тилапій вищому значенню маси печінки відповідала більш рання стадія зрілості гонад.

Маса селезінки - показник більш нестабільний, ніж маса інших внутрішніх органів. Жодних змін селезінки, пов'язаних із рН води виявлено не було [2, 11, 19].

Щодо маси серця та його взаємозв'язку з масою зябер і шкіри у товарної тилапій та молоді спостерігали схожу картину. У товарної риби збереглися тенденції, характерні для молоді, і щодо маси шлунку і кишечника.

Між масою нирок і кількістю еритроцитів у товарних тилапій спостерігали позитивний кореляційний зв'язок. Коефіцієнт кореляції дорівнював +0,86. Таким чином, у риб, кров яких містить більшу кількість еритроцитів, нирки як кровотворний орган мають більшу відносну масу. Спостерігали також кореляцію між відотною масою нирок і вмістом гемоглобіну в крові ( $r=+0,66$ ).

У товарних риб гонади були більш зрілими за більш сприятливих значення водневого показника. Однак достовірних відмінностей за гонадосоматичним індексом між групами не виявили. Між відотною масою жиру та масою гонад спостерігали негативний корелятивний зв'язок ( $r=-0,8$ ). У товарних тилапій відзначили зворотний кореляційний зв'язок між стадією зрілості гонад і відотною масою печінки ( $r= -0,6$ ).

Показник відотної маси селезінки у товарних тилапій, як і в молоді відрізнявся високою нестабільністю. За абсолютними величинами мас внутрішніх органів між дослідними групами існували значно істотніші відмінності у зв'язку з різницею в масі тіла тилапій.

### **3.4 Фізіологічні показники червоної тилапій**

**Вивчення стандартного обміну у молоді та товарної риби.** Споживання кисню рибами є інтегральним показником метаболічних процесів і корелює з приростом живої маси [6, 13]. Як у молоді, так і в товарної тилапій рН води мав значний вплив на споживання кисню, тобто на інтенсивність обмінних процесів. Найменшим споживання кисню було в сильно кислій воді (рис. 3.4 і рис. 3.5). З підвищенням рН воно зростало в два і більше разів, досягаючи свого найвищого значення в помірно лужній воді.

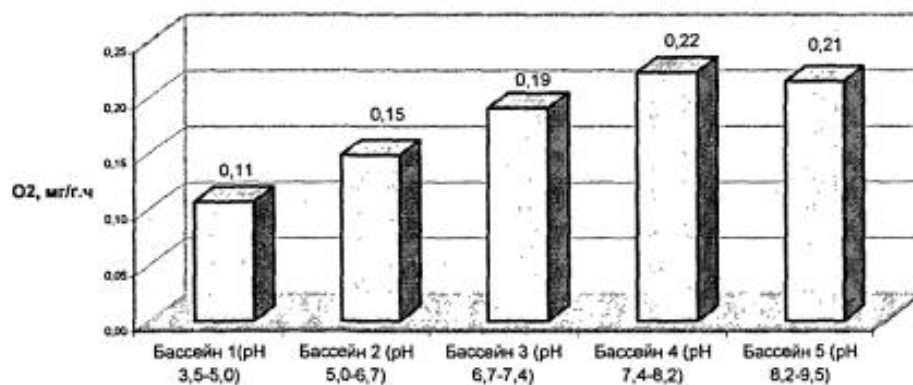


Рис. 3.4. Споживання кисню молоддю тиліпій за різних значень рН води, мг/г маси тіла за годину

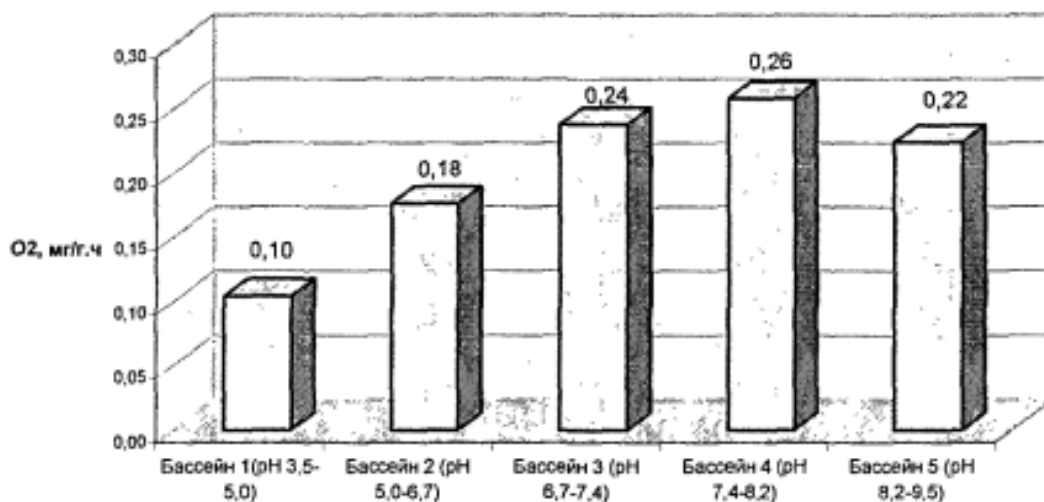


Рис. Споживання кисню товарною рибою при різних значеннях рН води, мг/г маси тіла за годину

