

**ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ  
НЕТРАДИЦІЙНОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ СИРОВИНИ  
В АКВАКУЛЬТУРІ**

**О. В. Гончарова**, [anelstatori@gmail.com](mailto:anelstatori@gmail.com), Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

**Н. Й. Тушницька**, [n-tushnitska@ukr.net](mailto:n-tushnitska@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Мета.** Вивчити ефективність введення до складу раціону коропа і тилapia спіруліни (*Spirulina platensis*), підданої попередній обробці нетрадиційним методом, на перебіг фізіолого-біохімічних процесів в організмі гідробіонтів. Проаналізувати швидкість розвитку українського лускатого коропа та тилapia на тлі впливу кормового чинника.

**Методика.** Експериментальні дослідження проводилися в умовах лабораторії водних біоресурсів та аквакультури ДДАЕУ. В ході дослідів проводили клінічний огляд гідробіонтів, контроль темпів росту, виживання шляхом фіксації результатів у робочому журналі. Фізіологічні дослідження та аналіз морфофункціональних показників крові здійснювали згідно загальноприйнятих методів.

**Результати.** Встановлено, що запропонований метод попередньої нетрадиційної обробки спіруліни впродовж періоду її культивування та введення її до складу раціону коропа та тилapia сприяє активації метаболічних процесів, поліпшенню показників розвитку риб протягом 60-ти діб. При культивуванні *Spirulina platensis* з використанням плазмохімічно активованої води спостерігається позитивний вплив на динамічність її розвитку, про що свідчить більш активніший процес фотосинтезу та вища загальна біомаса в дослідній групі.

**Наукова новизна.** В роботі вперше представлено удосконалений спосіб попередньої обробки культури *Spirulina platensis* плазмохімічно активованою водою для подальшого її згодкування досліджуваним гідробіонтам. Встановлений позитивний вплив такого способу підгодівлі на функціональний стан організму коропа і тилapia, перебіг адаптаційно-компенсаторних реакцій в онтогенезі.

**Практична значимість.** Запропонований метод надасть можливість прискорити темпи росту гідробіонтів, поліпшити перебіг фізіолого-біохімічних процесів з максимальним використанням потенціалу організму риб на етапах росту, а також знизити собівартість комбікормів.

**Ключові слова:** спіруліна, обробка плазмохімічно активованою водою, короп, тилapia, швидкість росту в онтогенезі, гематологічні показники.

**PHYSIOLOGICAL JUSTIFICATION FOR USING AN UNCONVENTIONAL METHOD  
FOR PROCESSING RAW MATERIAL IN AQUACULTURE**

**O. Honcharova**, [anelstatori@gmail.com](mailto:anelstatori@gmail.com), Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro

**N. Tushnytska**, [n-tushnitska@ukr.net](mailto:n-tushnitska@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

**Purpose.** To study the influence of *Spirulina platensis*, which was previously treated by a non-traditional method, on physiological and biochemical processes in the organism of hydrobionts. To analyze the growth rate of Ukrainian scaly carp and tilapia under the influence of the feeding factor.

© О. В. Гончарова, 2018



**Methodology.** Experimental studies were carried out in the laboratory of biological resources and aquaculture. Following was performed during the experiments: clinical examination of hydrobionts, control of growth rates, survival rate by recording the results in a working journal, physiological studies, analysis of morphological and functional blood indices, which were performed according to generally accepted methods.

**Findings.** It was found that the proposed method of non-traditional processing of feed resource for hydrobionts promoted the activation of metabolic processes, contributed to the improvement of fish development indices. During the process of cultivation of *Spirulina platensis*, the use of plasma-chemically activated water had a positive effect on the dynamics of development.

**Originality.** This article presents for the first time the results of a positive effect of the pretreatment of *Spirulina Platensis* culture with plasma-chemically activated water for its feeding to hydrobionts. A positive effect of this method of feeding on the functional status of fish organism and the process of adaptation-compensatory mechanisms in ontogenesis has been found.

**Practical value.** The proposed method will provide an opportunity to improve the rate of the development of hydrobionts, physiological and biochemical processes with the maximum utilization of the potential of fish organism at the stages of active growth, and also to reduce the cost of artificial feeds.

