

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print  
ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9504  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 639.371.7:639.331.5

## Monitoring of productive and biochemical parameters of young *Clarias gariepinus* during feeding of Skretting and Roycher AQUA feeds in experimental conditions

A. M. Trofymchuk, V. S. Bitiutskyi, N. Ye. Grynevych, O. A. Oleshko, V. M. Polishchuk, M. I. Trofymchuk,  
V. M. Kharchyshyn, S. A. Polishchuk

*Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine*

### Article info

Received 12.04.2021  
Received in revised form  
13.05.2021  
Accepted 14.05.2021

*Trofymchuk, A. M., Bitiutskyi, V. S., Grynevych, N. Ye., Oleshko, O. A., Polishchuk, V. M., Trofymchuk, M. I., Kharchyshyn, V. M., & Polishchuk, S. A. (2021). Monitoring of productive and biochemical parameters of young *Clarias gariepinus* during feeding of Skretting and Roycher AQUA feeds in experimental conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 23(95), 29–37. doi: 10.32718/nvlvet-a9504*

*Bila Tserkva National Agrarian  
University, Pl. Soborna, 8/1,  
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.  
Tel.: +38-098-959-49-97  
E-mail: gnatbc@ukr.net*

*The article presents the results of monitoring the productive and biochemical indicators of the growth rate of young clary catfish using dry extruded complete feed for fish, which have proven to be best adapted for use at all stages of growing clary catfish, namely: Skretting and Roycher AQUA in experimental conditions. The research was conducted in the educational and experimental laboratories of Bila Tserkva National Agrarian University from 2019 to 2021. For the experiment, we used the young of the African marble clary catfish (*Clarias gariepinus*), purchased from one of the fish farms in the Odesa region. Clary catfish fry was kept in four rectangular plastic containers for 90 liters of freshwater. The tanks were two-thirds full (60 liters). The water temperature was maintained at 26 °C. For the experiment, 120 fries were used, which were kept in four plastic tanks by the method of analogs of 30 specimens each. Given that the fry differed in weight (for experiment 1 we selected fry with higher weight, and for experiment 2 – with lower weight), they were divided on the principle of analogs into two experimental and two control groups. Based on the results of monitoring in Experiment 1, fish observations, and mathematical calculation, we found that the feed ratio when fed Skretting and Roycher AQUA starter feed is 0.74 and 0.99 %, respectively. Based on the results of monitoring, fish observations, and mathematical calculation, it was found that the feed ratio in experiment 2 when feeding starter feed Skretting and Roycher AQUA is 0.75 and 1.54 %, respectively. The high feed rate for the use of Roycher AQUA can be explained by overuse due to the grinding of the granules. Growing aquaculture facilities in an artificially formed system – production, allows you to get environmentally friendly fish products all year round. This is a very important criterion in modern environmental conditions.*

**Key words:** *clary catfish (*Clarias gariepinus*), extruded feed, live weight gain, biochemical parameters of blood.*

## Моніторинг продуктивних та біохімічних показників молоді *Clarias gariepinus* за згодовування кормів Skretting та Ройчер АКВА в експериментальних умовах

А. М. Трофимчук, В. С. Бітюцький, Н. Є. Гриневич, О. А. Олешко, В. М. Поліщук, М. І. Трофимчук,  
В. М. Харчишин, С. А. Поліщук

*Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна*

У статті наведено результати моніторингу продуктивних та біохімічних показників темпу росту молоді кларієвого сома за використання сухих екструдованих повнораціональних кормів для риб, які зарекомендували себе як максимально адаптовані для застосування на всіх етапах вирощування кларієвого сома, а саме: Skretting та Ройчер АКВА в експериментальних умовах. Дослідження проводили у навчально-експериментальних лабораторіях Білоцерківського національного аграрного університету з 2019 по 2021 рр. Для дослідів нами використано молодь африканського мармурового кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), придбаного в одному із риборозплідників Одеської області. Мальків кларієвого сома утримували у чотирьох прямокутних пластикових ємкостях на 90 л прісної води. Резервуари були наповнені на дві третини (60 л). Температуру води підтримували в межах 26 °С. Для дослідів використано 120 мальків, які утримувались у чотирьох пластикових резервуарах за методом аналогів по 30 екземплярів у кожному. Враховуючи те, що мальки різнилися за масою (для дослідів 1 нами відібрано мальки з більшою масою, а для дослідів 2 – з меншою масою), їх розподілили за принципом аналогів на дві дослідні та дві контрольні групи. Опираючись на результати проведеного моніторингу в досліді 1, спостережень за рибою та математичного розрахунку, ми встановили, що кормовий коефіцієнт при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,74 та 0,99 % відповідно. Опираючись на результати проведеного моніторингу, спостережень за рибою та математичного розрахунку, встановили, що кормовий коефіцієнт у досліді 2 при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,75 та 1,54 % відповідно. Високий кормовий коефіцієнт за використання Ройчер АКВА можна пояснити перевикористанням через подрібнення гранули. Вирощування об'єктів аквакультури в штучно сформованій системі – виробництво, дозволяє отримувати екологічно чисту рибну продукцію цілий рік. Це дуже важливий критерій в сучасних екологічних умовах.

**Ключові слова:** кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), екструдовані корми, приріст живої маси, біохімічні показники крові.

## Вступ

Біологічні особливості африканського кларієвого сома *Clarias gariepinus* визначають його перспективним об'єктом вирощування в установках із замкнутим циклом водозабезпечення (УЗВ). Позитивними якостями вирощування є: легке пристосовування до умов басейнового вирощування; висока стійкість до дефіциту кисню; можливість вирощування при великій щільності посадки; висока стійкість до каламутності води; просте розмноження; вигідні програми годівлі; стійкість до захворювань (Kachnyi, 2009; Romanova et al., 2018; Spirina et al., 2019; Vlasov, 2019; Hrynevych et al., 2019).