**Вплив зміни рН води на поведінку тиліпій.** Знижене споживання кисню при зниженні рН води узгоджується і з поведінкою риб. У сильно кислій воді рухова активність тиліпій була найменшою.

Суттєво активнішою була риба в помірно кислому та помірно лужному середовищі. Апетит риб, який виражається у споживанні їжі, також був значно вищим у нейтральній воді. Тиліпії постійно плавали в пошуках корму по всій акваторії, дуже активно брали корм (рис. 3.6). Нетиповою була поведінка тиліпій безпосередньо після додавання реактивів, наприклад, у басейні з помірно кислим середовищем, де показник рН води протягом доби прямував у бік підвищення (з 5 до 6,7). Додавання кислоти призводило до різкого зниження рН до 5 і викликало у риб сильне

занепокоєння. Вони збиралися в щільну зграю (рис. 3.7). Під час годування виявляли високий апетит, але брали корм дуже обережно - випливали на мить із зграї, хапали гранулу, після чого відразу поверталися назад.

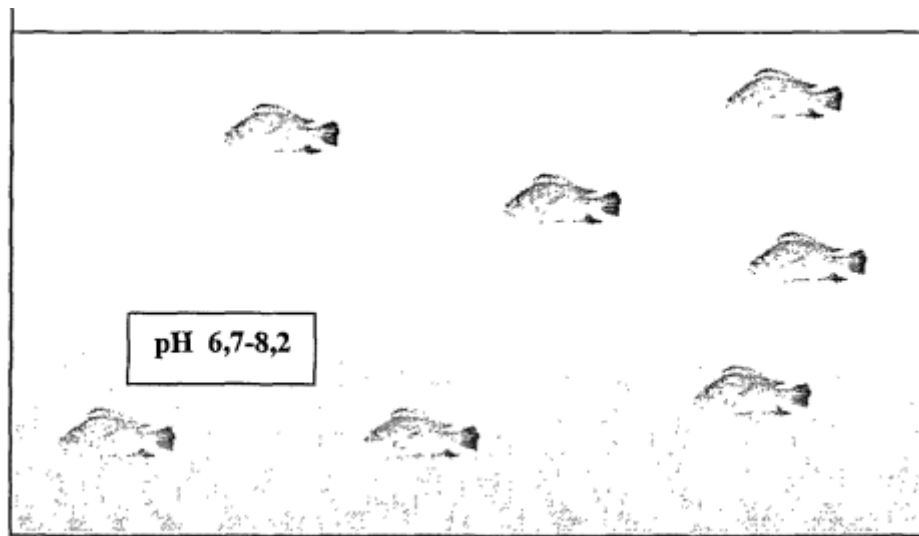


Рис. 3.6. Структура зграї тиляпій в нейтральній і помірно лужній воді

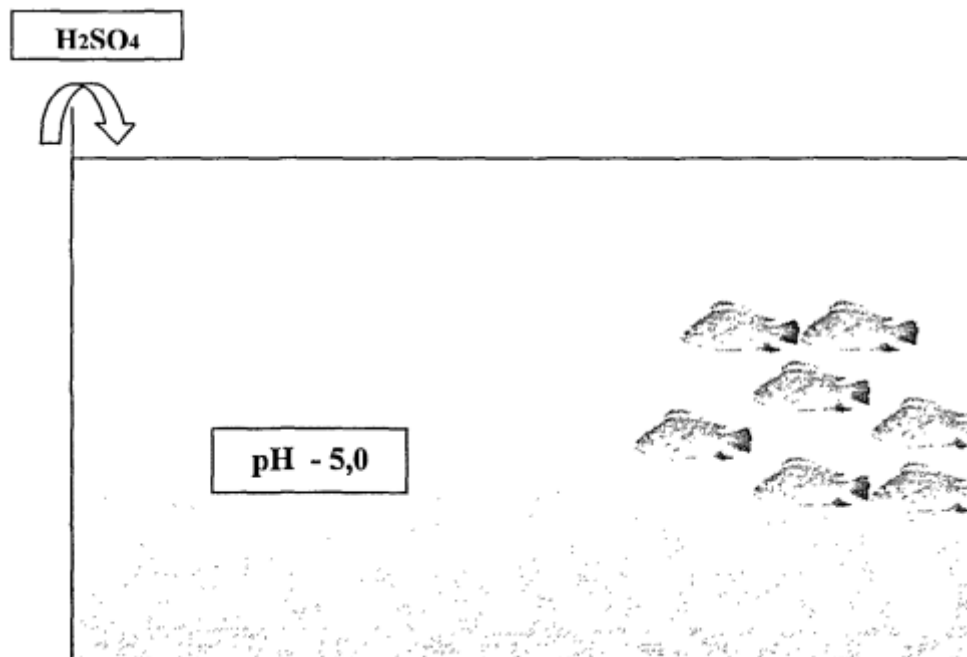


Рис. 3.7. Структура зграй тиляпій при зниженні рН

Схожу зграйну поведінку спостерігали і в басейні з коливаннями рН від 8,2 до 9,5. Винятком було те, що після додавання лугу і стрибка рН до 9,5 риби хоч і збиралися в зграю, але були більш млявими і майже припиняли споживати корм. Корм іноді захоплювали, але тут же викидали з ротової порожнини.



### **3.5 Оцінка якості м'яса червоної тиляпій за різних значень рН води**

Зміна рН середовища проживання риб - це є моделювання забруднення природної водойми. І з практичної точки зору неминучим є питання про якість рибної продукції, отриманої з водойм з різним значенням рН [15, 22]. Важко очікувати будь-яких токсичних впливів на рибну продукцію від зміни рН води. Проте, цій проблемі ми приділили спеціальне дослідження.

Під час проведення органолептичної оцінки в тиляпій, вирощених за всіх значень рН води, виявили гарні смакові якості. Після кулінарної обробки м'ясо червоної тиляпій мало типовий рибний смак і вирізнялося соковитістю і відмінним ароматом. Бульйон після варіння червоної тиляпій мав добрі смакові якості - був насиченим, прозорим, не мав сторонніх запахів і присмаку. Причому смакові відчуття не залежали від умов вирощування риби. Вивчення хімічного складу підтвердило високу харчову цінність риб. Найбільший вміст жиру був характерним для