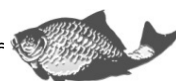
**Keywords:** feed factor, processing with plasma-chemically activated water, hydrobionts, growth rate in ontogenesis, functional status of organism.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сьогодні в умовах техногенного навантаження в більшості регіонів перед науковцями, практиками, виробниками постає питання, яке вимагає нагального вирішення – забезпечення якості та екологічної безпеки рибної продукції для населення. В європейських країнах інтеграція структур, що реалізують цілу сукупність заходів щодо удосконалення технологічних аспектів контролю якості вже готової біологічної продукції, відбувається послідовно та стрімко. Наприклад, у м. Basque, Toulouse (Франція)<sup>1</sup> домінуючими є відносно невеликі масштаби фермерських господарств, де вирощують рибу з дотриманням вимог «bien-être» (добре доглянута), АВ (agriculture biologique — сільськогосподарська біологічна продукція) та ін. Це передбачає комплекс методологічних підходів до забезпечення організму гідробіонтів повноцінним раціоном на основі біологічно активних та органічних компонентів [1, 2]. Як правило, така продукція при реалізації у ринковій системі має вдвічі вищу цінову політику, оскільки характеризується відповідними якісними характеристиками. В цьому секторі більшість підприємців співпрацює з науковими установами, що здійснюють науковий супровід: обґрунтовані лабораторні дослідження, органолептичний аналіз рибної продукції. Прикладом є установа Institut national de la recherche agronomique (INRA, національний інститут сільськогосподарських досліджень)<sup>1</sup> [1].

В умовах сьогодення в Україні також відбувається євроінтеграція у всіх сферах аграрного виробництва, в тому числі і аквакультури. Проте, питання розвитку власного виробництва якісної рибної продукції у відповідності до європейських стандартів з раціональним використанням технологічних прийомів, інноваційних енергозберігаючих технологій, матеріально-технічної бази та ін. залишається актуальним [3, 4]. Про встановлення провідних пріоритетних напрямків наукового забезпечення рибного господарства в Україні свідчить

<sup>1</sup> Автор статті робить посилання на основі власного стажування



функціонування науково-технічної програми «Рибництво» в межах тематичного плану провідної наукової установи України — Інституту рибного господарства — «Наукове забезпечення розвитку аквакультури та підвищення ефективності використання водних біоресурсів внутрішніх водойм України» [5].

Визначальним чинником отримання якісної високобілкової харчової сировини, продукції є стан фізіолого-адаптаційних компенсаторних механізмів в організмі риб. Тому актуальними є розробка та пошук оптимальних технологічних заходів. Завдяки науковим дослідженням відбувається постійне удосконалення умов вирощування, рецептів комбікормів, введення до їхнього складу поживних речовин з різноманітними характеристиками. Всі ці заходи надають можливість вирішити поставлену перед галуззю рибництва задачу щодо раціонального використання кормів, кормової бази з огляду на екологічні умови середовища, вирощування. В процесі наукових досліджень розроблені способи підвищення рибопродуктивності, виживання, темпів росту гідробіонтів на тлі використання різних добавок до загального раціону [6].

За проведення досліджень з даного напрямку в першу чергу приділяють увагу середовищу вирощування, тому експериментальні дослідження спрямовані на покращення гідрохімічного режиму фізичними, хімічними, фізико-хімічними методами [7]. В даному аспекті перспективним може бути застосування технологій харчової і кормової продукції. Саме нетрадиційним методам обробки сировини на сьогодні приділяється увага. Прикладом є результати отримані в ході експериментальних досліджень, де встановлено, що плазмохімічно активована вода позитивно впливає на якісні характеристики фітопланктону *Riccia fluitans* і *Lemna minor* L., який використовують в раціоні гідробіонтів. Як свідчать дослідження авторів, не лише гідрохімічний режим водойм, але й кормовий чинник впливає на формування морфометричних показників гідробіонтів [3, 8].

Обробка води контактною нерівноважною низькотемпературною плазмою дозволяє змінювати властивості води у напрямку підвищення проникаючої здатності за рахунок наявності дрібнокластерної структури [12]. Активну кислотність води також можливо змінювати внаслідок обробки плазмою, при цьому при обробці магістральної води рН переходить у лужний бік, а дистильованої — у кислий. При культивуванні спіруліни такі технологічні характеристики мають позитивну дію, оскільки є сприятливими для умов її розвитку. Проведеними вже раніше експериментальними дослідженнями показано, що спіруліна піддана дії плазмохімічно активованої води, за хімічним складом мала вищі показники протеїну [8]. В аквакультурі є чимало експериментальних робіт щодо аналізу та вивчення впливу біологічно активних добавок різного походження, нетрадиційних кормових добавок при годівлі риб на швидкість їхнього розвитку, меристичні та пластичні параметри тощо [9, 10].