Сом витримує температуру 25–30 °С (оптимум – 28 °С), що характеризує його високу швидкість росту. Кларієвий сом має спеціальний орган дихання, що дозволяє дихати атмосферним повітрям та існувати при нульовому вмісті кисню у воді. Тіло стиснуте в напрямку до хвостового плавника, спинний і анальний плавники складаються виключно з м'яких променів, голова велика, сильно стиснута, сильний кістковий панцир, зуби дрібні гострі, має 4 пари довгих вусиків, забарвлення від чорного до світло-коричневого (Mel'chenkov et al., 2010; Levina et al., 2015; Vlasov, 2019).

Ряд вчених (Nikiforov, 2009; Goleneva & Romanova, 2015) відзначають, що сом може утримуватися в УЗВ при надщільних посадках до 300 кг/м<sup>3</sup> і більше. Невибagliвість сома дозволяє проводити великий обсяг експериментальних досліджень (Grynevych et al., 2018; Hrynevych et al., 2019; 2021).

*Clarias gariepinus* широко поширений в пересихаючих і прісних водоймах Малої Азії, Індії, Африки. Вперше відтворення і вирощування кларієвих сомів стали проводити в Африці в 1970–1972 рр. У 1975 році за допомогою гормональної стимуляції в Камеруні було отримано перше потомство і було розпочато інтенсивне вирощування даного виду риби (Nikiforov, 2009; Kareem et al., 2017; Juin et al., 2017). Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) став важливим об'єктом індустріального рибництва в Європі. На її територію цей об'єкт був завезений у Нідерланди в 80-х роках, далі в інших країнах стали проводити

дослідницькі роботи і масове культивування. До Польщі африканський сом був переселений з Сільськогосподарського університету в Вагенінген у 1989 році. Перше розмноження відбулося в 1990 році. В Росію *Clarias gariepinus* був завезений з Нідерландів на господарство Липецького металургійного комбінату в 1996 році (Nikiforov, 2009).

За статистикою ФАО, в 2019 році родина кларієвих сомів *Clariidae* займає 21 % від числа культивованих сомоподібних на товарне вирощування. При цьому кларієвий сом має велику перспективу в промисловому вирощуванні індустріальної аквакультури.

Індустріальний метод вирощування риби має характерну особливість використання різних сухих екструдованих повнораціональних кормів для риб і практично повну відсутність природних кормів, тому для забезпечення інтенсивного росту кларієвого сома підбір корму є ключовим аспектом.

Мета дослідження – вивчення вирощування мальків кларієвого сома в лотках (басейнах) з використанням різних комбікормів. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- моніторинг темпу росту молоді кларієвого сома за використання сухих екструдованих повнораціональних кормів для риб, які зарекомендували себе як максимально адаптовані для застосування на всіх етапах вирощування кларієвого сома, а саме: Skretting та Ройчер АКВА
- аналіз біохімічних показників крові *Clarias gariepinus* у дослідних групах.

## Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у навчально-експериментальних лабораторіях Білоцерківського національного аграрного університету з 2019 по 2021 рр. Для дослідів нами використано молодь африканського мармурового кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), придбаного в одному із риборозплідників Одеської області. Мальків кларієвого сома утримували у чотирьох прямокутних пластикових ємкостях на 90 л прісної води. Резервуари були наповнені на дві третини (60 л). Температуру води підтримували в

межах 26 °С. Коливань вмісту кисню не виявляли, він був на рівні 4,8 мг/л.

Для досліду використано 120 мальків, які утримувались у чотирьох пластикових резервуарах за методом аналогів по 30 екземплярів у кожному. Врахову-

ючи те, що мальки різнилися за масою (для досліду 1 нами відібрано мальки з більшою масою, а для досліду 2 – з меншою масою), їх розподілили за принципом аналогів на дві дослідні та дві контрольні групи, що показано в табл. 1 як схема досліду.

**Таблиця 1**

Середня маса та довжина молоді *Clarias gariepinus* на початку досліду

| Показники                                       | Дослід 1                             |                       | Дослід 2                      |                       |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
|                                                 | Контроль Skretting,<br>n = 30        | Ройчер АКВА<br>n = 30 | Контроль Skretting,<br>n = 30 | Ройчер АКВА<br>n = 30 |
|                                                 | дата<br>дані на початок дослідження: |                       |                               |                       |
| Середня маса (г)                                | 8,3 ± 0,25                           | 9,0 ± 0,23            | 4,0 ± 0,05                    | 4,1 ± 0,09            |
| Середня довжина (см)                            | 10,1 ± 0,11                          | 10,4 ± 0,09           | 8,1 ± 0,05                    | 8,0 ± 0,06            |
| Загальна маса мальків<br>на початок досліду (г) | 248,5                                | 269,4                 | 118,8                         | 123,8                 |

Для досліду з метою моніторингу темпу росту молоді кларієвого сома за використання сухих екструдованих повнораціональних кормів для риб, які зарекомендували себе як максимально адаптовані для застосування на всіх етапах вирощування кларієвого сома. Рибі 1-ї та 2-ї контрольних груп згодовували стартовий корм Skretting (2 мм), мальків дослідної групи 1 годували кормом Ройчер АКВА (4 мм), малькам меншої маси – дослідна група 2 – подрібнювали кормом Ройчер АКВА, оскільки крупка 4 мм – найменша у технологічній лінії виробника. Годівлю здійснювали вручну. Разову порцію корму визначали згідно з рекомендованими виробниками таблицями, проте контроль за кількістю з'їденого корму виконували впродовж 10 хв.

Контроль за гідрохімічними показниками проводився щоденно, якість води відповідала технологічним умовам утримання кларієвого сома.

Для проведення біохімічних досліджень нами було відібрано кров у голодній риби, витриманої в добре аерованій воді прижиттєво з хвостової вени у особин, що не мають видимих зовнішніх пошкоджень. За біохімічними показниками оцінювали фізіологічний стан риби. Біохімічний аналіз крові проводився на біохімічному ветеринарному аналізаторі BioChem SA (виробництво USA).

*Загальний білок визначали за біуретовим методом.* В лужному середовищі білки реагують із сульфатом купруму та утворюють сполуки фіолетового забарвлення. Інтенсивність забарвлення розчину прямо пропорційна концентрації білків. Концентрацію загального білка визначали спектрофотометричним методом за довжини хвилі 550 нм та виражали у г/л (Vlitzlo et al., 2012).