риб, вирощених у помірно кислому діапазоні рН (2,5 %). Найвищий рівень сухої речовини та сухої знежиреної речовини було виявлено в нейтральній (27,63 і 25,54 %) і помірно лужній воді (25,83 і 23,83 %). Найменше жиру (1,26 %) і сухої речовини (22,67 %) містилося у м'язах тиляпій із сильно лужних умов. Це відповідає і більш нижчій порівняно з іншими дослідними варіантами кінцевій масі риб і найгіршим екстер'єрним показникам. Виявити суттєву залежність між показником рН і хімічним складом тіла не було можливим, оскільки більшість відмінностей, що спостерігаються між дослідними групами не достовірні.

### **3.6. Гематологічні дослідження**

*Показники крові молоді тиляпій.* Кров є найважливішою складовою внутрішнього середовища організму [21-25]. Характеристики крові перебувають під впливом, як факторів внутрішнього середовища, так і під впливом зовнішніх чинників.

Як показали наші дослідження, найбільша кількість еритроцитів і найвищий вміст гемоглобіну був характерний для крові молоді тиляпій у сильно лужній воді (табл. 3.1). Найменшими ці показники були в риб у нейтральній воді. Підвищений вміст гемоглобіну та еритроцитів за несприятливих значень рН, вочевидь, пов'язаний

з тією буферною функцією, яку разом із дихальною виконує гемоглобін. Він бере участь у підтримці рН крові - найважливішої константи гомеостазу.

Таблиця 3.1

### Гематологічні показники молоді тиліяпії

Показники	Значення рН води				
	3,5 – 5,0	5,0 – 6,7	6,7 – 7,5	7,5 – 8,2	8,2 – 9,5
Кількість еритроцитів, млн./куб. мм	2,01	2,01±0,12	1,89±0,10 <b>3-5</b>	1,76±0,08 <b>4-5</b>	2,33±0,13 <b>3-5, 4-5</b>
Вміст гемоглобіну, г%	7,23±0,34 <b>1-5</b>	7,40±0,41 <b>2-5</b>	6,73±0,38 <b>3-5</b>	7,59±0,38 <b>4-5</b>	9,09±0,35 <b>1-5, 2-5, 3-5, 4-5</b>

*Примітка:* тут і надалі виділені жирним кольором цифрами показані номери дослідних груп, між якими існує достовірна різниця  $P < 0,05$ .

**Показники крові товарної тиліяпії.** Вивчення характеристик крові товарної тиліяпії виявило найбільш суттєві зміни в показниках червоної та білої крові у риб у сильно кислій воді (рН 3,5-5,0). У цьому варіанті досліду спостерігали найбільшу кількість патологічних форм еритроцитів. Число еритроцитів з інвагінацією ядра перевищувала контроль (рН 6,7-7,4) у 10 разів. У лейкоцитарній формулі збільшилася кількість зрілих гранулоцитів (нейтрофілів, базофілів та еозинофілів) і особливо їх бластних форм - у 9 разів порівняно з контролем (табл. 3.2).

