

УДК 639.3.043.13:636.087.7

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.34>

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАТУС ОРГАНІЗМУ ТИЛЯПІЇ В ПОЛІКУЛЬТУРІ *OREOCHROMIS MOSSAMBICUS* ТА *FLORIDA RED*

Гончарова О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Досліджено вплив кормового чинника на темпи розвитку тиліяпії *Oreochromis mossambicus* та *Florida Red* при вирощуванні у рециркуляційних аквакультуральних системах (РАС). Проведено оцінку ефективності вирощування тиліяпії в полікультурі *Oreochromis mossambicus* та *Florida Red* за основними показниками швидкості розвитку та функціонального стану організму. Представлено результати морфо-метричної оцінки гідробіонтів, порівняльного аналізу ефективності використання *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*, *Artemia salina* та борошна амаранту у складі загальногосподарського раціону тиліяпії. Встановлено, що метод попередньої нетрадиційної обробки природного корму впродовж його культивування та безпосереднього введення до складу загальногосподарського раціону тиліяпії сприяє активації метаболічних процесів, поліпшенню показників розвитку риб. Отримані результати надають можливість відмити позитивний вплив на динамічність внутрішніх катаболічних процесів на структурному рівні, про що свідчить більш активний процес фотосинтезу та більша загальна біомаса в дослідній групі культивування фітопланктону та зоопланктону, якими підгодовували гідробіонтів. Представлено результати щодо порівняльного аналізу впливу кормового чинника різного походження на функціональний статус організму тиліяпії в полікультурі. Отримано позитивні результати вивчення екстер'єрного профілю тиліяпії за провідними індексами тілобудови за умов підгодівлі. Встановлено, що в дослідній групі 2 параметри перевищували у нормативні значення в контрольній та дослідній групі 1. Запропоновано модельну установку культивування тиліяпії з удосконаленою технологією підгодівлі функціонально активними компонентами, що максимально наближає продукцію аквакультури до органічної. Запропонований метод надасть можливість покращити темпи росту гідробіонтів, поліпшити перебіг фізіолого-біохімічних процесів з максимальним використанням потенціалу організму риб на етапах росту.

Ключові слова: тиліяпія, функціональний статус організму, підгодівля природними кормами, обробка маточного середовища культивування, РАС.

Honcharova O.V. Functional status of the tilapia organism in the polyculture *Oreochromis mossambicus* ta *Florida red*

The article presents the results of studies on the influence of the feeding factor on the rate of development of tilapia of *Oreochromis massambicus* and *Florida Red* under the condition of closed cycle aquaculture reservoirs (CCAR). The effect of growing tilapia in the polyculture of *Oreochromis mossambicus* and *Florida Red* is estimated by the main indices of the growth rate and the functional status of the organism. The results of morphometric measurements of hydrobionts are presented in a comparative analysis of the effects of *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis*, *Artemia salina* and amaranth flour in the composition of total feeding of tilapia. It has been established that the method of predominantly unconventional processing of natural food at the time of its cultivation and its addition to the general diet of feeding tilapia promotes the activation of the metabolism of processes, improving the development of fish. The results obtained make it possible to draw a conclusion about the positive effect on the dynamics of internal catabolism of processes at the structural level. This confirms the more active process of photosynthesis and higher biomass in the experimental cultivation group of phytoplankton and zooplankton, which were then fed to hydrobionts.

The study presents the results of the analysis of the influence of feeding factors of different nature on the functional status of the tilapia organism in polyculture. There were obtained positive results of the study of the exterior profile of tilapia according to the main body indices provided additional feeding. It was found that in the experimental group 2 the parameters were higher, within the physiological norm, between the physiological norms of the values in the control and experimental groups 1. A model installation of cultivation of tilapia is proposed along with improved technology for feeding functional active components, which maximize the proximity

of aquaculture production to organic production. The proposed method will make it possible to improve the growth rate of the hydrobionts, to improve the physiological and biochemical processes under conditions of maximum use of the potential of the fish organism at the stages of ontogenesis.

