

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ВОЗНЮК РОМАН РУСЛАНОВИЧ

УДК 639.217:639.3.043:636.087

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ
ФЕРМЕНТОВАНОГО СОЄВОГО ШРОТУ В ГОДІВЛІ
КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»
20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело Р. Р. Вознюк

Науковий керівник
СИЧОВ Михайло Юрійович,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

Вознюк Р. Р. Експериментальне обґрунтування використання ферментованого соєвого шроту в годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*).

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2024.

Дисертація присвячена вивченню можливості заміни у комбікормі для кларієвого сома рибного борошна на ферментований кисломолочними бактеріями *Enterococcus faecium* соєвий шрот.

Метою досліджень є встановлення ефективних рівнів введення ферментованого соєвого шроту в комбікорми для кларієвого сома та можливість заміни ним рибного борошна.

Для вивчення можливості заміни рибного борошна на ферментований соєвий шрот було проведено 2 науково-господарські досліді. Перший проведено на молоді кларієвого сома масою 25–300 г. Для досліджень було відібрано 600 екземплярів риб, з яких сформовано 6 дослідних груп. Другий науково-господарський дослід проведено на 300 екземплярах риб кларієвого сома масою 350–1100 г, з яких сформовано 3 дослідні групи. Риб утримували в акваріумах об'ємом 100 та 450 л. Годівлю риб дослідних груп здійснювали комбікормами з вмістом від 0 до 36 % ферментованого соєвого шроту. Протягом дослідів вивчали ріст риб, показники маси тіла, абсолютних, середньодобових та відносних приростів, споживання та витрат кормів на одиницю приросту, морфологічного та хімічного складу тіла риб, гематологічні та біохімічні показники крові. Досліджено економічну ефективність вирощування кларієвого сома за заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом. Було проведено 2 фізіологічні досліді з визначення перетравності поживних речовин. Перший фізіологічний дослід проведено на початковому етапі досліджень,

з метою вивчення перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту. Другий фізіологічний дослід проведено на фоні другого науково-господарського дослід з метою вивчення перетравності поживних речовин продукційних комбикормів із різними рівнями ферментованого соєвого шроту. Дослідження перетравності проводились простим методом, з використанням лігніну, як інертної речовини.

Встановлено перетравність поживних речовин ферментованого соєвого шроту, розраховано його енергетичну цінність, досліджено вплив на показники росту, витрати кормів, гематологічні показники, морфологічний склад тіла молоді та за вирощування кларієвого сома до товарної маси. Досліджено економічну ефективність заміни у комбикормі рибного борошна на ферментований соєвий шрот.

Встановлено, що згодовування кларієвому сому комбикормів із соєвим шротом негативно не впливає на апетит, поведінку, фізіологічний стан риби.

Перетравність поживних речовин ферментованого соєвого шроту у кларієвого сома знаходяться на досить високому рівні. Коефіцієнти перетравності поживних речовин становили: сирого протеїну – 89,6 %; сирого жиру – 91,7 %, сирої клітковини – 20,1 % та БЕР – 71,1 %.

Розраховано енергетичну поживність ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома, яка становить: 16,6 МДж/кг валової енергії, 14,7 МДж/кг перетравної енергії, 10,9–13,2 МДж обмінної енергії.

Доведено можливість заміни у комбикормах для сома 27,8–100 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом. Найвищі показники продуктивності отримано за заміни 69,4–100 % рибного борошна на ферментований соєвий шрот. Використання таких комбикормів для молоді кларієвого сома масою 25–300 г зумовлює збільшення маси тіла на 1,59–3,90 % ($p \leq 0,01$), абсолютного приросту – на 1,79–4,26 %, середньодобового приросту – 1,84–4,29 % ($p \leq 0,01$), відносного приросту – 0,52–0,99 % та скорочення витрат кормів на одиницю приросту на 2,36–3,94 %.

Використання комбікормів із ферментованим соєвим шротом для кларієвого сома, що вирощується до товарної маси, зумовлює активізацію росту та підвищення маси тіла на 0,89–1,09 % ($p \leq 0,01$), абсолютного, середньодобового та відносного приростів відповідно на 1,32–1,54 % ($p \leq 0,001$), 1,34–1,57 % ($p \leq 0,001$) та 0,68–0,70 %. Витрати кормів скорочуються на 1,80 %.

Морфологічний аналіз тіла кларієвого сома показав, що використання комбікормів з частковою або повною заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом сприяє збільшенню маси патраної риби, тушки та м'язової тканини відповідно на 1,69–4,12 % ($p \leq 0,01$), 1,83–4,67 % ($p \leq 0,01$) та 1,69–4,98 % ($p \leq 0,01$) у молоді і на 0,66–0,79 % ($p \leq 0,01$), 0,78–1,05 % ($p \leq 0,01$) та 1,10–1,39 % ($p \leq 0,01$) у товарної риби.

Відносні показники морфологічного складу тіла також були вищими у риб, яким згодовували комбікорми з частковою або повною заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом. Так відносні показники патраної риби, тушки та м'язової тканини перевершували показники контролю відповідно на 0,05–0,20 %, 0,11–0,45 % та 0,03–0,43 % у молоді і на 0,26–0,30 %, 0,27–0,38 % та 0,31–0,39 % у товарної риби, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Дослідження хімічного складу м'язової тканини кларієвого сома показало, що за згодовування комбікормів з різним рівнем включення ферментованого соєвого шроту не має суттєвого впливу. Вміст вологи в м'язовій тканині молоді коливався в межах 77,56–77,79 %, у товарної риби – 76,59–76,72 %. Органічна речовина м'язової тканини кларієвого сома була вищою за контроль на 0,07–0,22 % у молоді та 0,04–0,12 % у товарної риби. Найвищі показники вмісту сирого протеїну спостерігалися у риб, яким згодовували комбікорми із заміною 69,4–100 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом. Вони були вищими за контроль на 0,08–0,09 % у молоді та 0,6–0,14 % у товарної риби. Вміст сирого жиру, сиріої золи та БЕР коливалися в межах відповідно 2,84–2,87 %, 1,18–1,20 % і 0,99–1,11 % у молоді та 2,93–3,00 %, 1,23–1,28 % та 1,52–1,60 % у товарної риби.

Заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом забезпечує високу збереженість кларієвого сома (молодь – 92–94 %, товарна риба – 97–98 %), відсутність канібалізму та аліментарних хвороб.

Заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом у комбікормах для вирощування товарної риби призвела до зниження кормового коефіцієнта на 0,13–0,16 %. Це вказує на те, що з віком кларієвий сом ефективніше використовує комбікорми, які містять білки рослинного походження.

Введення до комбікорму сома ферментованого соєвого шроту суттєво не вплинуло на гематологічні та біохімічні показники, які перебували в межах фізіологічної норми. Отже, не спостерігалось негативного впливу значної кількості рослинного білка на організм риб.

Встановлено, що заміна 69,4–100 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом підвищує перетравність поживних речовин комбікорму у товарної риби. Так, перетравність сирого протеїну комбікормів із ферментованим соєвим шротом була вищою на 2,04–2,15 %. Перетравність сирого жиру зросла на 0,33–0,43 %. Коефіцієнт перетравності БЕР був вищим на 0,85–1,07 %. Перетравність сирової клітковини суттєво не змінилась, проте була вищою на 0,12–0,14 %.

Доведено економічну доцільність заміни рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для кларієвого сома. Відмічено зниження собівартості продукції та підвищення рентабельності виробництва. За заміни у комбікормах 69,4 % рибного борошна на ферментований соєвий шрот маса отриманої товарної продукції зросла на 1,87 %, а за повної заміни – на 2,19 %. Водночас рентабельність виробництва продукції за використання комбікормів з частковою заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом зростає на 9,9 %, а з повною заміною – на 7,7 %.

На основі отриманих даних, для отримання найвищого економічного ефекту, рекомендовано для годівлі кларієвого сома за вирощування до товарної маси комбікорми із вмістом 25 % ферментованого соєвого шроту. З метою отримання максимального приросту можливе використання продукційних

комбікормів із вмістом 36 % ферментованого соєвого шроту. Для вирощування молоді кларієвого сома масою 25–300 г рекомендовано комбікорми із вмістом 25–36 % ферментованого соєвого шроту.

Результати досліджень апробовано на виробництві в умовах ФОП «Кулик Вадим Адамович» Київської області. За результатами дослідження розроблено рецепти комбікормів «Повнораціонний комбікорм для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) із ферментованим соєвим шротом EP500» та «Повнораціонний комбікорм для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) із ферментованим соєвим шротом EP500 без введення рибного борошна». Рецепти комбікормів затверджено на науковій раді НДІ технологій та якості продукції тваринництва НУБіП України, протокол № 9 від 21 листопада 2023 року.

Матеріали досліджень, викладені у дисертації, використано для викладання дисциплін: «Годівля риб» для студентів спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»; «Годівля тварин та технологія кормів» для студентів спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Результати досліджень також можуть бути використані для викладання дисципліни «Годівля тварин» для студентів спеціальності 211 «Ветеринарна медицина».

Отже, за результатами проведених досліджень, для підвищення продуктивності кларієвого сома, зменшення витрат корму на одиницю виготовленої продукції, та підвищення рентабельності виробництва рекомендовано вводити до складу комбікормів 25 % ферментованого соєвого шроту.

Ключові слова: годівля риб, кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), комбікорм, альтернативні джерела протеїну, ферментований соєвий шрот, перетравність поживних речовин, маса тіла, морфологічний та хімічний склад тіла.

ANNOTATION

Vozniuk R. R. Experimental substantiation of the use of fermented soybean meal in feeding the clary catfish (*Clarias gariepinus*). Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 204 «Technology of production and processing of animal products». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2024.

The dissertation is dedicated to studying the possibility of replacing fish meal with fermented soybean meal containing *Enterococcus faecium* bacteria in feed for *Clarias* catfish.

The research aims to establish effective levels of incorporating fermented soybean meal into feeds for *Clarias* catfish and the possibility of replacing fish meal with it.

Two scientific-economic studies were conducted to investigate the possibility of replacing fish meal with fermented soybean meal. The first study was conducted on young *Clarias* catfish weighing 25–300 g. 600 fish specimens were selected for the study, forming 6 experimental groups. The second study was conducted on *Clarias* catfish weighing 350–1100 g, with 300 fish specimens forming 3 experimental groups. The fish were kept in aquariums with volumes of 100 and 450 liters. The experimental groups were fed with feeds containing 0 to 36 % fermented soybean meal. Throughout the studies, fish growth, indicated by body weight, absolute, average daily, and relative growth rates, feed intake and feed conversion ratio, morphological and chemical composition of fish body, hematological and biochemical blood parameters were examined. The economic efficiency of raising *Clarias* catfish by replacing fish meal with fermented soybean meal was also evaluated. Two physiological studies were conducted to determine the digestibility of nutrients. The first physiological study was conducted at the initial stage to study the digestibility of nutrients in fermented soybean meal. The second physiological study was conducted alongside the second scientific-economic study to study the digestibility of nutrients in commercial feeds with different

levels of fermented soybean meal. The digestibility studies were conducted using a simple method with lignin as an inert substance.

The digestibility of nutrients in fermented soybean meal was established, its energy value was calculated, and its effects on growth indicators, feed consumption, hematological parameters, body morphology of juveniles, and Clarias catfish to market size were studied. The economic efficiency of replacing fish meal in feed with fermented soybean meal was also examined.

It was established that feeding Clarias catfish with feeds containing soybean meal does not negatively affect appetite, behavior, or physiological condition of the fish.