У контролі кількість лейкоцитів була найвищою серед дослідних груп (96,7 тис/мм<sup>3</sup>), що свідчить про високий рівень імунітету в риб. Бластні форми гранулоцитів мали низькі показники. У середньому по групі вони становили 0,84 %. Кількість патологічних форм еритроцитів на контролі була найнижчою серед дослідних груп.

У крові риб із сильно лужної води (рН 8,2-9,5) також була присутня велика кількість патологічних форм еритроцитів, зокрема найбільша кількість еритроцитів з інвагінацією ядра. Однак, процес аглютинації був виражений значно слабше, ніж у тиліяпії в сильно кислій воді. Кількість лейкоцитів порівняно з контролем була меншою у 2,4 рази. Таким чином, у сильно кислій і сильно лужній воді у риб розвивалася лейкопенія, тобто зниження кількості лейкоцитів. Як наслідок у риб

знижувався імунітет і в сильно кислій воді після проведення обловів найбільш ослаблені риби не витримували додаткового стресу і гинули.

Таблиця 3.3

**Лейкоцитарна формула крові товарної тиліпій, яка вирощені при різних значеннях рН води**

Показники	Значення рН води				
	3,5 – 5,0	5,0 – 6,7	6,7 – 7,5	7,5 – 8,2	8,2 – 9,5
Кількість лейкоцитів, с/мм <sup>3</sup>	32,15±2,56 1-2, 1-3, 1-4	54,80±8,22 1-2, 2-3	96,7±6,33 1-3, 2-3, 3-4, 3-5	58,46±3,51 1-4, 3-4, 4-5	39,59±4,8 3-5, 4-5
Лейкоцитарний склад крові, %					
Лімфоцити	86,08±2,4 1-2, 1-3, 1-4, 1-5	95,67±0,86 1-2	97,02±0,78 1-3, 3-4	92,62±1,30 1-4, 3-4	95,06±0,8 1-5
В тому числі лімфобласти	2,48±0,38 1-3	1,96±0,55	1,16±0,24 1-2	1,67±0,37	1,50±0,40
Моноцити	2,49±0,61	1,74±0,31	1,23±0,31 3-4	2,53±0,30 3-4	1,86±0,34
В тому числі монобласти	1,72±0,39	1,49±0,26	0,84±0,23 3-4	1,85±0,30 3-4	1,36±0,43
Гранулоцити					
Нейтрофіли	1,03±0,42	0,49±0,26	0,38±0,13	0,31±0,08	0,27±0,05
Мезофіли	2,75±0,64 1-2, 1-3, 1-5	0,18±0,10 1-2	0,45±0,13 1-3	1,19±0,44	0,5±0,2 1-5
Еозінофіли	0,10±0,10	відсутні	0,07±0,07	відсутні	відсутні
Сума бластних форм гранулоцитів	4,21±0,74 1-3	3,45±0,76	2,0±0,32 1-3	3,52±0,64 4-5	2,86±0,81 4-5
Сума бластних форм агранулоцитів	7,55±1,68 1-2, 1-3, 1-5	1,92±0,49 1-2	0,84±0,27 1-3, 3-4, 3-5	3,35±0,93 3-4	2,61±0,2 1-5, 3-5
Сума бластних форм гранулоцитів і агранулоцитів	11,76±1,3 1-2, 1-3, 1-4, 1-5	5,37±1,17 1-2	2,84±0,58 1-3, 3-4	6,87±1,29 1-4	5,47±0,93 1-5

## Показники крові червоної тиліяпії

Показники	Значення рН води				
	3,5 – 5,0	5,0 – 6,7	6,7 – 7,5	7,5 – 8,2	8,2 – 9,5
Вміст гемоглобіну	10,20±0,29	10,06±0,11	10,32±0,36	10,38±0,20	10,68±0,3
Число еритроцитів	2,05±0,05 <b>1-3</b>	2,05±0,13	1,73±0,04 <b>1-3, 3-4, 3-5</b>	2,06±0,1 <b>3-4</b>	2,12±0,07 <b>3-5</b>
ШОЕ, мм/год	2,8±0,46	2,80±0,12	3,70±0,60	2,80±0,34	2,90±0,53
Гематокрит, %	31,0±1,48	29,4±1,5	28,6±1,66	28,2±0,66	29,00±1,73

Кількість еритроцитів у риб у нейтральній воді була дещо нижчою, ніж в інших групах (1,73 млн/мм<sup>3</sup>) (табл. 3.4). Суттєвих відмінностей у вмісті гемоглобіну між дослідними групами не спостерігали. Середньоклітинна концентрація гемоглобіну в одному еритроциті зростала з підвищенням рН середовища вирощування. Однак ці відмінності недостовірні за (P<0,05).