Key words: tilapia, functional status of organism, feeding with natural food, water treatment of the base culture medium, CCAR.

Постановка проблеми. Впровадження новітніх біотехнологій до технологічної карти вирощування та розведення гідробіонтів з урахуванням біологічно-господарських особливостей об'єкту вирощування – одна з передумов отримання якісної продукції в аквакультурі. Поруч із класичними методами вирощування (у водоймах природного та штучного походження) набуває актуальності та практичної цінності напрям, що орієнтується на вирощування гідробіонтів у рециркуляційних аквакультуральних системах (далі – РАС) [14]. Такий напрям дає змогу отримувати продукцію у максимально контрольованих умовах, що виключають максимальний вплив забруднення, техногенного навантаження шкідливими для довкілля речовинами [3]. Вибірковим попитом серед споживачів користується екологічно безпечна продукція (з маркуванням “eco”, “bio”, “AB” та ін.), за якісними характеристиками максимально наближена до органічної. Тому на практиці є ефективним поєднання двох напрямів аквакультурного виробництва, наприклад, риба, яка підрощена у РАС, може бути використана для подальшого зариблення водойм і отримання товарної продукції після вилову. З огляду на відсутність природної кормової бази у басейнах РАС для забезпечення гідробіонтів повноцінним раціоном доцільно використовувати підгодівлю природними кормами у складі загальногосподарського раціону або біологічно активних добавок. Вимоги до екологічної безпеки продукції аквакультури підвищують актуальність проблем з підготовки якісних та безпечних кормів та отримання готової продукції [4; 7; 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливість ефективного використання добавок різної рецептури з метою отримання якісної продукції для споживачів відображена в наукових працях доволі широко. Автори відмічають важливе значення забезпечення енергетичної потреби риб, проте важливим є врахування біологічних особливостей травлення об'єкта вирощування [1; 5; 6]. Зокрема, для коропових розроблена технологія легкоперетравних кормових добавок, що мають високу поживність [6; 7]. Наукові роботи Ю.І. Грициняка [6; 8] щодо впливу нетрадиційними для риби компонентами на організм коропа відображають позитивні результати підгодівлі зерновою бардою, пророщеним зерном пшениці тощо. Дослідження В.П. Буркат, А.А. Бегма та ін. (1998р.) містять інформацію щодо ефективності впровадження до технологічної карти вирощування об'єктів сільського господарства препаратів на основі ехінацеї пурпурної в якості імуномодулятора, коректора обмінних процесів. Результати досліджень у наукових роботах відносно використання у біотехнологічній карті вирощування риб фітопрепаратів при підгодівлі надають можливість сказати про характерну м'якість їх дії, низьку токсичність та високий вміст біологічно активних речовин [9]. У роботі [10] розглядаються методи культивування фітопланктону, зоопланктону та результати підгодівлі молоді риб природним кормом. Досвід використання фітопланктону, зокрема мікроводоростей, у рибистві відображається у науковій праці Г.В. Мерзлової (1997 р.). Авторка відзначає позитивну дію хлорели, спіруліни, оскільки вони є природним кормом багатьох видів риб та після надходження до організму чинять корегуючу дію на обмінні процеси. Останнім часом розвивається біотехнологія з використанням фотоавтотрофів, зокрема мікроводоростей

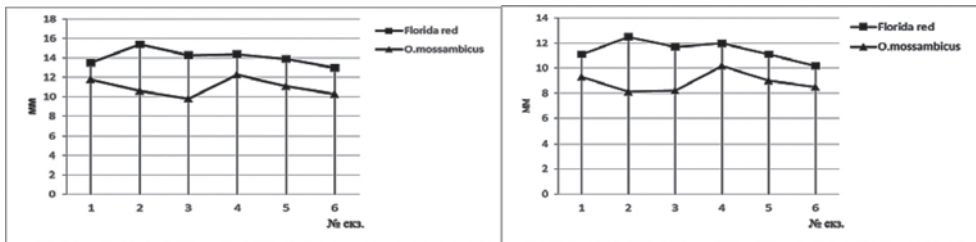
[2]. Проте питання комплексного удосконалення технологічного процесу вирощування тиліяпії в умовах РАС шляхом попередньої обробки складових раціону та умов утримання й підгодівлі досі є актуальним.