*Загальні ліпіди.* Для визначення вмісту загальних ліпідів використовували стандартний набір реактивів. Після гідролізу сульфатною кислотою продукти розпаду ліпідів взаємодіють із фосфатно-ваніліновим реактивом з утворенням рожевого комплексу, який має максимальне поглинання за довжини хвилі 530 нм. Кількість загальних ліпідів виражали в г/л (Kolb & Kamysnikov, 1976).

*Каталаза.* Активність каталази (КАТ, KE 1.11.1.6) визначали за методом, який ґрунтується на здатності H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> утворювати з солями молібдену стійкий забарвлений комплекс. Інтенсивність забарвлення пероксидних сполук молібдену залежить від кількості H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в розчині. Каталаза, розкладаючи пероксид гідрогену, зменшує інтенсивність забарвлення в пробі. Активність ензиму виражали в мкат/мл (Koroljuk et al., 1988).

*Гідропероксиди ліпідів.* Визначали за здатністю гідропероксидів ліпідів окиснювати Fe<sup>2+</sup> до Fe<sup>3+</sup>, що визначається за допомогою кольорової реакції з тіоціанатом амонію при максимумі поглинання при λ = 480 нм і виражали в ум. од./мл (Romanova & Stal'naja, 1977).

*ТБК-активні продукти.* Метод визначення ТБК-АП базується на тому, що вторинні ПОЛ, основним з яких є малоновий діальдегід, у кислому середовищі за високої температури вступає в реакцію з 2-тіобарбітуровою кислотою, утворюючи триметинний комплекс, що має максимум поглинання за довжини хвилі 535 нм (Andreeva et al., 1988). Вміст ТБК-АП виражали у нмоль/мл.

*Церулоплазмін.* Визначали вміст церулоплазміну (ЦП) методом, який ґрунтується на його здатності проявляти оксидазні властивості та каталізувати окиснення деяких поліамінів, зокрема, п-фенілендіаміндігідрохлориду. Реакція зупиняється азидом натрію, який є специфічним інгібітором церулоплазміну, внаслідок чого утворюється сполука фіолетово-синього кольору. Інтенсивність забарвлення, а значить ступінь окиснення пропорційний концентрації церулоплазміну в пробі, яку виражали в мкг/мл. Вміст ЦП визначали за довжини хвилі 530 нм (Ravin, 1961).

Концентрацію гемоглобіну визначали уніфікованим гемоглобін-ціанідним методом. Визначення сечовини, креатиніну, тригліцеридів, холестеролу, альбуміну, лужної фосфатази проводили за допомогою стандартних наборів реактивів "Філісіт-діагностика".

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали загальноприйнятими методами з застосуванням програми Excel.

## Результати та їх обговорення

Годівля кларієвого сома займає одне з основних місць у технологічному циклі при вирощуванні цього виду риб, а особливо в умовах господарства із замкнутим водопостачанням. Окрім складових корму які повинні відповідати фізіологічним потребам, а це: вміст протеїну – 42 % та жиру – 12 %. Корм повинен бути виключно плаваючим, адже фізіологічно кларієвий сом споживає корм на поверхні води. Інші види корму навіть якщо вони відповідають характеристикам за вмістом протеїну та сирого жиру не відповідають технологічним нормам при вирощуванні кларієвого сома.

У досліді 1 нами використано молодь африканського мармурового кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) середньої маси 8,3 г при годівлі контролем (Skretting) і 9,0 г за згодовування Ройчер АКВА, що відобразилось на показнику загальної маси мальків 248,5 та

269,4 г відповідно. Середня довжина мальків у контролі та досліді суттєво не відрізнялася.

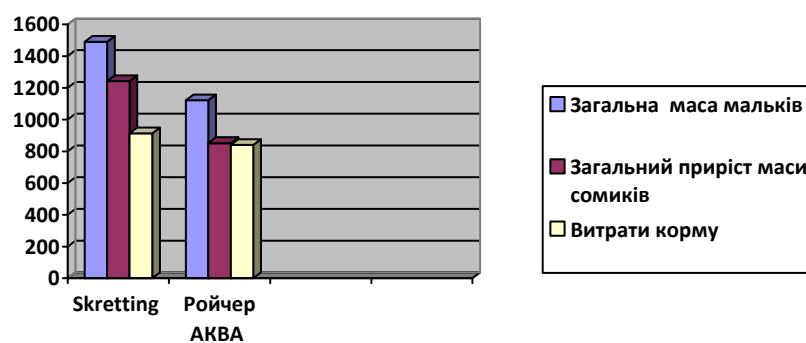
На період завершення досліді, а це 53 доба, кількість риби в обох групах становила 29 екз. показник середньої маси значно різнився між групами. При згодовуванні корму Skretting на 53 добу становив 51,4 г, водночас при годівлі Ройчер АКВА – 38,7 г. Моніторинг росту вказує на несуттєві відмінності у контролі та досліді. Прорахувавши загальний приріст маси сомиків за період досліді, варто зазначити, що при згодовуванні експериментального корму Skretting, він становив 1242 г і 851,6 г за згодовування повнораціонного Ройчер АКВА. Кількість витраченого корму в досліді різнилася на 8 %, менше корму було згодовано у дослідній групі через тривалий час засвоєння і часткову відмову риби від нього.

Результати досліді 1 (годовля стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА (4 мм) наведено у табл. 2.