### 3.7 Реакція адаптації риб до змін рН води

Для визначення сублетальних меж рН у тиліяпії були проведені спеціальні дослідження (табл. 3.5). Моделювали екстремально кислі та екстремально лужні умови середовища. Значення рН доводили до межі, тобто до значень рН, за яких починалися патологічні зміни і загибель риби. Спостереження за рибою здійснювали цілодобово. У процесі досліду реєстрували харчову поведінку, ієрархічні взаємовідносини в зграї, рефлексії пози, характер дихання, стан поверхневих тканин і внутрішніх органів (після розтину), реабілітаційні можливості риби після перебування у воді з сублетальним значенням рН. Сублетальне значення рН води констатували після загибелі 50% особин у групі.

Дослідження показали, що червона тиліяпія має високу толерантність до зниження рН води. Порушення фізіологічних функцій і органічні зміни розвиваються у риби за значень рН, які в природних умовах не зустрічаються.

Риби, вирощені в кислій воді проявили підвищену стійкість до низьких значень рН порівняно з рибами, вирощеними в нейтральній. Стійкість до екстремально лужних значень рН у риб, вирощених у лужній воді була навіть дещо нижчою, ніж у

риб, вирощених у нейтральній. Тобто підвищення стійкості не відбулося. Після закінчення дослідів особини, що вижили в сублетальних умовах, були поміщені в басейн з нормальним значенням рН і досить швидко відновилися. Личинки, які зазнали впливу високих значень рН, були пересаджені в сприятливі умови і надалі нормально розвивалися.

Таблиця 3.5

**Тривалість життя тиліпії при сублетальних значеннях рН води**

Показник	Зниження рН		Підвищення рН	
	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4
рН, при якому рибу вирощували	7,1	4,2	7,1	8,9
рН при якому наставала загибель 50% риб	3,2	3,0	11,3	11,3
Настання загибелі 50% риб, год	18	45	21	18

**Зміни картини крові риб під впливом сублетальних значень рН води**

Сублетальні значення рН води справили суттєвий вплив на гематологічні показники риб. У міру наближення значень рН до меж, небезпечних для життєдіяльності тиліпій, відбувалося збільшення числа еритроцитів і вмісту гемоглобіну (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Гематологічні показники товарної тиліпії при сублетальних значеннях рН води**

Показники	Значення рН води		
	3,2	11,1	7,8
Середня маса тіла, г	224,21±25,5	228±23,4	254±15,48
Вміст гемоглобіну, %	9,11±0,3 <b>1-3</b>	9,31±0,32 <b>2-3</b>	7,4±0,31 <b>1-3, 2-3</b>
ШОЕ, мм/год	2,07±0,17 <b>1-3</b>	2,86±0,3	2,71±0,1 <b>1-3</b>
Осмотична стійкість	0,36±0,01 <b>1-2</b>	0,31±0,004 <b>1-2, 2-3</b>	0,38±0,004 <b>2-3</b>

еритроцитів, % NaCl			
Число еритроцитів, млн/мм <sup>3</sup>	1,92±0,1 <b>1-3</b>	1,82±0,12 <b>2-3</b>	1,41±0,08 <b>1-3, 2-3</b>
Гематокрит, %	30,71±1,64 <b>1-2, 1-3</b>	22,43±1,09 <b>1-2</b>	20,57±1,57 <b>1-3</b>
Об'єм одного еритроцита, мкм <sup>3</sup>	162, 29±11,06 <b>1-2</b>	125,4±7,46 <b>1-2</b>	146,56±10,45
Кількість гемоглобіну в одному еритроциті, мкг	48,22±2,68	52,19±2,86	53,02±2,36
Середньоклітинна концентрація гемоглобіну в одному еритроциті, %	29,94±1,0 <b>1-2, 1-3</b>	41,78±1,22 <b>1-2</b>	36,75±1,89 <b>1-3</b>

Очевидно, це було зумовлено такими причинами. По-перше, риби перебували в стані гіпоксії внаслідок ураження зябер і шкірних покривів. Їхній організм був змушений мобілізувати додаткові резерви червоних кров'яних тілець для посилення надходження кисню. При цьому, закономірно збільшувався вміст гемоглобіну в крові. По-друге, крім нейтралізації гіпоксії гемоглобін виконував й іншу важливу функцію - буферну. Він брав участь у підтримці гомеостазу внутрішнього середовища організму. У разі зсуву рН у кислий і особливо в лужний бік спостерігали значне збільшення як лужного, так і кислотного буфера крові, тобто відбувалася мобілізація всіх буферних систем організму з метою підтримання сталості рН внутрішнього середовища (табл. 3.7).