Постановка завдання. Метою проведених досліджень було вивчення впливу кормового чинника на морфо-метричні, фізіологічні показники та параметри продуктивності при вирощуванні тиліяпії *Oreochromis mossambicus* та Florida Red у РАС. Були поставлені такі завдання: експериментально-практичним шляхом обґрунтувати доцільність використання запропонованого способу підгодівлі тиліяпії, вивчити швидкість розвитку тиліяпії в онтогенезі на тлі впливу кормового чинника при вирощуванні у РАС, дослідити фізіологічний стан організму тиліяпії на тлі підгодівлі природним кормом. Вивчення особливостей формування якісного раціону для гідробіонтів при підгодівлі природними компонентами здійснювалося на базі Institut national de la recherche agronomique (INRA, Національного інституту сільськогосподарських досліджень (Франція)) та на базі Науково-експериментального центру «Водні біоресурси та аквакультура Придніпров'я» (Україна). Здійснювалося основні дослідження щодо впливу певних чинників (кормового, гідрохімічного, гідробіологічного, фізіолого-біохімічних) на функціональний статус організму тиліяпії [1; 5; 10].

При здійсненні гідробіологічних, гідрохімічних досліджень ми керувалися загальноприйнятими методами та рибогосподарськими нормативами [8; 11]. Отриманні результати фіксувалися у робочому журналі з подальшою статистичною обробкою. Годували тиліяпію багаторазово впродовж доби з розрахунку 3–5 % від маси тіла залежно від температури води. Систематично здійснювали гідрохімічну оцінку та спостереження за етологією тиліяпії. Температурний режим акваріумів впродовж експериментального періоду підтримували на рівні 27,5–28,5°C. При вивченні темпів розвитку тиліяпії використовували акваріуми з об'ємом 250 літрів. Впродовж експерименту щодо вивчення впливу кормового чинника природного походження на морфо-метричні параметри тиліяпії культивували природний корм в резервуарі з використанням середовища Зарука та морської солі (залежно від природної кормової бази) з наступною обробкою спеціальним способом у біореакторі. Спосіб культивування був розроблений раніше [1; 10]. Культури *Arthrospira (Spirulina) platensis* та *Artemia salina* культивували у лабораторії. При організації підготовчого етапу були проведені серійні дослідження щодо підбору модельних об'єктів для експерименту та встановлені оптимальні концентрації для базового середовища. Запропонований спосіб обробки базового середовища культивуванням фітопланктону та зоопланктону для використання в схемі підгодівлі гідробіонтів більш детально представлений у працях [1; 5]. Маса тіла тиліяпії визначали шляхом контрольних зважувань на електронних вагах. Дослідна група 1 отримувала добавку за такою схемою: ЗГР (загальногосподарський раціон) + борошно амаранту. Дослідна група 2 отримувала добавку за такою схемою: ЗГР + концентрат *Arthrospira (Spirulina) platensis* + *Artemia salina*. При формуванні кормової суміші всі складники вводили поступово вручну. Група, де риба споживала лише ЗГР, була контрольною. Спосіб удосконалення вирощування гідробіонтів у РАС відображений у деклараційних патентах авторів [12; 13].