**Таблиця 2**

Результати досліді 1 (годовля стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА (4 мм)

| Показники                                  | Skretting (n = 30) | Ройчер АКВА (n = 30) |
|--------------------------------------------|--------------------|----------------------|
| Початок досліді 19.10.2019                 |                    |                      |
| Середня маса (г)                           | 8,3                | 9,0                  |
| Середня довжина (см)                       | 10,1               | 10,4                 |
| Загальна маса мальків (г)                  | 248,5              | 269,4                |
| Завершення досліді (на 53 добу) 10.12.2019 |                    |                      |
|                                            | Skretting (n = 29) | Ройчер АКВА (n = 29) |
| Середня маса (г)                           | 51,4 ± 5,75        | 38,4 ± 2,82          |
| Середня довжина (см)                       | 18,5 ± 0,56        | 17,2 ± 0,41          |
| Загальна маса мальків (г)                  | 1490,5             | 1121,0               |
| Загальний приріст маси сомиків (г)         | 1242,0             | 851,6                |
| Витрати корму (г)                          | 913,3              | 840,2                |
| Витрати корму на 1 кг приросту живої маси  | 0,74               | 0,99                 |



**Рис. 1.** Різниця темпу росту *Clarias gariepinus* та витрати корму в досліді 1

Опираючись на результати проведеного моніторингу в досліді 1, спостережень за рибою та математичного розрахунку нами встановлено, що кормовий коефіцієнт при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,74 та 0,99 % відповідно.

Після попереднього сортування для досліді 2 нами було відібрано сомиків зі значно меншою масою. Необхідність сортування пов'язана із канібалізмом, що є притаманним для мармурового сома. Для годівлі контрольної групи нами використано було корм Ройчер АКВА (4 мм) у подрібненому механічно вигляді з

огляду на те, що виробництвом не надано для досліді меншої гранули.

На початок досліді середня маса становила 4 г при середній довжині 8 см, стартова загальна маса контрольної та дослідної групи становила 118,8 та 123,8 г відповідно. Контроль завершення досліді (на 53 добу проводили вже при n = 25, кількість снухих в обох групах становила по 5 штук.

Наважка у групах досліді 2 суттєво різнилась у контролі та досліді – на 15,2 г, порівняно з дослідом 1 різниця була 12,7 г. Загальна маса (25 екз.) у дослідній

групі перевищувала контроль на 466 г, або на 47 %. Приріст за період досліді має суттєву різницю у контролі та досліді – понад 60 %.

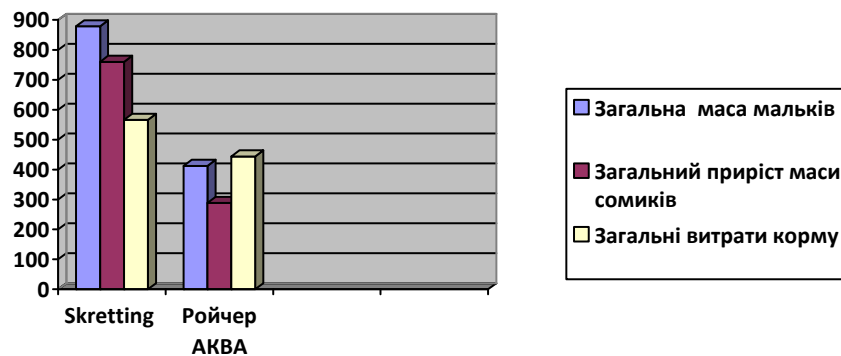
Результати досліді 2 (годівля стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА (4 мм) наведено у табл. 3.

**Таблиця 3**

Результати досліді 2 (годівля стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА (4мм)\*

| Показники                                  | Skretting (n = 30) | Ройчер АКВА (n = 30) |
|--------------------------------------------|--------------------|----------------------|
| Початок досліді 19.10.2019                 |                    |                      |
| Середня маса (г)                           | 4,0                | 4,1                  |
| Середня довжина (см)                       | 8,1                | 8,0                  |
| Загальна маса мальків (г)                  | 118,8              | 123,8                |
| Завершення досліді (на 53 добу) 13.12.2019 |                    |                      |
|                                            | Skretting (n = 25) | Ройчер АКВА (n = 25) |
| Середня маса (г)                           | 35,1 ± 2,2         | 16,5 ± 1,89          |
| Середня довжина (см)                       | 16,5 ± 0,47        | 12,6 ± 0,46          |
| Загальна маса мальків (г)                  | 878,5              | 412,5                |
| Загальний приріст маси сомиків (г)         | 759,7              | 288,7                |
| Загальні витрати корму (г)                 | 566,3              | 443,5                |
| Витрати корму на 1 кг приросту живої маси  | 0,75               | 1,54                 |

\*корм Ройчер (4 мм) подрібнювали



**Рис. 2.** Різниця темпу росту *Clarias gariepinus* та витрати корму у досліді 2

Опираючись на результати проведеного моніторингу, спостережень за рибою та математичного розрахунку, встановили, що кормовий коефіцієнт у досліді 2 при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,75 та 1,54 % відповідно. Високий кормовий коефіцієнт за використання Ройчер АКВА можна пояснити перевикористанням через подрібнення гранули.

Зазвичай ефективність засвоєння корму, різницю витрат корму на 1 кг приросту живої маси за умов створення аналогічних умов проведення досліді можна пояснити рядом факторів, один з них – склад корму. За відсотковим вмістом основних складників корми, використані в досліді, дещо різняться.

Варто зазначити, що за вмістом сирого протеїну різниця становить 2 %, а саме Skretting – 40 %, Ройчер АКВА – 38 %, за вмістом сирого жиру, сирого клітковини та сирого золи процентне співвідношення суттєво не відрізняється: 12 %; 3 %; та 7–9 % відповідно, у складі корму є Натрій, Кальцій, Фосфор. Як добавки використано вітамін А та вітамін D<sub>3</sub>. Корм представлений широким спектром мікроелементів, а саме: Залізо (сульфат заліза одноводний) – 42 мг, Йод (кальцій йодат безводний) – 2,1 мг, Мідь (сульфат міді п'ятиводний) – 5 мг, Марганець (сульфат марганцю одноводний) – 16 мг, Цинк (сульфат цинку одновод-

ний) – 100 мг. Виробником зазначено, що до складу корму входять і антиоксиданти. Екструдовані корми Skretting у своєму складі містять рибне борошно та тваринні білки (не містять білків жуйних), призначені для відгодівлі риб.

Повнораціонний корм Ройчер АКВА склад корму відображають у такій формі: рибне борошно, крилеве борошно, куряче м'ясо-кісткове борошно, дегідратована кров, тваринний жир, риб'ячий жир, яечний продукт, дріжджі з додаванням глюкана, суміш злаків (пшенична крупка, рисова крупка, ячмінь), кукурудза, шрот соєвий та соняшниковий, мінеральні компоненти, вітамінно-мінеральний премікс, адаптований для прісноводних риб.