В літературних джерелах є результати використання різних способів обробки спіруліни з метою досягнення її максимальної поживності [11]. Відомо, що біомаса спіруліни після надходження до організму чинить біопротекторну і біостимулюючу дію, що обумовлено її хімічним складом. Спіруліна за структурою має стінку, утворену мукополісахаридами, що при надходженні до організму риб сприяє полегшенню процесів її перетравлення за участі ферментних комплексів у порівнянні, наприклад, з одноклітинними водоростями (хлорела), що містить неперетравну целюлозу у складі стінки [11].



## ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

На сьогодні повною мірою не вирішеним лишається питання розробки способів зниження собівартості рибної продукції за рахунок введення до складу рецептів комбікормів локальних нетрадиційних компонентів. Рівень ефективності розроблених технологій можна оцінити лише при науково обґрунтованому вивченні впливу нетрадиційних способів обробки компонентів у складі комбікорму на функціональний стан організму та продуктивні показники риб. Наукову та практичну зацікавленість являють дослідження щодо вдосконалення існуючих та розробки нових технологій годівлі риб шляхом збагаченням кормів біологічно активними речовинами природного походження з мінімальними затратами на виробництво таких добавок.

Вирішення даної проблеми дозволить використовувати запропонований метод для стимулювання фізіолого-біохімічних процесів в організмі риб на початкових стадіях розвитку, коли відбувається формування продуктивних властивостей, з одночасним отриманням органічної продукції (без використання синтетичних, гормональних стимуляторів росту та ін.). Додатковим позитивним чинником застосування плазмохімічно активованої води при культивуванні гідробіонтів є поява активного кисню у вигляді пероксидних і надперекисних сполук водню за рахунок спеціального методу обробки такої води [8]. Це дозволяє забезпечити прояв антисептичних властивостей такого водного середовища. В Україні культивування спіруліни у промислових масштабах має обмежений характер через недосконалість технологічних підходів, знижену ефективність отримання водоростей через кліматичні умови, матеріально-технічну базу, попит на місцевому рівні.

Окрему роль відіграє і відсутність практичного та наукового досвіду щодо використання спіруліни, культивованої на плазмохімічно активованій воді, як компоненту кормів в аквакультурі. Відомості щодо використання плазмохімічно активованої води в аквакультурі відсутня, зокрема, при культивуванні спіруліни, яку після обробки можна використовувати при виробництві кормів для риб. У зв'язку з цим, метою представленої роботи було виявлення впливу кормового чинника на фізіолого-біохімічні процеси в організмі риб, а також проведення порівняльної характеристики темпів розвитку риб та аналіз функціонального статусу організму на тлі використання *Spirulina platensis*, підданої попередній обробці нетрадиційним методом.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження в цьому напрямку є складовою держбюджетної теми БМ-15 ДДАЕУ «Розробка методів обробки сировини для ресурсозберігаючих технологій переробки сільськогосподарської продукції та підвищення її продовольчої безпеки» (ДР № 0116U007412, 2016–2018 рр.) та наукової тематики кафедри водних біоресурсів та аквакультури ДДАЕУ «Вивчення сучасного стану водойм Придніпров'я з метою визначення їх рибогосподарського використання» (2016–2020 рр.). Клінічний огляд риби та дослідження виробничих показників проводили систематично. Відбір проб для визначення гематологічних показників здійснили впродовж експерименту, у крові коропа визначали основні морфо-функціональні показники згідно загальноприйнятих методів. Лабораторний експеримент



проводили з використанням акваріумів об'ємом 200 л. Об'єктами досліджень були український лускатий короп (перша дослідна група) та тиліяпія (друга дослідна група). Впродовж досліджень контролювали гідрохімічні показники. Температура води становила 22–24°C для першої дослідної групи та 26–28°C для другої. Годівлю риб здійснювали два рази на добу. На початку експерименту в кожному акваріумі було по 30 екз. риб (перша дослідна група) та по 40 екз. риб (друга дослідна група). Дослідним групам додатково до корму вводили спіруліну, що попередньо була піддана обробці плазмохімічно активованою водою за схемою 1.