The digestibility of nutrients in fermented soybean meal in Clarias catfish is at a fairly high level. Digestibility coefficients of nutrients were as follows: crude protein – 89.6 %; crude fat – 91.7 %; crude fiber – 20.1 % and digestible energy coefficient – 71.1 %.

The energy nutritional value of fermented soybean meal for Clarias catfish was calculated as follows: 16.6 MJ/kg gross energy; 14.7 MJ/kg digestible energy; 10.9–13.2 MJ metabolizable energy.

The possibility of replacing 27.8–100 % of fish meal in feeds for catfish with fermented soybean meal was demonstrated. The highest productivity indicators were obtained by replacing 69.4–100 % of fish meal with fermented soybean meal. The use of such feeds for young Clarias catfish weighing 25–300 g resulted in an increase in body weight by 1.59–3.90 % ($p \leq 0.01$), absolute growth by 1.79–4.26 %, average daily growth by 1.84–4.29 % ($p \leq 0.01$), relative growth by 0.52–0.99, and a reduction in feed consumption per unit of growth by 2.36–3.94 %.

The use of feeds containing fermented soybean meal for Clarias catfish raised to market size results in an activation of growth and an increase in body weight by 0.89–1.09 % ($p \leq 0.01$), as well as absolute, average daily, and relative growth rates by 1.32–1.54 % ($p \leq 0.001$), 1.34–1.57 % ($p \leq 0.001$), and 0.68–0.70 %, respectively. Feed consumption decreases by 1.80 %.

Morphological analysis of *Clarias* catfish body reveals that using feeds with partial or complete replacement of fish meal with fermented soybean meal contributes to an increase in the weight of live fish, carcass, and muscle tissue by 1.69–4.12 % ($p \leq 0.01$), 1.83–4.67 % ($p \leq 0.01$), and 1.69–4.98 % ($p \leq 0.01$) in juveniles, and by 0.66–0.79 % ($p \leq 0.01$), 0.78–1.05 % ($p \leq 0.01$), and 1.10–1.39 % ($p \leq 0.01$) in market-size fish, respectively.

Relative indicators of body composition were also higher in fish fed with feeds containing partial or complete replacement of fish meal with fermented soybean meal. The relative indicators of live fish, carcass, and muscle tissue exceeded the control by 0.05–0.20 %, 0.11–0.45 % and 0.03–0.43 % in juveniles, and by 0.26–0.30 %, 0.27–0.38 % and 0.31–0.39 % in market-size fish, respectively, although statistically significant differences were not observed.

The study of the chemical composition of *Clarias* catfish muscle tissue showed no significant impact of different levels of inclusion of fermented soybean meal in the feed. The moisture content in muscle tissue ranged from 77.56 % to 77.79 % in juveniles and from 76.59 % to 76.72 % in market-size fish. Organic matter in muscle tissue was higher than in the control by 0.07–0.22 % in juveniles and by 0.04–0.12 % in market-size fish. The highest levels of crude protein were observed in fish fed with feeds containing 69.4–100 % replacement of fish meal with fermented soybean meal, exceeding the control by 0.08–0.09 % in juveniles and by 0.6–0.14 % in market-size fish. Crude fat, crude ash, and gross energy content varied within the ranges of 2.84–2.87 %, 1.18–1.20 % and 0.99–1.11%, respectively, in juveniles, and 2.93–3.00 %, 1.23–1.28 % and 1.52–1.60 %, respectively, in market-size fish.

Replacing fish meal with fermented soybean meal ensures high survival rates of *Clarias* catfish, with 92–94 % for juveniles and 97–98 % for market-size fish, absence of cannibalism, and absence of alimentary diseases.

Substituting fish meal with fermented soybean meal in feeds for growing market-size fish resulted in a decrease in feed conversion ratio by 0.13–0.16 %, indicating that as *Clarias* catfish age, they more efficiently utilize feeds containing plant proteins.

The inclusion of fermented soybean meal in the feed significantly did not affect hematological and biochemical parameters, which remained within the physiological norms. Thus, no negative impact of significant amounts of plant protein on fish organism was observed.

It was found that replacing 69.4–100 % of fish meal with fermented soybean meal enhances the digestibility of nutrients in the feed for market-size fish. Digestibility of crude protein in feeds with fermented soybean meal was 2.04–2.15 % higher, digestibility of crude fat increased by 0.33–0.43 %, and digestibility coefficient of gross energy was higher by 0.85–1.07 %. Digestibility of crude fiber remained largely unchanged, but was higher by 0.12–0.14 %.

The economic feasibility of replacing fish meal with fermented soybean meal in feeds for *Clarias catfish* was proven. A decrease in production costs and an increase in production profitability were noted. By replacing 69.4 % of fish meal with fermented soybean meal in feeds, the weight of the obtained marketable products increased by 1.87 %, and with complete replacement by 2.19 %. Along with this, the profitability of production increased by 9.9 % with partial replacement and by 7.7 % with complete replacement.

Based on the obtained data, for achieving the highest economic effect, it is recommended to use feeds containing 25 % fermented soybean meal for growing market-size *Clarias catfish*. For maximizing growth, it is possible to use commercial feeds containing 36 % fermented soybean meal. For growing juvenile *Clarias catfish* weighing 25–300 g, feeds containing 25–36 % fermented soybean meal are recommended.

The research findings have been implemented in production conditions at the sole proprietorship «Vadim Adamovich Kulyk» in the Kyiv region. Based on the research results, recipes for «Complete Feed for *Clarias Catfish* (*Clarias gariepinus*) with Fermented Soybean Meal EP500» and «Complete Feed for *Clarias Catfish* (*Clarias gariepinus*) with Fermented Soybean Meal EP500 without Fish Meal» were developed. These feed recipes were approved at the scientific council of the Research Institute of Animal Production Technologies and Quality of Agricultural Products

of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, protocol No. 9 dated November 21, 2023.