Кров є основним чутливим та інформативним індикатором стану організму, що швидко реагує на зміни екзогенних та ендогенних факторів і відображає вплив як на окрему особину, так і на популяцію (групу) загалом (Fedotov et al., 2021; Brezvyin et al., 2021). Саме динаміка біохімічних показників має слугувати маркером стану організму риби як в природних, так і штучних водоймах, характеризувати кількість та якість живлення, щільність посадки та адаптивні здатності, інтенсивність дії антропогенних факторів.

Вирощування кларієвого сома в умовах басейнової аквакультури супроводжується стресовими фактора-

ми, які впливають на гомеостаз організму риб. Внаслідок цього спостерігається погіршення фізіологічного стану, порушуються обмінні процеси в організмі риб і спостерігається зниження їх продуктивності (Spirina et al., 2019).

Біохімічні показники крові – це інформативні і високочутливі маркери стану організму, вони оператив-

но інформують про реакції крові на зовнішні та внутрішні чинники впливу (Martyschuk et al., 2016; 2019; Kofonov et al., 2020).

Були проведені біохімічні дослідження крові *Clarias gariepinus* за згодовування кормів Skretting та Ройчер АКВА. Результати наведені у таблиці 4.

**Таблиця 4**

Біохімічні дослідження сироватки крові *Clarias gariepinus* ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ )

| Показник                  | Корм Skretting     | Корм Ройчер АКВА   |
|---------------------------|--------------------|--------------------|
| Гемоглобін, г/л           | 123,56 $\pm$ 16,40 | 106,82 $\pm$ 9,71  |
| Загальний протеїн, г/л    | 26,93 $\pm$ 2,57   | 25,37 $\pm$ 1,21   |
| Альбумін, г/л             | 8,77 $\pm$ 0,72    | 10,10 $\pm$ 0,31   |
| Креатинін, мкмоль/л       | 67,93 $\pm$ 3,02   | 82,60 $\pm$ 3,01*  |
| Лужна фосфатаза, од/л     | 18,91 $\pm$ 1,63   | 20,74 $\pm$ 1,94   |
| Сечовина, ммоль/л         | 8,97 $\pm$ 0,24    | 8,69 $\pm$ 0,18    |
| Загальні ліпіди, г/л      | 14,86 $\pm$ 1,16   | 15,62 $\pm$ 1,01   |
| Тригліцериди, ммоль/л     | 2,83 $\pm$ 0,25    | 2,33 $\pm$ 0,17    |
| Холестерол, ммоль/л       | 2,72 $\pm$ 0,14    | 2,60 $\pm$ 0,16    |
| Гідропероксида, ум.од./мл | 1,17 $\pm$ 0,14    | 1,60 $\pm$ 0,15    |
| ТБК-АП, ммоль/мл          | 25,27 $\pm$ 1,71   | 29,35 $\pm$ 2,82   |
| Каталаза, мккат/мл        | 69,37 $\pm$ 4,81   | 83,59 $\pm$ 6,06   |
| Церулоплазмін, мг/л       | 203,58 $\pm$ 11,48 | 209,13 $\pm$ 10,01 |

\* $P < 0,05$ , результати вірогідні порівняно зі значеннями показників у контролі

Рівень гемоглобіну у кларієвих сомів, які споживали корм Skretting становив 123,56 г/л, що вище за рівень гемоглобіну у риб, яким згодовували корм Ройчер – 106,82. Зниження концентрації гемоглобіну в крові у кларієвих сомів свідчить про порушення гемопоєзу. Високий рівень гемоглобіну забезпечує більш інтенсивний обмін речовин, посилення внутрішнього дихання організму кларієвих сомів, отже, відбувається підвищення резистентності.

Рівень загального протеїну сироватки крові у кларієвих сомів – показник нестабільний і залежить від багатьох факторів, таких як зміни умов середовища мешкання, раціону, рівня енергетичного обміну організму. В молодих особин білковий обмін спрямований на збільшення маси, а у старших особин частина білкового обміну іде на розвиток і підтримання репродуктивної функції. Цей показник у кларієвих сомиків, вирощених на кормі Ройчер АКВА, становив 25,37 г/л, аналогічний показник у сомиків, яких годували кормом Skretting – 26,93 г/л.

Однією із найбільших білкових фракцій в крові є альбумінова. Однорідна фракція синтезується тільки в печінці. Значення альбуміну в крові полягає в тому, що він підтримує колоїдно-осмотичний тиск, багатий і швидко реалізований резерв білка, пов'язує і переносить довголанцюгові жирні кислоти (Bashchenko et al., 2020; Guttyj et al., 2021). Також альбумін переносить пігменти, катіони, аніони, вітаміни, гормони, лікарські речовини. Цей показник у сомів обох груп достовірно не відрізнявся.

Креатинін – речовина, яка утворюється в організмі з постійною швидкістю і виводиться нирками. Це зручний маркер для оцінювання функціонування нирок (Guttyj et al., 2017). Чим вищим є рівень креатиніну, тим гірше працюють нирки. Вірогідно вищим

виявився рівень креатиніну у кларієвих сомів дослідної групи – 82,60 мкмоль/л ( $P < 0,05$ ) порівняно з контролем – 67,93 мкмоль/л. Це вказує на те, що процеси фільтрації у нирках риб дослідної групи здійснюються гірше, ніж у сомиків контрольної групи.

За вирощування риби в господарствах індустріального типу часто відбувається надмірне накопичення в гепатоцитах печінки жиру: так звана жирова інфільтрація. Печінка є багатофункціональним органом, який, зокрема, здійснює біосинтез органічних речовин, пов'язаних з пластичним обміном і ростом риби. У нормі в організмі риб синтезовані печінкою жири транспортуються в жирове депо, де використовуються як енергетичний субстрат для забезпечення процесів життєдіяльності організму. Цю транспортну функцію виконують ліпопротеїди сироватки крові. Наявність жирової інфільтрації в печінці риб пояснюється затримкою утворення рухливих форм жирів-ліпопротеїдів. Це порушує функціонування печінки і як наслідок – призводить до зниження інтенсивності росту риби (Yevtushenko, 2019).