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах лабораторії був отриманий рибопосадковий матеріал тиліяпії двох видів, після чого здійснювалося його підрощення окремо у двох акваріумах. При досягненні певного віку та життєздатності тиліяпії Florida Red та *Oreochromis mossambicus* ми реалізували експеримент щодо поєднання двох видів тиліяпії. Етологія враховувала певні особливості

кожного з видів. Крім того, швидкість розвитку також відрізнялася. Більш активні темпи росту були характерні для Florida Red. Середня маса тіла тилапії становила 45,5 г, в той час як у мозамбікської тилапії вона дорівнювала 24,2 г. При здійсненні морфо-метричної оцінки тилапії були отримані такі результати: середні значення загальної довжини у екземплярів Florida Red дорівнювали 14,1 см, а в *Oreochromis mossambicus* цей показник складав 11,1 см. Що стосується дослідження малої довжини та висоти тіла Florida Red, то зазначимо, що параметри становили в середньому по групі 11,4 та 4,2 см. Водночас у *O. mossambicus* були отримані такі результати: 8,9 та 3,3 см (рис.1). Впродовж експерименту візуальне спостереження за етологією тилапії показало, що риба обох видів не виявляла значної агресії до іншого виду.



а) б)
Рис. 1. Морфо-метричний аналіз тилапії в полікультурі:
а, б – вимір довжини тіла малої (а) та великої (б)

Однак для кожного з видів характерною з віком стає типова агресивна етологія самця та самки тилапії в період формування статевих ознак та періоду нересту. При підгодівлі тилапії враховували, що у системі РАС відсутня природна кормова база. Важливо задовольняти потребу організму гідробіонтів у протеїні, мікрота макроелементах, амінокислотах, вітамінах в активні періоди росту. Згідно з результатами досліджень всі параметри гідрохімічного стану резервуарів були в допустимих межах коливання. Функціональний стан організму тилапії залежить від гідрохімічного стану, зокрема концентрації нітритів. Оскільки риби вирощуються в РАС, нітрити набувають першочергового значення. Вивчення концентрації нітритів показало, що процеси переробки біогенного азоту проходили в межах норми.

При проведенні підгодівлі тилапії природним кормом, який культивували в умовах лабораторії, за раніше розробленою схемою [1], враховували швидкість росту риби з метою розрахунку введення до ЗГР добавки природного походження. Отримані результати експерименту показали, що у тилапії, яка щоденно отримувала в складі ЗГР фітопланктон та зоопланктон (базове середовище для яких піддавалось спеціальній обробці), були вищі показники швидкості росту, засвоєння корму (дослідна група 2), ніж в групі, де вводили до ЗГР борошно амаранту (дослідна група 1). Так, вихід з вирощування в дослідній групі 2 становив 96,2%, в дослідній групі 1 – 94,6%, а в контрольній групі цей показник складав 92,3%. Результати морфо-метричної оцінки тилапії на тлі використання додаткового кормового чинника надали можливість відмітити позитивний вплив та стимулюючу дію на обмінні процеси в організмі гідробіонтів. Це сприяло прискоренню розвитку та підвищенню маси тіла в дослідних групах. Так, середня маса тіла 30-добової тилапії в дослідній групі 1 на 19% перевищувала значення в контролі,

в той час як різниця між дослідною групою 2 контрольною групою становила 24,6%. У дослідній групі 2, де риби впродовж 60 діб додавали добавку у складі *Arthrospira (Spirulina) platensis* та *Artemia salina*, були зафіксовані вищі темпи розвитку порівняно з дослідною групою 1 і контрольною. Показник, що вивчався, перевищував контрольні значення на 15,2%, в той час як тияліпя в дослідній групі 1 мала нижчу середню масу тіла, ніж в контролі, на 8,4% та на 6,25% меншу, ніж в дослідній групі 2. Рис.2. ілюструє здійснення морфо-метричної оцінки об'єктів дослідження у ході експерименту. Здійснення порівняльного аналізу показників у дослідних групах і групі контролю надало можливість відмітити позитивний вплив природного кормового чинника при підгодівлі тияліпії. Однак у дослідній групі 2 параметри були вищими, ніж у першій дослідній групі та контролі (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив кормового чинника на морфо-метричні показники тияліпії