Схема 1. Структура проведення експериментального дослідження

Примітка. \* Загальногосподарський раціон

Scheme 1. The structure of conducting an experimental research

Notes. \* General ration

Воду обробляли на лабораторній установці дискретного типу [8, 12]. Розвиток спіруліни контролювали візуально, із застосуванням світлової мікроскопії; окремо оцінювали рівень пігментації фітопланктону. Функціональні властивості культивованої спіруліни визначали шляхом її використання у якості корму для риб. Введення спіруліни у раціон риб здійснювали двічі на добу з розрахунку в середньому 1,25 г сирової культури на 1 кг маси тіла риби. Зазначена кількість була встановлена раніше експериментальним шляхом як оптимальна в порівнянні з іншими дозами [8]. Обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel.

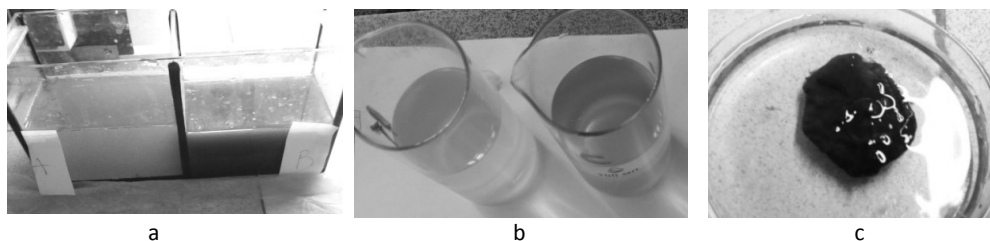
## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оскільки основні результати експериментальної частини роботи базуються на попередньому етапі — обробки культури спіруліни плазмохімічно активованою водою — доцільним буде представити результати аналізу розвитку культури, зокрема зміни її пігментації (рис. 1). У дослідній групі процеси фотосинтезу відбувалися активніше, ніж у контрольній; окрім цього, були відмічені більш активніші процеси накопичення біомаси. Три-кратність експерименту дозволила отримати більш вірогідні результати вже у попередніх дослідженнях [8]. Очевидно, такі результати вказують на позитивний вплив плазмохімічно активованої води на метаболічні процеси та розвиток спіруліни. Це надало підстави продовжити експеримент і почати вводити до раціону тиліяпії та коропа вже оброблений фітопланктон.

Показники середньої маси риб дослідних і контрольних груп вірогідно не відрізнялися між собою. Додавання до раціону тиліяпії спіруліни, культивованої у воді, підданій дії контактної нерівноважної плазми, сприяло активації

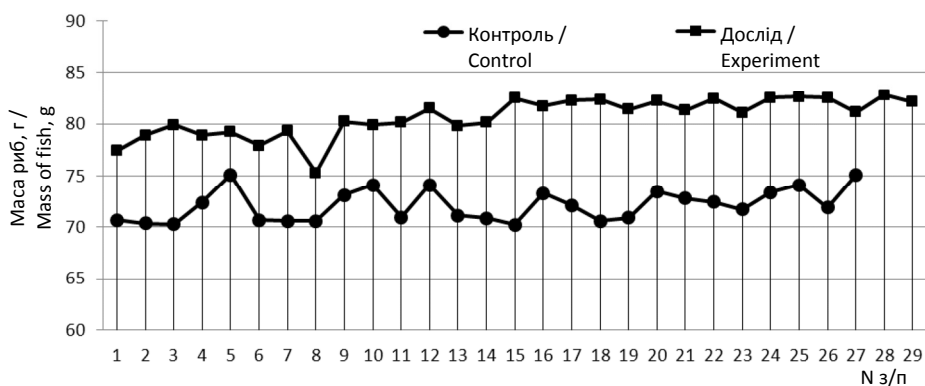


метаболічних процесів в організмі риби, що позитивно позначилося на показниках маси тіла (рис. 2).



**Рис. 1. Зміни розвитку *Spirulina platensis* за використання плазмохімічно активованої води:** а — культивування культури (ліворуч — контрольна група, праворуч — дослідна); б — аналіз пігментації в контрольній групі та дослідній групах, візуальна оцінка; с — підготовчий період фільтрації перед висушуванням культури та введення до раціону гідробіонтів

**Fig. 1. Changes in the development of *Spirulina platensis* for use in plasma chemically activated water:** a - cultivation of culture (on the left - control group, on the right - experimental); b - pigmentation analysis in the control group and experimental groups, visual assessment; c - preparatory filtration period before drying the culture and introducing into the ration of hydrobionts

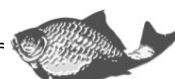


**Рис. 2. Вивчення впливу кормового чинника та використання плазмохімічно активованої води при культивуванні спіруліни (*Spirulina platensis*) на швидкість розвитку тилапії (n=30)**