The research materials presented in the dissertation are used for teaching disciplines: «Fish Feeding» for students of speciality 207 «Aquatic Bioresources and Aquaculture»; «Animal Feeding and Feed Technology» for students of speciality 204 «Technology of Production and Processing of Livestock Products». The results of research can be used for teaching the discipline «Animal Feeding» for students of speciality 211 «Veterinary Medicine».

Therefore, based on the results of the conducted research, to increase the productivity of Clarias catfish, reduce feed costs per unit of produced product, and increase production profitability, it is recommended to include 25 % fermented soybean meal in the composition of feeds.

Keywords: fish feeding, Clarias catfish (*Clarias gariepinus*), compound feed, alternative protein sources, fermented soybean meal, nutrient digestibility, body weight, body morphology, chemical composition of the body

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Енергетична поживність та перетравність поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Таврійський науковий вісник 2023. № 132. С. 274–280. (*Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення енергетичної поживності та перетравності поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (Clarias gariepinus). Сичовим М. Ю. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід*).

2. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Продуктивність молодняка кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за використання комбікорму з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500. Вісник Сумського національного

аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2023. № 3. С. 16–21. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення продуктивності молодяку кларієвого сома (Clarias gariepinus) за використання комбікорму з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500. Сичовим М. Ю. взято участь у розробці наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

3. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Ефективність використання комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 при вирощуванні кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) до товарної маси. Агроекологічний журнал. 2023. № 4. С. 73–79. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення ефективності використання комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 при вирощуванні кларієвого сома (Clarias gariepinus) до товарної маси. Сичовим М. Ю. взято участь у розробці наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

Тези наукових доповідей

4. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Амінокислотне живлення африканського сома (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822)). Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 75-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 березня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 149–150. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).*

5. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Потреба риб у лізині. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 76-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 18–19 травня 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 141–143. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).*

6. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Джерела протеїну в годівлі риб. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 77-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ 5–6 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 130–131. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1	22
1.1. Біологічні особливості кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>).....	22
1.2. Особливості живлення кларієвого сома, потреба в енергії та поживних речовинах	29
1.3. Альтернативні рослинні джерела протеїну в годівлі кларієвого сома.....	35
РОЗДІЛ 2	43
2.1. Матеріали досліджень	43
2.2. Методи досліджень	47
РОЗДІЛ 3	53
3.1. Визначення енергетичної цінності та перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту.....	53
3.2. Ефективність використання ферментованого соєвого шроту у годівлі молоді кларієвого сома	57
3.2.1. Характеристика годівлі риби	57
3.2.2. Ваговий ріст	60
3.2.3. Витрати корму та збереженість	65
3.2.4. Морфологічний склад тіла кларієвого сома	67
3.2.5. Гематологічні показники.....	75
3.3. Ефективність використання ферментованого соєвого шроту у годівлі за вирощування товарного сома	80
3.3.1. Характеристика годівлі риби	80
3.3.2. Ваговий ріст	81

3.3.3. Витрати корму та збереженість	87
3.2.4. Морфологічний та хімічний склад тіла риб	89
3.2.5. Гематологічні показники.....	96
3.3.6. Перетравність поживних речовин корму	100
3.4. Економічна ефективність вирощування кларієвого сома до товарної маси	102
РОЗДІЛ 4	104
ВИСНОВКИ	113
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	116
ДОДАТКИ	142

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

FAO, ФАО – продовольча та сільськогосподарська організація;

pH – водневий показник;

АЛТ, АЛаТ – аланінамінотрансфераза;

АСТ, АСаТ – аспартатамінотрансфераза;

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини;

ВЕ – валова енергія;

ДСТУ – Національний стандарт України;

КП – коефіцієнт перетравності;

ОЕ – обмінна енергія;

ПЕ – перетравна енергія;

СЖ – сирий жир;

СЗ – сира зола;

СК – сира клітковина;

СП – сирий протеїн;

ФСШ – ферментований соєвий шрот;

ШОЕ – швидкість осідання еритроцитів;

РБ – рибне борошно;

ФСШ – ферментований соєвий шрот.

ВСТУП

Актуальність теми. У сфері світового виробництва харчових продуктів вирощування риби в аквакультурі є сектором, що розвивається найбільш динамічно. Він уже забезпечує майже половину світового попиту на рибні продукти та за прогнозами зросте до 60–70 % до 2030 року [151]. Спектр об'єктів аквакультури досить великий та постійно розширюється. Одним із перспективних видів риб, що відносно нещодавно почав розводитись в Україні є кларієвий сом (*Clarias gariepinus*) родини сомових. Це прісноводна, теплолюбна, всеїдна риба, що може дихати атмосферним повітрям. У багатьох країнах кларієвий сом має досить важливе економічне значення через швидкий темп росту, витривалість, всеїдність, здатність розмножуватися у штучних умовах та витримувати надщільні посадки, не вибагливість до якісних показників води. Однак даних щодо нормованої годівлі цього виду не достатньо, проте відомо, що кларієвий сом, як і інші риби, має високу потребу у протеїні, джерелом якого у комбікормах є переважно рибне борошно. Вартість рибного борошна постійно зростає через збільшення частки аквакультури в процесі виробництва рибної продукції та обмеженості ресурсів [147, 152].

Для зменшення частки рибного борошна в структурі комбікормів, загалом для риб та зокрема для кларієвого сома, актуальними постають питання пошуку більш дешевих, але біологічно повноцінних, джерел протеїну. Заміна високовартісних кормів тваринного походження рослинною сировиною, зокрема відходами олійного виробництва, зумовлює значне зниження собівартості отримуваної продукції [88, 82, 39, 58]. Однак залишки олійного виробництва мають ряд обмежень для використання в годівлі риб, такі як високий вміст антипоживних речовин, що значно знижує перетравність цих продуктів та загалом раціону [61, 134].