Відомо, що за інтенсивного росту риби відбувається активний поділ клітин. Для утворення їх мембран потрібен будівельний матеріал, яким зокрема є холестерол. Вміст холестеролу у сироватці крові кларієвих сомиків обох груп практично не відрізнявся і становив: 2,72 ммоль/л та 2,60 ммоль/л у контрольній та дослідній групах відповідно.

Тригліцериди постійно містяться в крові, вони – природний резерв жирних кислот, які своєю чергою є найголовнішою формою зберігання енергії, крім того, жирні кислоти є основою для утворення фосфоліпідів, які формують всі мембрани клітини. Рівень тригліцеридів в сироватці крові *Clarias gariepinus* обох груп перебуває практично на одному рівні (табл. 4).

Лужна фосфатаза – фермент, що впливає на транспорт і обмін ліпідів, на процес відкладення Кальцію в кістковій тканині. Цей фермент в обох групах вірогідно не відрізнявся: 18,91 МОд/л; 20,74 МОд/л – контроль, дослід відповідно. Концентрація сечовини в крові є показником інтенсивності катаболізму амінокислот в організмі. Варто зазначити, що концентрація сечовини в крові кларієвих сомів дослідної групи вірогідно не відрізнялася від показника у риб контрольної групи.

Результати досліджень (табл. 4) свідчать, що у сироватці крові кларієвих сомів дослідної групи спостерігається тенденція до підвищення концентрації гідропероксидів, ліпідів та кінцевих продуктів пероксидації – ТБК активних продуктів. Одночасно відбувається підвищення активності каталази у дослідній групі. Каталаза, яка локалізована в пероксисомах клітин, має високу молекулярну масу (~250 тис. D), що затримує її проникнення крізь клітинні мембрани (Martyshuk & Hutyi, 2021). Максимальний вміст каталази виявлено в еритроцитах, клітинах печінки, нирок; її активність у плазмі крові в нормі незначна. Значення каталази в організмі полягає у захисті систем клітини від токсичного впливу перекису водню, що утворюється за дії флавинових окислювальних ферментів. Рівень каталази у сироватці крові кларієвих сомів дослідної групи становив 83,59 мккат/мл, це перевищувало аналогічний показник у сомів контрольної групи – 69,37 мккат/мл.

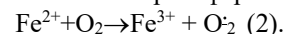
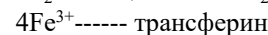
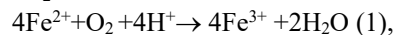
Підвищення концентрації первинних та кінцевих продуктів пероксидації ліпідів та активності каталази крові свідчить про початок розвитку оксидативного стресу (Ivankiv et al., 2019; Slobodian et al., 2019; Martyshchuk & Gutij, 2019) та стимуляції пероксидних процесів у риб дослідної групи та порушення цілісності мембранних структур клітин.

Збільшення активності каталази в крові на початкових етапах розвитку оксидативного стресу, можливо, є результатом мобілізації компенсаторно-захисних сил організму у відповідь на інтенсифікацію ПОЛ, наслідком адаптивної активації синтезу ферменту, спрямованої на збільшення загального фонду антиоксидантів.

Мідь у складі церулоплазміну забезпечує його ферментативну активність. Церулоплазмін також виконує транспортну функцію, переміщуючи Мідь між клітинами. До життєво важливих функцій церулоплазміну належить окислення заліза до  $Fe^{3+}$ , після чого воно переміщується білком трансферином для подальшого утворення гемоглобіну.

У плазмі крові сомів дослідної групи вміст церулоплазміну, який є основним зовнішньоклітинним антиоксидантом плазми (Mzhel'skaja, 2000), вірогідно не змінюється. Цей білок має високу стабільність до токсичної дії активних метаболітів кисню, він зберігає біологічну активність за умови інтенсивного утворення вільних радикалів. ЦП, прискорюючи окиснення  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$ , сприяє зв'язуванню Заліза з трансферином і підтримує співвідношення  $Fe^{2+}:O_2$ , яке дорівнює 4:1, що забезпечує чотириелектронне перенесення на  $O_2$  з утворенням води (1), запобігаючи неферме-

нтативній реакції (2), в якій утворюється супероксидний радикал  $O_2^-$ :



Крім цього, ЦП здатний нейтралізувати супероксидний аніон радикал (Nefjeh et al., 1988). Разом із трансферином церулоплазмін утворює прооксидантно-антиоксидантну буферну систему крові, яка бере участь у підтриманні окислювального гомеостазу.

## Висновки

Технологія вирощування кларієвого сома у світовій аквакультурі передбачає використання систем замкнутого водопостачання, адже за цієї технології економічно вигідно утримувати високу щільність посадки риби і відповідно високу температуру води.

Опираючись на результати проведеного моніторингу в досліді 1, спостережень за рибою та математичного розрахунку, ми встановили, що кормовий коефіцієнт при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,74 та 0,99 % відповідно.

Опираючись на результати проведеного моніторингу, спостережень за рибою та математичного розрахунку, встановили, що кормовий коефіцієнт у досліді 2 при годівлі стартовими кормами Skretting та Ройчер АКВА становить 0,75 та 1,54 % відповідно. Високий кормовий коефіцієнт за використання Ройчер АКВА можна пояснити перевикористанням через подрібнення гранули.

Вирощування об'єктів аквакультури в штучно сформованій системі – виробництво, дозволяє отримувати екологічно чисту рибну продукцію цілий рік. Це дуже важливий критерій в сучасних екологічних умовах.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього вкладу та результатів досліджень.

## References

- Adegbesan, S. I. (2018). Growth performance, haematology and histopathology of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed varying levels of Aloe barbadensis leaves. *Journal of Fisheries*, 6, 553–562.
- Andreeva, L. I., Kozhemjakina, L. A., & Kishkun, A. A. (1988). Modifikacija metoda opredelenija perekisej lipidov v teste s tiobaobiturovoj kislotoj. *Lab. Delo*, 11, 41–44 (in Russian).
- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutij, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapjuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, K. Y. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. doi: 10.15421/2020\_276.
- Brezvyn, O. M., Guta, Z. A., Gutij, B. V., Fijalovych, L. M., Karpovskiy, V. I., Shneider, V. L., Farionik, T. V., Dankovych, R. S., Lisovska, T. O., Bushuieva, I.