**Fig. 2. Investigation of the influence of the fodder factor and the use of plasma-chemically activated water when cultivating *Spirulina platensis* on the rate of development of tilapia (n = 30)**

Так, у дослідній групі середня маса тіла тилапії складала 80,7 г, у той час як у контрольній групі значення даного показника виявилось на 11,9% меншим. Індивідуальний розподіл маси тіла і середні значення цього показника в кожній групі експерименту відображені на рис. 2. В дослідній групі показники швидкості росту були більш рівномірними, ніж у риб з контрольної групи. Це може свідчити про сталість показників катаболічних реакцій в організмі дослідної групи.

При аналізі показника використання корму гідробіонтами в кожній групі



було встановлено, що риба, яка щоденно отримувала в складі раціону спіруліну, культивовану на плазмохімічно активованій воді, мала вищий рівень засвоєння корму: показник швидкості росту і витрат корму на 1 кг приросту на 12,5% відрізнявся від значень для контрольної групи. У групі, де впродовж 60 діб згодовували спіруліну, культивовану на додатково обробленій воді, середня маса тіла перевищувала контрольні значення на 11,9% (рис. 3).

Вихід з вирощування у контрольній групі склав 90%, в той час як у дослідній, де гідробіонти додатково споживали оброблену спіруліну, становив 97%.

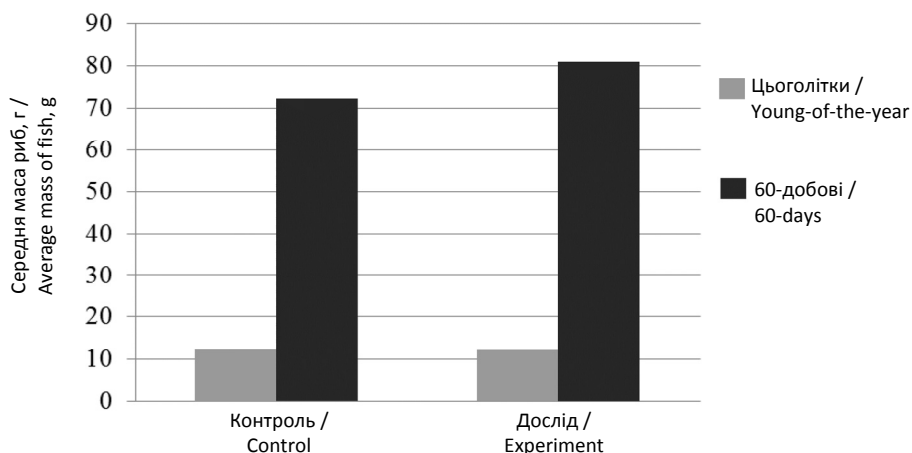


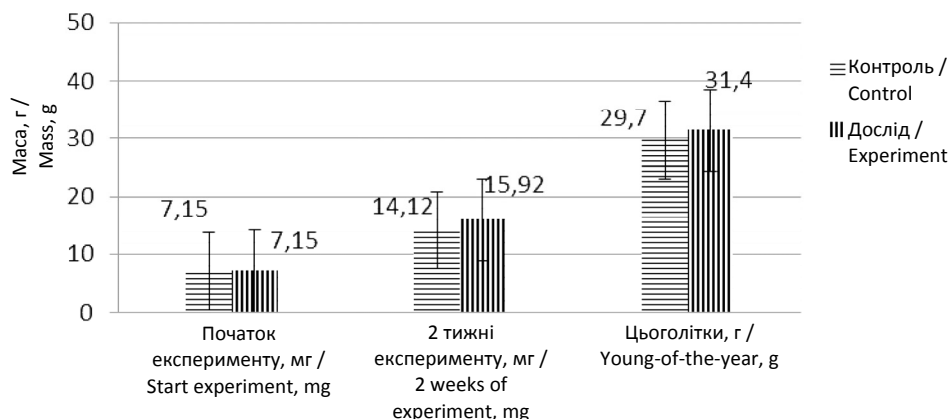
Рис. 3. Аналіз перерозподілу середньої маси тіла на початку та в кінці експерименту споживання тилapia спіруліни (*Spirulina platensis*), культивованої на плазмохімічно активованій воді ( $n_{к1} = 30$ ,  $n_{к2} = 27$ ;  $n_{д1} = 30$ ,  $n_{д2} = 29$ )