Під впливом сублетальних значень рН в організмі риб відбулися зміни як у кількісному, так і в якісному складі білої крові. Чіткіше прореагувала біла кров тилапій на зміну середовища в кислий бік (рН 3,4), ніж у лужний. При цьому кількість лейкоцитів зменшилася у 2,7 рази (23,5 проти 63,5 тис/мм<sup>3</sup>) на контролі. У лейкоцитарній формулі крові різко збільшився відсоток фагоцитуючих елементів (моноцитів і нейтрофілів): моноцитів у 4,2 рази (6,56 проти 1,54 %) у контролі; нейтрофілів у 8,6 рази (6,55 проти 0,77 %), при цьому кількість паличкоядерних

збільшилася в 9,2 рази, сегментноядерних - у 3,5. Кількість базофілів зросла в 4,1 рази (2,48 порівняно з 0,61 %). Кількість бластних форм порівняно з контролем зросла в середньому у 8,7 разів (15,1 проти 1,73 %).

У тиляпій, підданих впливу сублетальних лужних умов, також відзначено зміни в показниках білої крові, але меншою мірою, ніж у тиляпій, які перебувають у сильно кислому середовищі. Кількість лейкоцитів зменшилася в 2 рази (32,7 тис/мм<sup>3</sup>, проти 63,5 на контролі). Число моноцитів зросла в 2,8 рази, нейтрофілів - у 4,6 рази. Присутність у периферичній крові великої кількості бластних форм, як білої, так і червоної крові, свідчить про порушення фізіологічного стану організму риб.

Таблиця 3.7

### Буферні властивості сироватки крові тиляпії за різних значень рН

Показники	Значення рН води		
	3,3	11,1	7,8
Середня маса тіла, г	379±26,6	356,2±17,72	340,2±26,6
Лужний буфер, % 0,1 н розчину НСІ на 100 мл сироватки	184±13,52 <b>1-2, 1-3*</b>	111,6±5,23 <b>1-2</b>	106,6±4,74 <b>1-3</b>
Кислотний буфер, % 0,1 н розчин NaOH на 100 мл сироватки	60,68±3,56 <b>1-2, 1-3</b>	37,3±7,79 <b>1-2</b>	35,98±2,68 <b>1-3</b>
Співвідношення величини лужного і кислотного буфера	3,1±0,35	3,37±0,51	3,01±0,17

## ВИСНОВКИ

1. рН має суттєвий вплив на швидкість росту червоної тиляпії. Найбільшої кінцевої маси (200 г) після 5 місяців вирощування риби досягли в нейтральній воді. У помірно лужному та помірно кислому діапазоні значень рН води кінцева маса була дещо нижчою, відповідно 180 і 163 г. Найгірше тиляпії росли в сильно кислій і сильно лужній воді (кінцева маса - 101 і 78 г відповідно). Вплив рН на швидкість росту молоді був менш виражений. Істотне відставання в рості було відзначено лише в сильно лужній воді.

2. Найефективніше тиляпії використовували корм у нейтральній та помірно лужній воді. У товарних риб у цих умовах кормовий коефіцієнт становив відповідно - 1,08 і 1,11; у молоді - 0,9 і 0,85. Ефективність використання корму в помірно кислій, сильно кислій і сильно лужній воді була дещо нижчою, проте також досить високою. Кормовий коефіцієнт становив відповідно у товарної тиляпії - 1,24; 1,33 і 1,39; у молоді - 0,93; 0,98 і 1,19.

3. Найменший вихід риби був відзначений у кислій воді: 85 % у молоді та 83 % у товарної риби. В інших дослідних групах життєздатність риб дорівнювала або була дуже близька до 100 %. Загибель риби зазвичай відбувалася після проведення контрольних обловів, тобто тиляпії не зазнавали додаткового стресу, спричиненого гіпоксією та маніпуляціями під час зважувань і вимірювань.

4. Тиляпії в нейтральній воді відрізнялися найбільшим значенням індексу вгодованості та найменшою величиною індексу великоголовості, що свідчить про кращий розвиток їхніх продуктивних якостей порівняно з іншими варіантами досліді. Найменш вгодованими були особини із сильно лужної води.

5. Вивчення інтер'єрних показників виявило, що при відхиленні рН води в бік його крайніх значень, відбувається зниження відносної маси м'язів і маси тушки, тобто зменшення виходу їстівних частин. З підвищенням рН зростає відносна маса зябер і маса серця, що зумовлено посиленням споживання рибами кисню, тобто необхідністю більш активного функціонування цих органів.

6. рН води не вплинуло на товарну якість риби. Риба, вирощена в діапазоні значень рН води від 3,5 до 9,5 мала хороші смакові якості.