- V., Parchenko, V. V., Magrelo, N. V., Slobodjuk, N. M., Demus, N. V., & Leskiv, K. Y. (2021). The influence of HamekoTox on the morphological and biochemical indices of the blood of laying hens in spontaneous fumonisin toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 249–253. doi: 10.15421/2021\_107.
- Fedotov, E., Aleksandrova, K., Vasylyev, D., Frolov, O., Vavrysevych, J., Guttyj, B., Yaremko, O., Magrelo, N., Sus, H., & Vus, U. (2021). Luminescence of blood leukocytes fluorochromated with acridine orange of operated patients in the dynamics of emotional, anesthetic, and surgical stress. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 141–144. doi: 10.15421/2021\_155.
- Goleneva, O. M., & Romanova, E. M. (2015). Intensivnost' rosta klarievych somov v zavisimosti ot osveshennosti i pitaniya ryby. Globalizacija nauki: problemy i perspektivy. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (2 iyunja, 2015 goda). Ufa, 16–19 (in Russian).
- Goncharova, M. T., Kipnis, L. S., Konovets, I. M., Nezbrystka, I. M., & Yarovy, M. M. (2020). Ecological assessment of water and sediments quality of the opechen lakes system (Kyiv). *Hydrobiological journal*, 54(4), 71–83. doi: 10.1615/HydrobJ.v56.i4.60.
- Grynevych, N., Sliusarenko, A., Dyman, T., Sliusarenko, S., Guttyj, B., Kukhtyn, M., Hunchak, V., & Kushnir, V. (2018). Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) at nitrite poisoning. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 402–408. doi: 10.15421/2018\_228.
- Guttyj, B. V., Said, W. S., Kutsan, O. T., Kukhtyn, M. D., Kushnir, I. M., Makhurin, H., Kovalchuk, I. I., Yaremko, O. V., Magrelo, N. V., Sus, H. V., Vus, U. M., Sobolta, A. H., & Leskiv, K. Y. (2021). Fenbenzyl and fenbendazole impact on the dog's liver protein synthesizing function during experimental infestation with the pathogen toxocariasis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 124–129. doi: 10.15421/2021\_152.
- Guttyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 427–432. doi: 10.15421/201766.
- Guttyj, B., Martyshchuk, T., Bushueva, I., Semeniv, B., Parchenko, V., Kaplaushenko, A., Magrelo, N., Hirkovyy, A., Musiy, L., & Murska, S. (2017). Morphological and biochemical indicators of blood of rats poisoned by carbon tetrachloride and subject to action of liposomal preparation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(2), 304–309. doi: 10.15421/201748.
- Hrynevych, N. Ie., Khomiak, O. A., Prysiazniuk, N. M., Mykhalskyi, O. R. (2019). Analiz hidrotekhnolohichnoi skladovoi industrialnykh akvaferm za zamknutoho vodopostachannia. *Vodni biuresursy ta akvakultura*, 2, 59–76. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3805> (in Ukrainian).
- Hrynevych, N., Prychepa, M., Kovalenko, Yu., Vodianitskyi, O., Svitelskyi, M., Fotin, O., Zahorui, L., Zharchynska, V., Guttyj, B., Kulish, S., Honcharenko, V., Velesyk, T., Sachuk, R., Stravsky, Ya., Boltyk, N. (2021). The role of macrophytes in waterfowl reproduction. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 320–326. doi: 10.15421/2021\_117.
- Ivankiv, M., Kachmar, N., Mazurak, O., Martyshuk, T. (2019). Hepatic protein synthesis and morphological parameters in blood of rats under oxidative stress and action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 628–633. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/hepatic-protein-synthesis-and-morphological-parameters-in-blood-of-rats-under-oxidative-stress-and-action-of-feed-additi-44975.html>.
- Juin, S. K., Sarkar, S., Maitra, S., & Nath, P. (2017). Effect of fish vitellogenin on the growth of juvenile catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Reports*, 7, 16–26. doi: 10.1016/j.aqrep.2017.05.001.
- Kachnyi, O. S. (2009). Stan i tendentsii rozvytku svitovoho rybnoho hospodarstva i yoho rol u prodovolchomu zabezpechenni naselennia. *Ahrosvit*, 12, 11–15 (in Ukrainian).
- Kareem, O. K., Ajani, E. K., Akintunde, M. A., Olanrewaju, A. N., & Oduntan, O. B. (2017). Effect of different fertilization and egg de-adhesion methods on hatching and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fry. *Journal of Fisheries Sciences*.com, 11, 21–27. URL: <https://www.fisheriessciences.com/fisheries-aqua/effect-of-different-fertilization-and-egg-deadhesion-methods-on-hatching-and-survival-of-clarias-gariepinus-burchell-1822-fry.php?aid=17326>.
- Kofonov, K., Potrokhov, O., Hrynevych, N., Zinkovskiy, O., Khomiak, O., Dunaievska, O., Rud, O., Kutscon, L., Chemerys, V., Guttyj, B., Fijalovych, L., Vavrysevych, J., Todoriuk, V., Leskiv, K., Husar, P., & Khumynets, P. (2020). Changes in the biochemical status of common carp juveniles (*Cyprinus carpio* L.) exposed to ammonium chloride and potassium phosphate. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 137–147. doi: 10.15421/2020\_181.
- Kolb, V. G., & Kamyshnikov, V. S. (1976). *Klinicheskaja biokhimiya: [posobie dlja vrachej-laborantov]*. Minsk: Belarus, 150–154 (in Russian).
- Koroljuk, M. A., Ivanova, A. I., Majorova, I. T., & Tokarev, V. E. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazy. *Lab. Delo*, 1, 16–19 (in Russian).
- Levina, O. A. i dr. (2015). Opyt ispol'zovaniya kombinirovannykh s razlichnoy normoj soderzhanija proteina pri vyrashhivanii molodi afrikanskogo klarievogo soma (*Slarias gariepinus*) v usloviyah ustanovki zamknutogo vodosnabzhenija. *Vestnik AGTU*, 3, 93–101 (in Russian).
- Martyshchuk, T. V., & Guttyj, B. V. (2019). Morphological indicators of rat's blood under conditions of oxidation stress and for action of the food additives “Butaselmavit-plus”. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 20(2), 94–103. doi: 10.36359/scivp.2019-20-2.13.
- Martyshuk, T. V., & Hutyi, B. V. (2021). Imunofiziologichnyi stan ta antyoksydantnyi potentsial orhanizmu porosiat za umov oksydatsiinoho stresu ta dii koryhui-