Сучасні технології додаткової обробки відходів олійного виробництва дозволяють виготовляти високопротеїнові концентрати, які за білковою цінністю та вмістом структурних вуглеводів значно відрізняються від вихідної сировини і містять до 50 % сирого протеїну та 4–6 % сирої клітковини,

а бактеріальна ферментація дозволяє знизити рівень термостійких сполук та вуглеводів. Використання таких ферментованих концентратів дозволяє значною мірою замінити корми тваринного походження [33, 140].

Ферментований соєвий шрот вітчизняного виробництва виготовлений обробкою сировини кисломолочними бактеріями, зокрема *Enterococcus faecium* (NCIMB 10415), має високий рівень протеїну, низький вміст антипоживних речовин та вуглеводів, містить молочнокислі бактерії, молочну кислоту та інші метаболіти ферментації. Однак науково-обґрунтованих даних щодо використання таких продуктів у годівлі риб надзвичайно мало.

З огляду на це актуальними постають питання вивчення допустимих та ефективних рівнів введення ферментованого соєвого шроту у комбікорми для кларієвого сома, можливості заміни ним рибного борошна, перетравності поживних речовин і їх впливу на ріст, розвиток та фізіологічні показники.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є частиною проведених досліджень за науковою темою «Науково-практичне обґрунтування протеїнового живлення тварин» (номер державної реєстрації 0122U001640, 2022–2023 рр.), що фінансувалась Міністерством освіти і науки України.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є встановлення ефективних рівнів введення ферментованого соєвого шроту в комбікорми для кларієвого сома та можливість заміни ним рибного борошна. Для її досягнення було поставлено такі завдання:

1. Встановити перетравність поживних речовин ферментованого соєвого шроту у кларієвого сома.
2. Розрахувати енергетичну поживність ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома.
3. Дослідити можливість заміни у комбікормах рибного борошна на ферментований соєвий шрот та її вплив на перетравність поживних речовин, показники росту, гематологічні показники, морфологічний склад тіла кларієвого сома.

4. Встановити кормовий коефіцієнт комбікормів із різними рівнями ферментованого соєвого шроту.

5. Обґрунтувати економічну доцільність заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом під час вирощування кларієвого сома.

Об'єкт дослідження. Різні рівні ферментованого соєвого шроту у комбікормах для кларієвого сома.

Предмет дослідження. Вплив заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом у комбікормах на перетравність корму, показники росту, морфологічний склад тіла та фізіологічний стан кларієвого сома.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувалися з використанням таких методів досліджень: аналітичні (пошук, збір, систематизація та аналіз літературних джерел); зоотехнічні (показники росту, розмірно-масові характеристики тіла); хімічні (хімічний склад кормів та екскрементів); фізіологічні (перетравність поживних речовин корму); гематологічні (кількість еритроцитів, лейкоцитів, вміст гемоглобіну); біохімічні (вміст у крові загального білка, альбумінів, креатеніну, холестерину, глюкози, лужної фосфатази, активність ферментів); статистичні (біометрична обробка результатів досліджень); економічні (розрахунок економічної ефективності годівлі комбікормами із ферментованим соєвим шротом).

Наукова новизна. Вперше вивчено можливість заміни рибного борошна у комбікормах кларієвого сома на ферментований соєвий шрот.

Досліджено перетравність поживних речовин ферментованого соєвого шроту у кларієвого сома та розраховано його енергетичну цінність.

Доведено, що як часткова, так і повна заміна у комбікормах для кларієвого сома рибного борошна на ферментований соєвий шрот зумовлює підвищення перетравності поживних речовин, маси тіла, приростів маси м'язової тканини та скорочення витрат кормів на одиницю приросту.

Встановлено, що згодовування кларієвому сому комбікормів із соєвим шротом негативно не впливає на апетит, поведінку, фізіологічний стан,

а гематологічні та біохімічні показники крові не виходили за межі фізіологічної норми.

Доведено економічну доцільність заміни рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для кларієвого сома, зниження собівартості продукції та підвищення рентабельності виробництва.

Практичне значення. Вперше встановлено можливість введення у комбікорми для кларієвого сома до 36 % ферментованого соєвого шроту. За вирощування молоді кларієвого сома до маси 300 г використання комбікорму із ферментованим соєвим шротом сприяє збільшенню маси тіла на 1,59–3,90 %, абсолютного та середньодобового приростів відповідно на 1,79–4,26 % і 1,84–4,29 %, відносного приросту – 0,52–0,99 %, маси м'язової тканини – 1,69–4,98 %, зниженню кормового коефіцієнту комбікорму на 2,36–3,94 %.

Заміна до 36 % рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для кларієвого сома, що вирощується до товарної маси, зумовлює підвищення маси тіла на 0,89 % та 1,09 %, абсолютного приросту на 1,32 % та 1,54 %, середньодобового – 1,34–1,57 %, відносного – 0,68 та 0,70 %, маси м'язової тканини – 1,10% та 1,39 %, зниження витрат корму на 1 кг приросту на 1,80 %.

Використання комбікормів із соєвим шротом зумовлює підвищення рентабельності вирощування кларієвого сома на 7,7–9,9 %.

Результати досліджень впроваджено на підприємстві ФОП «Кулик Вадим Адамович» Київської області.

На основі результатів досліджень було розроблено рецепти комбікормів «Повнораціонний комбікорм для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) із ферментованим соєвим шротом EP500» та «Повнораціонний комбікорм для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) із ферментованим соєвим шротом EP500 без введення рибного борошна». Рецепти комбікормів затверджено на науковій раді НДІ технологій та якості продукції тваринництва НУБіП України, протокол № 9 від 21 листопада 2023 року.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем здійснено аналіз літературних першоджерел, проведено науково-господарські та фізіологічні дослідження, хімічний аналіз кормів та екскрементів, виробниче випробування, здійснено біометричну обробку результатів досліджень, опубліковано наукові статті та тези доповідей, підготовлено дисертацію.