Індекси (I)	Групи експериментального дослідження, $M \pm m$, $n=6$		
	Контрольна	Дослідна 1	Дослідна 2
$I_{\text{компактності, \%}}$	64,9 \pm 0,9	65,2 \pm 0,6	65,9 \pm 0,7
$I_{\text{великоголовості, \%}}$	22,6 \pm 1,2	24,9 \pm 0,9	25,6 \pm 0,9
$I_{\text{висоти тіла, \%}}$	30,8 \pm 1,0	32,1 \pm 0,9	32,9 \pm 0,6
$I_{\text{прогонності}}$	3,2 \pm 0,9	2,9 \pm 0,8	3,3 \pm 0,5

Дослідження екстер'єрного профілю тияліпії за провідними індексами тілобудови показало, що в дослідній групі 2 параметри перевищували значення контрольної та дослідної групи 1. Крім того, коефіцієнт вгодованості в дослідній групі 2 перевищував контрольну та дослідну групу 1.



Рис. 2. Фрагмент здійснення морфо-метричної оцінки тияліпії Florida Red та *Oreochromis mossambicus*

На рис. 3 представлений фрагмент культивування та обробки природного корму для подальшої підгодівлі тилапії. Слід відмітити, що результати здійснення біохімічного аналізу фіто- та зоопланктону, оброблених спеціальним способом, показали збагачення амінокислотного складу та збільшення протеїну у складі дослідної групи проти контрольної, де використовували класичний метод культивування кожного з видів.

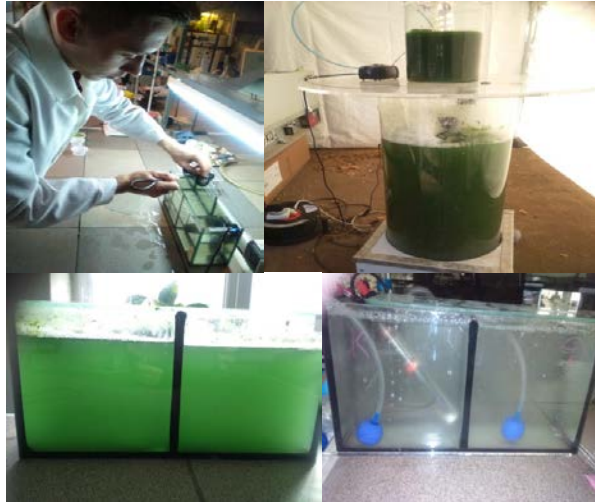


Рис. 3. Фрагмент культивування та обробки маточного середовища природного корму (зоопланктону та фітопланктону) для підгодівлі тилапії

При вивченні впливу кормового чинника на обмінні процеси у риб інформативним є дослідження складу крові. Загальна кількість еритроцитів, що свідчить про кращий еритропоез у крові тилапії першої ($1,5 \pm 0,59$ Т/л) та другої ($1,6 \pm 0,57$ Т/л) дослідних груп, була вищою по відношенню до контрольної групи ($1,4 \pm 0,62$ Т/л). Це корелювало з концентрацією гемоглобіну в крові риб (68,7, 71,0 та 66,1 г/л). Показник стабільності функціональності кісткового мозку та співвідношення формених елементів складав 46,6, 47,1 та 44,8%. Імовірно, запропонований спосіб підгодівлі природними кормами сприяв активації перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі тилапії. Це відобразилося на кращих показниках швидкості розвитку. Отримані результати надають можливість відмітити стимулюючу дію метаболічних процесів в організмі тилапії двох дослідних груп.

Висновки та пропозиції. При вирощуванні тилапії у полікультурі Florida Red та *O. mossambicus* більш активні темпи розвитку були характерні для Florida Red. Дослідження підтвердили сумісність за етологічною ознакою вирощування Florida Red та *O. mossambicus* у полікультурі. У групі, де риба щоденно отримувала в складі ЗГР *Arthrospira* (*Spirulina*) та зоопланктон (дослідна група 2), були вищі показники швидкості росту, засвоєння корму, ніж в групі, де ми вводили при годівлі до ЗГР борошно амаранту (дослідна група 1). Підгодівля тилапії впродовж 30 діб добавкою у складі *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* та *Artemia salina* сприяла збільшенню швидкості розвитку риб на 24,6% порівняно з контрольною групою. Водночас середня маса тіла 30-добової тилапії в дослідній групі 1 перевищувала на 19% значення в контролі.