Fig. 3. Analysis of the redistribution of the average body weight at the beginning and at the end of the experiment of tilapia consumption spirulina (*Spirulina platensis*) cultivated on plasma-chemically activated water ( $n_{к1} = 30$ ,  $n_{к2} = 27$ ;  $n_{д1} = 30$ ,  $n_{д2} = 29$ )

Отже, за введення до основного загального раціону тилapia спіруліни, культивованої у воді, попередньо підданій дії контактної нерівноважної плазми, якісні та кількісні показники росту риб покращуються. Це у цілому здатне сприяти збільшенню обсягів харчової продукції, багатой на білок, оскільки якість і складові раціону риб при вирощуванні корегують їхню швидкість росту та формують хімічний склад готової продукції, що надходить до споживача. Тому наступною метою експериментальних робіт буде саме дослідження хімічних характеристик м'язової структури тилapia.

Наступні експериментальні дослідження надають можливість проаналізувати вплив кормового чинника на функціональний стан організму українського лускатого коропа. На початку експерименту середня маса личинок у контролі та досліді відповідно становила  $7,15 \pm 0,447$  та  $7,15 \pm 0,468$  мг. Впродовж 14 діб додавання спіруліни сприяло збільшенню маси тіла в дослідній групі на 12,7% відповідно до контрольної (рис. 4).





**Рис. 4. Вивчення впливу кормового чинника на розвиток коропа в онтогенезі ( $M \pm m$ ,  $n_{к1} = 40$ ,  $n_{к2} = 37$ ,  $n_{к3} = 33$ ;  $n_{д1} = 40$ ,  $n_{д2} = 39$ ,  $n_{д3} = 36$ )**

**Fig. 4. Investigation of the influence of the fodder factor on the development of carp in ontogenesis**

Відповідні позитивні зміни відбулися відносно рівня виживання: в дослідній групі він на 3,3% перевищував значення в контролі. Абсолютно логічними є підстави дискусії щодо інтерпретації впливу вивченого кормового чинника як стимулятора росту шляхом прискорення активності перебігу метаболічних процесів в організмі риби, фізіолого-біохімічних процесів. У зв'язку з цим було проведено вивчення морфофункціональних показників крові риби, результати якого представлені в таблиці 1. Еритроцитарна картина циркулюючої крові є достатньо інформативним дослідженням, оскільки вона відображає результат взаємодії регенеративних та дегенеративних процесів у крові та кровотворних органах, дозволяє проаналізувати перебіг адаптаційних процесів організму гідробіонтів за дії певного чинника [13, 14]. Показники, представлені в таблиці 1, інформують щодо наявності різниці за деякими параметрами в групах експерименту.

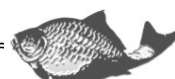
**Таблиця 1. Морфофункціональні показники крові українського лускатого коропа на тлі впливу кормового чинника ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )**

**Table 1. Morphofunctional blood indices of the Ukrainian scaly carp against the background of the influence of the fodder factor ( $M \pm m$ ,  $n = 6$ )**

Показники / Indices	Контроль / Control	Дослід / Experiment
Еритроцити, Т/л / Erythrocytes, RBC/l	1,15±0,02	1,26±0,01**
Гемоглобін, г/л / Hemoglobin, g/l	107,79±2,61	120,10±2,34**
Гематокрит, % / Hematocrit, %	24,15±1,28	29,07±0,95*
МСН, пг / pg	94,35±3,46	95,67±1,76
МСНС, % / %	45,05±1,99	41,58±2,00
MCV, мкм <sup>3</sup> / mkm <sup>3</sup>	211,54±14,24	231,73±8,63

Примітка. \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  по відношенню до показників контрольної групи.

Notes. \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$  in relation to the indices of the control group.