Спільно із науковим керівником сформульовано робочу гіпотезу та наукову концепцію, які стали основою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень апробовано та обговорено на:

- 75-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 25–26 березня 2021 р.);

- 76-й Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 08–29 травня 2022 р.);

- 77-й Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 05–06 квітня 2023 р.);

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 6 наукових праць, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України та 3 тези наукових доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертацію викладено на 147 сторінках. Наукова робота складається з таких розділів: вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел, додатки. Дисертація включає 37 таблиць та 3 рисунки. До списку літературних джерел входять 193 джерела.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

За даними ФАО рівень споживання рибної продукції на душу населення в Україні становив 12,9 кг/рік у 2019 році та був нижчим за рекомендований рівень у 20 кг/рік [155]. Хоча впродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до збільшення цього показника, що відбувається переважно за рахунок імпорту, який становить 80 % від внутрішнього споживання. Загальний обсяг виробництва товарної риби за 2021 рік в Україні склав 16 882 тонни. Більше 79,7 % цієї продукції становили короп та рослиноїдні риби з далекого сходу. Виробництво інших видів риб, таких як щука, судак, форель, інші лососеві, осетрові та види сомів, не перевищувало 20,3 %.

У останні роки в Україні спостерігається зростання кількості сучасних рециркуляційних господарств, які орієнтовані на ефективне виробництво. Як правило такі господарства мають власну інфраструктуру для переробки та реалізації своєї продукції, що сприяє створенню доданої вартості, це призвело до зростання виробництва сомових видів риб на 8,2 % за останні роки.

Продовольчої безпеки держави, а також рекомендованих норм споживання рибної продукції на особу можна досягти шляхом вирощування швидкорослих видів риб у штучних умовах. Одним з таких перспективних видів є кларієвий сом, який достатньо популярний та поширений у світовій аквакультурі.

Кларієвий сом (лат. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) належить до типу *Chordata*, класу *Actinopterygii*, ряду *Siluriformes*, родини *Clariidae* і роду *Clarias*. Також відомий під іншими назвами: африканський сом, мармуровий сом, нільський кларіас. У природному ареалі він зустрічається по всій Африці, у басейні річки Йордан, у Південній і Південно-Східній Азії [5]. Сьогодні вид включає 40 родин, 497 родів і представлений більш як 3800 видами. Так в Європі поширені 3 види, Азії – 842, Африці – 557, Північній Америці – 50,

Центральній – 64, Південній – 2169, Океанії – 44, в Атлантичному океані – 20, Індійському – 41 і Тихому – 60 видів.

Ряд сомоподібні (*Siluriformes*) – вид променеперих риб, дуже близьких за будовою з коропоподібними, до яких їх раніше відносили як підвид. Деякі ознаки свідчать про давнє походження цього виду [154]. Наприклад, шкірні кістки на голові іноді розташовуються поверхнево, у деяких видів на черепі є так званий пінеальний отвір для епіфізрудиментарного світлочутливого органу, який можна назвати третім оком. Іноді зустрічаються і шкірні зуби, дуже схожі на зуби акул. Очевидно, що ця група риб сформувалася внаслідок ізоляції окремих масивів суходолу, наприкінці крейдового чи початку третинного періоду – 60–70 млн років до нашої ери. Відділившись від загальної родини харацінових, гімнотових і коропових, вони зберегли веберів апарат – ряд кісточок, що з'єднують лабіринт внутрішнього вуха з плавальним міхуром. Переважна більшість видів цієї родини погані плавці, які не здійснюють далеких міграцій. Майже всі соми – хижаки, які живляться дрібною рибою і водними, переважно донними, тваринами. Рослиноїдних форм серед них дуже мало. Зір у сомів не відіграє суттєвої ролі у добуванні корму, набагато більше розвинені органи відчуття – вусики. Серед сомів багато нічних форм та хижаків, які влаштовують засідки.

Родина кларієвих сомів (*Clariidae*) має гладке, подовжене, циліндричне, вугроподібної форми тіло та м'який променевий плавник. Його спинний плавник має приблизно 61–80 променів які доходять до хвостового плавника, а анальний – 50–65 променів. Грудний плавець тягнеться від кришечки до нижнього променя спинного плавника. Голова сома сплющена дорсо-вентрально, кісткова, має прямокутний і загострений контур від спини з широкою мордою. Очі розташовані на пласкій вдавленій голові і мають відносно невеликий розмір. Зуби сошкові, зернисті, дрібні та розташовані рядами на щелепах і сошнику [154].

На вузькій голові розташовані чотири пари вусиків, довжина яких становить 20–50 % від довжини голови, якщо риба довша за 30 см, і 50–80 % –

якщо довжина риби менша. Одна пара вусиків – назальна, інша – максиллярна (найдовша і найбільш рухлива) на сошнику, і дві мандибулярні – внутрішня і зовнішня. Плавальний міхур маленький, складається з двох частин і поміщений у капсулу, утворену поперечними виростами пар апофізів у четвертому і п'ятому хребцях. Луска на тілі повністю відсутня, а колір тулуба залежить від якості та кольору води в ареалі існування, але зазвичай нагадує мармурове забарвлення зеленуватих і коричневих відтінків з темнішою спиною та світлим черевцем. У деяких підвидів є смуги пігментації і неправильні чорні фігури з обох боків [86].

Соми роду *Clarias spp.* населяють спокійні води озер, струмків, річок, боліт, заплав, деякі з яких піддаються сезонному пересиханню. Найбільш поширеними місцями існування є заплавні болота та басейни, в яких сом може виживати протягом сухих сезонів завдяки наявності додаткових органів дихання повітрям [18, 25].

Тіло кларієвого сома (рис. 1.1) рясно вкрите залозами, що виділяють велику кількість слизу, який виконує ряд захисних функцій, основна з яких – перешкоджання пересиханню шкіри під час міграції суходолом.