7. Споживання тилапіями кисню знижувалося в міру зниження рН води. Це пов'язано зі зменшенням інтенсивності обміну речовин. У помірно лужній воді рівень споживання кисню був найвищим і перевищував відповідний показник у риб у сильно кислій воді у молоді в 2 рази і у товарних риб у 2,6 рази.

8. Червона тилапія має високу толерантність до змін активної реакції середовища і витримує різкі коливання рН води в межах від 3,2 до 11,1. Сублетальними значеннями активної реакції середовища для червоної тилапії є рН 3,0 і рН 11,3. Тилапії, вирощені в кислій воді, більш пристосовані до зниження рН води порівняно з вирощеними в нейтральній. Загибель 50 % особин, адаптованих протягом 5 місяців до сильно кислої води, наставала при рН 3,0 через 45 годин, у риб, які утримувалися в нейтральній воді, при рН 3,2 через 18 годин.

9. Величина водневого показника суттєво впливає на параметри крові червоної тилапії, а отже і на весь її організм. При цьому у тилапій існує ефективний механізм підтримання гомеостазу, не дивлячись на вплив несприятливих значень рН зовнішнього середовища.

10. Для компенсування гіпоксії, спричиненої ушкодженням епітелію зябер за сублетально низьких і сублетально високих значеннях рН води, у крові тилапій відбувається збільшення кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну.

11. Збільшення концентрації гемоглобіну крові призводить до посилення її буферних властивостей і сприяє тим самим підтриманню стабільного рівня рН у ній. У разі зсуву рН у кислий бік, величина лужного і кислотного буфера крові зростає в 1,6-1,7 рази порівняно із сильно лужною та помірно лужною водою.

12. У разі відхилення рН води від оптимального значення відбувається ослаблення неспецифічного імунітету організму риб, яке виражається в зниженні числа лейкоцитів у крові (лейкопенія), а також при сублетальних величинах рН води в ушкодженні зябрового епітелію, шкіри та в значному збільшенні фагоцитуючих елементів крові.

13. Оптимальним для вирощування червоної тилапії є діапазон значень рН води 6,5-8,0.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алімов С.І. Рибне господарство України :стан і перспективи. -К.: Вища освіта, 2003. 336 с.
2. Гринжевський М.В. Аквакультура України. -К.: ІРГ УААН, 1998. 364 с
3. Гринжевський М.В. Нетрадиційні об'єкти рибництва в аквакультурі України / М.В. Гринжевський, О.М. Третяк, С.І. Ашамов, І.І. Грициняк та ін. - К.: Світ, 2001. 168 с.
4. Євтушенко М.Ю. Акліматизація гідробіонтів: підручник / М.Ю. Євтушенко, С.В. Дудник, Ю.А. Глебова. - К: Аграрна освіта, 2011. 240 с.
5. Кононенко Р., Шевченко П., Кондратюк В., Кононенко І. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2016. 410 с.
6. Разведение и выращивание тилапий в промышленных хозяйствах. URL: [https://studopedia.ru/13\\_161944\\_tema--razvedenie-i-82-virashchivanie-tilapiy-v-industrialnih-hozyaystvah.html](https://studopedia.ru/13_161944_tema--razvedenie-i-82-virashchivanie-tilapiy-v-industrialnih-hozyaystvah.html) (дата звернення 25.10.2023).
7. Осипенко П. Тропічна тіляпія в Україні. [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.aquafanat.com.ua/pagesview-33.html>
8. Технології виробництва об'єктів аквакультури / [Андрющенко А.І., Алімов С.І., Захаренко М.О., Вовк Н.І.] / Навч. посібн. К., Вища освіта, 2006. 336 с.
9. Tilapia Diseases [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://americulture.com/tilapia-diseases/>
10. Barlow G. W. The Cichlid Fishes. Cambridge, MA : Perseus Publishing, 2000. 352 p.
11. Wohlfarth G. W., Hulata G. Applied genetics of tilapias // ICLARM studies and reviews–6. Manila, Philippines : International Center for Living Aquatic Resources Management, 1983 33 p.
12. Classification and phylogenetic relationships of african tilapiine fishes inferred from mitochondrial DNA sequences / Nagl S. et al. // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2001. Vol. 20 (3). P. 361—374.
13. Chervinski J. Environmental physiology of tilapias // ICLARM Conf. Manila, Philippines, 1982 P. 119—128.