- uchykh chynnykiv: monohrafiia. Lviv: SPOLOM (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Vishchur, O. I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of "Butaselmavit". *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*, 6(2), 22–27. doi: 10.15421/201631.
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., Vishchur, O. I., & Todoriuk, V. B. (2019). Biochemical indices of piglets blood under the action of feed additive "Butaselmavit-plus". *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(2), 27–30. doi: 10.32718/ujvas2-2.06.
- Mel'chenkov, E. A., Priz, V. V., & Tansykbaev, N. N. (2010). Kombinirovannaja tehnologija vyrashhivaniya af-rikanskogo soma v pervoj zone rybovodstva. Sbalansirovannoe prirodopol'zovanie: sovremennyj vzgljad, ten-dencii i perspektivy: Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (17-19 maja 2010 goda). Herson, 47–49 (in Russian).
- Men'shikov, V. V., Delektorskaja, L. N., & Zolotnickaja, R. P. (1987). *Laboratornye metody issledovaniya v klinike: Spravochnik*. Moskva: Medicina (in Russian).
- Mirghaed, A. T., Hoseini, S. M., & Ghelichpour M. (2018). Effects of dietary 1,8-cineole supplementation on physiological, immunological and antioxidant responses to crowding stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*, 81, 182–188. doi: 10.1016/j.fsi.2018.07.027.
- Mzhel'skaja, T. I. (2000). Biologicheskie funkicii ceruloplazmina i ih deficit pri mutacijah genov, regulirujushih obmen medi i zheleza. *Bjulleten' jeksperim. biol. i medicyny*, 130(8), 124–133 (in Russian).
- Nejfhah, S. A., Vasil'ev, V. B., & Shavlovskij, M. M. (1988). Stroenie, kataliticheskie svojstva i jevoljucija ceruloplazmina i drugih golubych belkov. *Uspehi biol. Himii*, 28, 102–124 (in Russian).
- Nikiforov, A. I. (2009). Som *Clarias gariepinus* – perspektivnyj obekt akvakul'tury. *Innovacionnye tehnologii akvakul'tury: Mezhdunar. nauch. konf. (21-22 sentjabrja 2009 goda)*. Rostov-na-Donu, 98–101 (in Russian).
- Okomoda, V., Chong Chu Koh, I., & Shahreza, S. M. (2017). A simple technique for accurate estimation of fertilization rate with specific application to *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture Research*, 49(2), 1116–1121. doi: 10/1111/are. 13528.
- Olifirenko, V. V., Korniienko, V. O., & Kozychar, M. V. (2020). Sposib anestezii afrykanskoho soma. *Vodni bi-oresursy ta akvakultura*, 1, 61–72. URL: <http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2020/1/8.pdf> (in Ukrainian).
- Orisasona, O., Falaye A., et al. (2017). Effect of phytase supplementation on the growth, mineral composition and phosphorus digestibility of African Catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Animal Research International*, 14(2), 2741–2750. URL: <https://www.ajol.info/index.php/ari/article/view/186900>.
- Ravin, H. A. (1961). Secretion of digestive enzyme by pancreas with minimal transit tissue. *J. Lab. Clin. Med.*, 58, 161–168.
- Romanova, E. M., Lyubomirova, V. N., Romanov, V. V., Mukhitova, M. E., & Shlenkina, T. M. (2018). Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the african catfish (*Clarias Gariepinus*). *Egyptian journal of aquatic research*, 44(4), 315–319. doi: 10.1016/j.ejar.2018.09.005.
- Romanova, L. A., & Stal'naja, I. D. (1977). Metod opredelenija gidroperekisej lipidov s pomoshh'ju tiocianata ammonija. *Sovremennye metody v biohimii*. M.: Medicina, 64–66 (in Russian).
- Slobodian, S. O., Gutyj, B. V., & Leskiv, K. Y. (2019). The level of lipid peroxidation products in the rats blood under prolonged cadmium and lead loading. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2(3), 15–18. doi: 10.32718/ujvas2-3.04.
- Spirina, E., Romanova, E., Romanov, V., Lyubomirova, V., Shadyeva, L., Shlenkina, T., & Rakova, L. (2019). Pathology of cells and tissues of the gastrointestinal tract of african catfish in high-tech industrial aquaculture. *IOP conference series: Earth and environmental science*, 403, 012220. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/403/1/012220>.
- Vlasov, V. V. (2019). Trebovaniya k plemennomu hozjajstvu po razvedeniju klarievogo soma v UZV. *Prirodoo-bustrojstvo*, 1, 114–119. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/trebovaniya-k-plemennomu-hozyajstvu-po-razvedeniyu-klarievogo-soma-clarias-gariepinus-burohell-v-uzv/viewer> (in Russian).
- Vlizlo, V. V., Fedoruk, R. S., Ratych, I. B. (2012). *Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnystvi ta veterynarnii medytsyni*: Dovidnyk. Lviv: Spolom (in Ukrainian).
- Yevtushenko, M. Iu. (2019). Lipoproteidy syrovatky krovi ta yikh funktsionalna rol v orhanizmi ryb. Suchasni tekhnolohii u tvarynnystvi ta rybnystvi: navkolyshnie seredovysheche – vyrobnytstvo produktsii – ekolohichni problemy: zb. materialiv 73-oi Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu. K.: NUBiP Ukrainy, 55–56 (in Ukrainian).