Використання у ЗГР спеціально обробленої спіруліни та зоопланктону впродовж 60 діб сприяло активації метаболічних процесів, що позитивно відобразилося

на приростах та середній масі тіла. Вихід в дослідній групі 2 був кращим порівняно з іншими групами експерименту та становив 96,2% (в дослідній групі 1 – 94,6%, в контрольній групі цей показник був найменшим та дорівнював 92,3%). Дослідження екстер'єрного профілю теляпії за індексами тілобудови показало, що в дослідній групі 2 параметри перевищували в межах фізіологічної норми значення контрольної групи та дослідної групи 1. Функціональний статус організму теляпії, яка щоденно отримувала в складі раціону попередньо оброблений фітопланктон та зоопланктон, був кращим, про що свідчать показники крові. Гідрохімічні параметри відповідали нормативним значенням в аквакультурі при вирощуванні гідробіонтів у РАС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Biotesting of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts. A. Pivovarov, S. Mykolenko, O. Honcharova. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Т. 4. №. 10 (88). Р. 44–50. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.107201.
2. Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A. Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*. 2006. 101 (2). Р. 87–96.
3. Гончарова О.В., Пугач А.М. Гармонізація та біотехнологічне оновлення методів детермінації якості біологічної продукції. *Young Scientist*. 2016. Issue 9 (36). Р. 111–114.
4. Гончарова О.В., Astre P., Astre M. Перспективи розвитку аквакультури в Україні з огляду європейського досвіду. *Науковий журнал «Бористен»*. 2016. № 04 (297). С. 24–26.
5. Гончарова О.В., Тушницька Н.Й. Фізіологічне обґрунтування використання нетрадиційного методу обробки сировини в аквакультурі. *Рибогосподарська наука України*. 2018. № 1. С. 54–64.
6. Грициняк І.І., Третяк О.М. Деякі результати останніх досліджень Інституту рибного господарства. *Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів* : Збірник матеріалів I-ї Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ 15–17 травня 2018 р. Київ : Про формат. 2018. С. 8–12.
7. Грициняк І.І. Використання пшеничної барди в годівлі коропа. *Наук. вісник Львівської націон. акад. вет. медицини ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2004. Т. 6 (№ 3). Ч. 4. С. 46–51.
8. Желтов Ю.О. Методичні вказівки з проведення дослідів по годівлі риб. *Рибне господарство*. 2003. Вип. 62. С. 23–28.
9. Золотарьова О.К., Шнюкова Є.І. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології. Київ : Альтерпрес. 2008. 234 с.
10. Миколенко С.Ю., Гончарова О.В., Пугач А.М. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини. Дніпро : Журфонд, 2017. 224 с.
11. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 256 с.
12. Пристрій рециркуляційного водопостачання для отримання органічної продукції в аквакультурі / Кобець А.С., Гончарова О.В., Пугач А.М. Власники патенту Кобець А.С., Гончарова О.В., Пугач А.М. // пат. 120645 Україна. № u 201705357; заявл. 31.05.2017; опублік. 10.11.2017, Бюл. №21. Опублік. 10.11.2017.
13. Спосіб підвищення продуктивності та якості продукції ставкових риб / Кобець А.С., Гончарова О.В., Пугач А.М. Власники патенту Кобець А.С., Гончарова О.В., Пугач А.М.// пат. 111576 Україна. № u 201606064; заявл. 03.06.2016; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21. Опублік. 10.11.2016.
14. Сучасна аквакультура: від теорії до практики : практичний посібник / Ю.Є. Шарило, Н.М. Вдовенко, М.О. Федоренко, В.В. Герасимчук, Г.І. Небога, Л.А. Гайдамака, О.Б. Олійник, Н.М. Матвієнко, О.О. Деренько, І.Л. Жакун. Київ : «Простобук», 2016. 119 с.