14. The biology and culture of tilapias / eds. R. S. V. Pullin, R. H. Lowe-McConnell. Manila, Philippines: International Management, 1982 432 p.
15. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. 1 / eds. B. A. Costa-Pierce, J. E. Rakocy. USA, Louisiana, Baton Rouge : World Aquaculture Society, 1997 258 p.
16. Tilapia Aquaculture in the 21st Century : Fifth International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. K. Fitzsimmons, F. J. Carvalho. Rio de Janeiro, Brazilia: Ministerio de Agricultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, 2000.682 p.
17. Baker J. Simply Fish. London : Faber & Faber, 1988. 349 p.
18. Tilapia: production, marketing and technical development : Tilapia 2001: International technical and trade conference on tilapia : proceedings / eds. S. Subasinghe, T. Singhe. Kuala Lumpur, Malaysia : Infofish, 2001 852 p.
19. Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: a review / De Silva S. S. et al. // FAO Fisheries Technical Paper. 2004 №. 453 p.
20. Tilapia Aquaculture in the Americas. Vol. 2 / eds. B. A. Costa-Pierce, J. E., Rakocy. Louisiana, USA : World Aquaculture Society, 2000. 264 p.
21. Tilapias: Biology and Exploitation / eds. M. C. M. Beveridge, B. J. McAndrew. Dordrecht, Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 2000 505 p.
22. Fessehaye Y. Natural mating in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Implications for reproductive success, inbreeding and cannibalism. Wageningen, Netherlands: Wageningen UR, 2006. 150 p.
23. Tilapia Aquaculture : Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture: proceedings / ed. K. Fitzsimmons. Orlando, Florida, USA : Northeast Regional Agricultural Engineering Service-106, 1997. 808 p.
24. Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. R. B. Bolivar, G. C. Mair, K. Fitzsimmons. Manila, Philippines : Bureau of Fisheries & Aquatic Resources, 2004. 682 p.
25. Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture : ICLARM Conference 15: proceedings. Vol. 1 / eds. R. S. V. Pullin et al. Bangkok, Thailand: Philippines, Manila: Department of Fisheries, 1988. 623 p.

26. First International Symposium on Tilapia in Aquaculture : proceedings / eds. L. Fishelson, Z. Yaron. Nazareth, Israel : Tel Aviv University, 1983. 624 p.
27. Skinner W. F. *Oreochromis aureus* (Steindachner; Cichlidae), an exotic fish species, accidentally introduced to the lower Susquehanna River, Pennsylvania // Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science. 1984. № 58. P. 99-100.
28. Habel M. L. Overwintering of the cichlid, *Tilapia aurea*, produces fourteen tons of harvestable size fish in a south Alabama bass-bluegill public fishing lake // Progressive Fish-Culturist. 1975. № 37. P. 31-32.
29. McDonald E. M. Interactions between a phytoplanktivorous fish, *Oreochromis aureus*, and two unialgal forage. 1987. № 18. P. 229-234.
30. Khallaf E. A., Alne-na-ei A. A. Feeding ecology of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) & *Tilapia zillii* (Gervais) in a Nile Canal // Hydrobiologia. 1987. Vol. 146 P. 57-62.
31. Feeding behaviour and food utilisation in tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio and relationship with the endocrine status / Toguyeni A. et al. // Physiology & Behavior. 1997. Vol. 62 (2). P. 273-279.
32. Balshine-Earn S. The Costs of Parental Care in Galilee St. Peter's Fish, *Sarotherodon galilaeus* // Animal Behaviour. 1995. Vol. 50 (1). P. 1-7.
33. Schwanck E., Rona K. Male-female parental roles in *Sarotherodon galilaeus* (Pisces: Cichlidae). // Ethology. 1991. Vol. 89. P. 229-243.
34. El-Shazly A. Biological Studies On Four Cichlid Fishes (*Tilapia nilotica*, *Tilapia galilae*, *Tilapia zillii*, *Tilapia aurea*) : thesis M. Sc. Fac. Sci. Zagazig Univ. Egypt, 1993. 227 p.
35. Hauser W. J. An unusually fast growth rate for *Tilapia zillii* // California Department of Fish and Game. 1975. Vol. 61. P. 54-56.
36. Jensen K. W. Determination of age and growth of *Tilapia nilotica* L., *T. Galilaea* Art., *T. zillii* Gerv. and *Lates niloticus* C. et V. by means of their scales // K. Norske Vidensk. Selsk. Forh. 1957. № 30. P. 150-157.
37. Spataru P. Food and feeding habits of *Tilapia zillii* (Gervais) (Cichlidae) in Lake Kinneret (Israel) // Aquaculture. 1978. № 14. P. 327-338.

38. Siddiqui A. Q. Reproductive biology of *Tilapia zillii* (Gervais) in Lake Naivasha, Kenya // *Environmental Biology of Fishes*. 1979. № 4(3). P. 257-262.

39. Intensive *Tilapia* in a re-circulation 'green-water' system. URL: <http://aquaculture-israel.com/Technology/re-circulation.html> (accessed: 25.02.2024).

40. Schmittou H. R. Principles and practices of high density fish culture in low volume cages. USA, St. Louis, MO : American Soybean Association, 2006. 78 p.