Вміст еритроцитів у крові дослідної риби на 9,6% ( $p < 0,01$ ) перевищує значення в контролі. Чим більша загальна кількість еритроцитів, у межах фізіологічної норми, тим вищі окиснювальні властивості крові. Тому це можна інтерпретувати як позитивні зміни. Як відомо, вміст гемоглобіну у крові коливається в певних межах та залежить від виду, віку, породи риб, умов годівлі тощо. Гемоглобін є основною білковою частиною крові, провідна функція якої полягає у постачанні кисню у тканини, органи із легенів та у видаленні вуглекислого газу. Така вірогідна різниця за цим параметром між групами експерименту свідчить про активніший перебіг процесів окиснення щодо кисневої ємності крові в організмі дослідної риби. Дані, отримані в ході досліджень, показали, що вміст гемоглобіну, за аналогією з кількістю еритроцитів в крові, дослідної риби вірогідно перевищував значення контрольної групи. У результаті проведених гематологічних досліджень щодо індексів еритроцитів вірогідної різниці між групами не було встановлено. Гематокритний показник свідчить про загальний стан гомеостазу організму, зокрема функціональну стабільність червоного кісткового мозку.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Отримані дані свідчать про позитивний ефект запропонованого методу обробки культури спіруліни та введення її до раціону коропа та тиліяпії. Це сприяє активації фізіолого-біохімічних механізмів регуляторної системи, яка корегує швидкість росту та загальний розвиток організму. З огляду на отримані результати, можна зробити припущення, що впровадження запропонованого методу у виробництво за умов позитивної технологічної перевірки є перспективним та економічно обґрунтованим.

### ЛІТЕРАТУРА

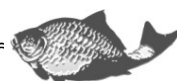
1. Гончарова О. В., Astre P., Astre M. Перспективи розвитку аквакультури в Україні з огляду європейського досвіду // *Бористен*. 2016. № 4 (297). С. 24—26.
2. Дудар О. Т. Органічне агровиробництво у системі еколого-спрямованого розвитку сільського господарства. URL: [www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/inek/2009\\_4/26.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/inek/2009_4/26.pdf) (дата звернення: 05.01.2018).
3. Гончарова О. В., Пугач А. М. Гармонізація та біотехнологічне оновлення методів детермінації якості біологічної продукції // *Молодий вчений*. 2016. № 9 (36). С. 111—114. (Сільськогосподарські науки).
4. Грициняк І. І., Третяк О. М. До питання розроблення програми виробництва продукції аквакультури з використанням вторинних енергетичних ресурсів у теплоенергетиці України // *Рибне господарство*. 2006. Вип. 65. С. 3—8.
5. Грициняк І. І., Третяк О. М. Пріоритетні напрями наукового забезпечення рибного господарства України // *Рибогосподарська наука України*. 2007. № 1. С. 5—20.
6. Годівля риб / Шерман І. М. та ін. Київ : Вища освіта, 2001. 268 с.
7. Миколенко С. Ю., Гончарова О. В., Пугач А. М. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини. Дніпро : Журфонд, 2017. 224 с.
8. Pivovarov A., Mykolenko S., Honcharova O. Biotesting of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Т. 4, № 10 (88). С. 44—50.



9. Желтов Ю. О., Олексієнко О. О., Грех В. І. Використання деяких нетрадиційних кормів в годівлі різновікових груп коропа // Рибогосподарська наука України. 2016. № 1. С. 102—105.
10. Спосіб підвищення продуктивності та якості продукції ставкових риб : пат. 111576 Україна. № у 201606064 ; заявл. 03.06.2016 ; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21.
11. Голодний І. М. Руйнування клітин водорості спіруліни за допомогою електрогідроефекту // Енергетика і автоматика. 2016. № 2. С. 57—63.
12. Пивоваров А. А., Тищенко А. П. Неравновесная плазма: процессы активации воды и водных растворов. Днепропетровск, 2006. 225 с.
13. Серпунин Г. Г. Гематологические показатели адаптаций рыб : дис. ... доктора биол. наук. Калининград, 2002. 482 с.
14. Шарамок Т. С., Єсіпова Н. Б. Вплив антропогенних факторів на гематологічні показники риб // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. 2015. № 3–4 (64). С. 722—726. (Серія : Біологія. Спецвипуск : Гідроекологія).