Рис. 1.1. Загальний вигляд кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) [55]

Слиз має антибактерицидні властивості – він містить групу ферментів, що перешкоджають розвитку патогенної мікрофлори і прискорюють загоєння ран, отриманих під час міграцій, полювання або боротьби за самку. Кларієві соми мають дуже високий рівень регенерації пошкоджених частин тіла: шкіри, вусів і плавників. Проведені дослідження показали, що ампутовані вуса дорослого

кларієвого сома відростають повністю за 2–3 місяці, плавці, пошкоджені під час канібалізму, відновлюються впродовж місяця, не залишаючи рубців.

Практично всі внутрішні органи кларієвого сома, за винятком кишечника і статевих гонад, розташовані в передній частині тулуба і захищені черепною кришкою. Ця особливість дозволяє рибі легко переносити удари, а також інші загрози з боку зовнішнього середовища та забезпечує високий рівень виживання. Травна система починається ротовою порожниною, з якої корм потрапляє в короткий стравохід, потім у шлунок, що має подовжену форму. Після шлунка корм потрапляє в короткий кишечник, який закінчується анальним отвором. Однією з характерних особливостей кларієвого сома є наявність величезної кількості пілоричних придатків у кишечнику, що сприяють швидкому та ефективному засвоєнню поживних речовин. За рахунок цієї морфологічної особливості кларієвий сом має вищий темп росту у порівнянні з іншими видами риб.

Кровоносна система представлена двокамерним серцем та одним колом кровообігу. На відміну від інших видів риб, шкіра кларієвого сома рясно пронизана кровоносними капілярами.

Опорно-руховий апарат представлений двома групами кісток. Перша група – кістки черепної коробки і щелеп, що мають дуже високу міцність і виконують захисну функцію. Друга – це кістки хребта та плавників. У зв'язку з відсутністю спинних і міжреберних кісток хребет кларієвого сома дуже товстий і міцний.

Видільна система представлена парними тулубовими нирками та сечовим міхуром, що відкривається у пряму кишку.

Дихання кларієвого сома відбувається за допомогою додаткового органу дихання – кларію. Кларій – це парний орган представлений розгалуженими утвореннями, розташованими в надзяберній порожнині на другій та четвертій бронхіальних дугах. За допомогою повітря, що надходить з надзябрової порожнини, кларієві соми контролюють свою плавучість [2]. Кларій покритий сильно васкуляризованою тканиною, за допомогою якої риба абсорбує кисень

з повітря. Надзяберна порожнина з'єднується з глоткою і зябровими порожнинами. Кларієвий сом піднімається до поверхні води для «дихання», коли вміст кисню у воді низький, а в насиченої киснем воді він живе без атмосферного дихання. Встановлено, що надзяберний орган кларієвого сома найбільш ефективно функціонує і засвоює кисень з повітря за вологості 81 %. Повітряне дихання дозволяє цим риbam протягом багатьох годин жити в каламутній воді, а також мігрувати по суходолу. Цьому також сприяє їх гола, рясно вкрита слизом шкіра, що полегшує газообмін з повітрям. Відомі випадки, коли кларієві соми переповзали з однієї водойми в іншу, що знаходилася на відстані до 1,5 км. Міграція сомів в основному відбувається в нічний час доби, коли температура навколишнього середовища стає нижчою. Повне припинення дихання зябрами призводить до загибелі сомів через 14–47 годин. За припинення доступу до поверхні води вони гинуть вже через 9–25 годин, а без води і повітря – за кілька хвилин. Вважають, що надзябровий орган для життєдіяльності родини кларієвих важливіший, ніж зябра. За зникнення слизового покриву шкіра сомів отримує кисневі опіки, що призводять до пошкодження тканин. Для сомів родини бронякові (*Doradidae*) і аухеніптериди (*Auchenipteridae*) характерне кишкове дихання, коли риба заковтує повітря і газообмін здійснюється стінками кишечника.

Наукові дослідження показали, що молодь кларієвого сома живиться комахами, ракоподібними, молюсками, детритом та планктоном. *Clarias batrachus* демонструє схожі вподобання [116, 115, 157]. Вивчаючи особливості живлення кларієвого сома в озері Кінерет (Ізраїль), цей вид був визначений, як всеїдна хижа риба, яка живиться різноманітними кормами, від дрібного зоопланктону до риби, що становить половину власної довжини або до 10 % маси тіла [38, 150]. Підростаючі та дорослі особини живляться переважно рибою. Кларієвий сом може змінювати набір кормів залежно від їх наявності, тому вважається умовно-патогенним всеїдним видом тварин [29]. Довге, методичне очікування здобичі – нормальна тактика їх полювання в природі. В умовах поганої видимості, для того щоб житися цим широким

розмаїттям організмів у різних ситуаціях, кларієвий сом має широкий набір анатомічних пристосувань, включаючи:

- широкий рот, здатний до значного вертикального зміщення для поглинання великої здобичі або великих об'ємів води під час фільтрування планктону.
- широка смуга загнутих щелепних і глоткових зубів запобігає втечі здобичі [19];
- значна кількість органів чуття на тілі, голові, губах і вусах; вуса широко використовуються для виявлення та фіксації здобичі, встановлено, що кларієві соми з вусами були на 22,6 % більш ефективними під час ловлі здобичі, ніж без них [76];
- довгі зяброві граблі на п'яти зябрових дугах;
- короткий і розширюваний стравохід, який відкривається в окремий м'язистий шлунок для механічної обробки і перетравлення, простий кишечник з тонкими стінками.

Повільний, методичний пошук є нормальною хижацькою тактикою кларієвого сома. Коли сом хапає жертву і починає засмоктувати її, створюється від'ємний тиск, що збільшує глоткову камеру. Важливим аспектом хижацтва кларієвого сома є їх здатність переключати живлення з одного типу здобичі на інший. У природі сом ігнорує (або не може зловити) рибу у світлий час доби і живиться переважно безхребетними, яких багато і їх відносно легко зловити. Вночі навпаки, коли риба стає більш вразливою здобиччю вони змінюють свої кормові звички харчування на рибу [19]. Однак зміна кормових звичок залежить від існування принаймні двох альтернативних джерел живлення.