#### REFERENCES

1. Honcharova, O. V., Astre, P., & Astre, M. (2016). Perspektyvy rozvytku akvakultury v Ukraini z ohliadu yevropeiskoho dosvidu. *Borysten*, 4 (297), 24-26.
2. Dudar, O. T. (2018). Orhanichne ahrovyrobnytstvo u systemi ekolohospriamovanoho rozvytku silskoho hospodarstva. [www.nbu.gov.ua](http://www.nbu.gov.ua). Retrieved from [www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/inek/2009\\_4/26.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/inek/2009_4/26.pdf).
3. Honcharova, O. V., & Puhach, A. M. (2016). Harmonizatsiia ta biotekhnolohichne onovlennia metodiv determinatsii yakosti biolohichnoi produktsii. *Molodyi vchenyi*, 9 (36), 111-114.
4. Hrytsyniak, I. I., & Tretiak, O. M. (2006). Do pytannia rozroblennia prohramy vyrobnytstva produktsii akvakultury z vykorystanniam vtorynnykh enerhetychnykh resursiv u teploenerhetytsi Ukrainy. *Rybne hospodarstvo*, 65, 3-8.
5. Hrytsyniak, I. I., & Tretiak, O. M. (2007). Priorytetni napriamy naukovoho zabezpechennia rybnoho hospodarstva Ukrainy. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 5-20.
6. Sherman, I. M., Hrynzhevskiy, M. V., & Zheltov, Iu. O. et al. (2001). Hodivlia ryb. Kyiv : Vyshcha osvita.
7. Mykolenko, S. Yu., Honcharova, O. V., & Puhach, A. M. (2017). *Innovatsiini metody obrobky prodovolchoi syrovyny*. Dnipro : Zhurfond.
8. Pivovarov, A., Mykolenko, S., & Honcharova O. (2017). Biotesting of plasma-chemically activated water with the use of hydrobionts. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 10 (88), 44-50.
9. Zheltov, Yu. O., Oleksiienko, O. O., & Hrekh, V. I. (2016). Vykorystannia deiakykh netradytsiinykh kormiv v hodivli riznovikovykh hrup koropa. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 1, 102-105.
10. Kobecz, A. S., Goncharova, O. V., & Pugach, A. M. (2016). Sposib pidvyshchennia produktyvnosti ta yakosti produktsii stavkovykh ryb. Patent of Ukraine №111576.
11. Holodnyi, I. M. (2006). Ruinuvannia klityn vodorosti spiruliny za dopomohoiu elektrohidroefektu. *Enerhetyka i avtomatyka*, 2, 57-63.



12. Pivovarov, A. A., & Tishchenko, A. P. (2006). *Neravnovesnaya plazma: protsessy aktivatsii vody i vodnykh rastvorov*. Dnepropetrovsk.
13. Serpunin, G. G. (2002). *Gematologicheskie pokazateli adaptatsiy ryb. Doctor's thesis*. Kaliningrad.
14. Sharamok, T. S., & Yesipova, N. B. (2015). Vplyv antropohennykh faktoriv na hematolohichni pokaznyky ryb. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho nats. ped. un-tu im. V. Hnatyuka*, 3-4 (64), 722-726.

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

**Е. В. Гончарова**, [anelatori@gmail.com](mailto:anelatori@gmail.com), Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр

**Н. И. Тушницкая**, [n-tushnitska@ukr.net](mailto:n-tushnitska@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

**Цель.** Изучить эффективность введения в состав рациона карпа и тиляпии спирулины (*Spirulina platensis*), обработанной предварительно нетрадиционным методом, на физиолого-биохимические процессы в организме рыб. Проанализировать скорость развития украинского чешуйчатого карпа и тиляпии на фоне влияния кормового фактора.

**Методика.** Экспериментальные исследования проводились в условиях лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры ДГАЭУ. В процессе опытов проводили клинический осмотр гидробионтов, контроль темпов роста, выживания путем фиксации результатов в рабочем журнале. Физиологические исследования, анализ морфофункциональных показателей крови осуществляли согласно общепринятым методам.

**Результаты.** Установлено, что предложенный метод предварительной нетрадиционной обработки спирулины на протяжении периода ее культивирования и введения ее в рацион карпа и тиляпии способствует активации метаболических процессов, улучшению показателей развития рыб на протяжении 60 суток. При культивировании *Spirulina platensis* с использованием плазмохимически активированной воды происходит позитивное влияние на динамичность развития, о чем свидетельствует более активный процес фотосинтеза и большая общая биомасса в опытной группе.

**Научная новизна.** В работе впервые представлен усовершенствованный способ предварительной обработки культуры *Spirulina platensis* плазмохимически активированной водой для ее скармливания опытным гидробионтам. Установлено позитивное влияние такого способа подкормки на функциональный статус организма карпа и тиляпии, развитие адаптационно-компенсаторных механизмов в онтогенезе.

**Практическая значимость.** Предложенный метод даст возможность повысить темпы роста гидробионтов, оптимизировать течение физиолого-биохимических процессов с максимальным использованием потенциала организма рыб на этапах роста, а также снизить себестоимость комбикормов.

**Ключевые слова:** спирулина, обработка плазмохимически активированной водой, карп, тиляпия, скорость роста в онтогенезе, гематологические показатели.