М'ясо у сома має білий колір, ніжний і соковитий смак який більше нагадує м'ясо тварин, ніж риб та не має яскраво вираженого рибного запаху, його можна порівняти тільки з м'ясом вугра або сьомги. М'ясо містить підвищену кількість таких амінокислоти, як: триптофан, треонін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, цистин та практично повний набір життєво важливих елементів, таких як кальцій, калій, натрій, фосфор, селен, марганець, залізо, йод і хром. Отже, для

людини денна норма тваринного білку задовольняється споживанням всього 200 г м'яса. Калорійність м'яса сома становить близько 115 ккал на 100 г продукту, що дорівнює поживності осетрових видів. Хоча калорійність сома досить висока, у порівнянні з рибами інших видів, його м'ясо містить не більше 2 % сполучної тканини (у яловичині більше 8 %), саме тому воно легко засвоюється організмом. У ніжному м'ясі сома практично немає дрібних кісток, а низький вміст жиру – 4,0–5,1 % і високий вміст білка – 16,2–18,0 % дозволяють відносити цю рибу до дієтичних продуктів і використовувати його у дитячому харчуванні [164, 38, 136]. Продукт гіпоалергенний. Високий вміст Омега-3 поліненасичених жирних кислот сприяє зниженню рівня холестерину в крові, запобігає тромбоутворенню, а також впливає на зміцнення судин головного мозку [141, 3, 17].

Різноманітні види роду *Clarias* та їх гібриди культивуються через високу швидкість росту, стійкість до хвороб та придатність до вирощування з високою щільністю посадки, що пов'язано з їх здатністю дихати атмосферним повітрям [72]. Кларієвий сом використовується в аквакультурі за межами свого природного ареалу [163, 162].

Кларієвий сом як об'єкт аквакультури легко розмножується в штучних умовах і здатний витримувати надщільну посадку. Товарної маси 1 кг він досягає за 6 місяців вирощування. Об'єктом аквакультури в Європі він став у 1970-х роках. За цей час було детально вивчено біологічні та технологічні особливості вирощування кларієвого сома. В Україні цей об'єкт рибництва є одним із найбільш динамічних, загальні обсяги його вирощування щороку зростають у декілька разів [160].

Оптимальною температурою для його вирощування є 25–30° С, а за її зниження до 17–18° С живлення припиняється. Гине риба за тривалого перебування у температурі 14–15° С, але витримує короткочасне зниження температури до 5° С [17]. Сом має високу толерантність до підвищеного вмісту у воді сполук азоту. За даними польських учених летальна концентрація аміаку для нього становить 6,5 мг/л. Найкраще кларій відчуває себе, коли концентрація

розчиненого у воді кисню перевищує $4,3 \text{ мг/дм}^3$ і є доступ до водної поверхні. Оптимальний рН середовища 6,5–8,0. Сом добре переносить солоність води до 10 % [10, 111]. Кларієвий сом відрізняється високою стійкістю до захворювань. Тому вирощування сома можна проводити за умов високої щільності посадки, яка є вищою у порівнянні з іншими прісноводними та океанічними видами риб, та доходить до $400\text{--}700 \text{ кг/м}^3$ [132, 38].

1.2. Особливості живлення кларієвого сома, потреба в енергії та поживних речовинах

З досліджених видів *Clarias macrocephalus* [81], *Clarius batrachus* [145, 179], *Clarias fuscus* [179, 9] та *Clarias isheriensis* [51] саме кларієвий сом був предметом особливо інтенсивних досліджень, зокрема в Південній Африці [77] і особливо в Нідерландах.

Кларієвий сом має протеази, подібні до м'ясоїдних видів, має здатність перетравлювати крохмаль, подібно до спеціалізованих трав'яїдних тварин, лізоцим та лужну фосфатазу, як у детритофагів [157]. Цей вид фізіологічно пристосований до нечастого і нерегулярного прийому корму, оскільки його травні ферменти реагують на корм швидше, ніж ферменти у вугра (*Anguilla anguilla*) або коропа (*Cyprinus carpio*) [158].

Тому можна припустити, що всі види *Clarias*, які значною мірою культивуються, мають природні харчові звички, описані вище для кларієвого сома.

Критеріями оцінки потреби кларієвого сома в енергії є швидкість росту, ефективність конверсії корму та використання протеїну (табл. 1.1) [79, 145]. На жаль, потреби в енергії для кларієвого сома, які наводяться в літературі виражені у різних системах оцінки енергетичної поживності кормів (валова енергія, перетравна енергія або обмінна енергія), що ускладнює їх об'єктивне порівняння. Також існують видові відмінності щодо цих вимог. Потреба кларієвого сома в енергії коливається від 13 до 17 кДж валової енергії (ВЕ)/г

корму, що призводить до співвідношення протеїн-енергія (П/Е) 31–36 мг/кДж ВЕ і є дещо нижчим для *Clarias batrachus* і *Clarias isheriensis*. Крім того, як було виявлено для кларієвого сома, оптимальні співвідношення П/Е залежать від температури, і тому одного значення П/Е не завжди достатньо для опису потреби в енергії та протеїні за різних температур навколишнього середовища [80].

Таблиця 1.1

Потреба в сирому протеїні та енергії у раціоні для деяких видів сомів родини *Clarias* (10–1000 г)

Сирий протеїн, %	Енергія (кДж/г)	П/Е (мг/кДж)	Джерело
<i>C. gariepinus</i>			
40	11–13 ВЕ	31–36	Degani (1988) [29]
40–42	14–16 ПЕ	26–29	Uys (1987) [158]
>40	13 ОЕ	31	Machiels (1987) [107]
<i>C. batrachus</i>			
40	13–17 ВЕ	23–31	Patra (1988) [125]
40	16 ВЕ	25	Khan (1990) [95]
40	–	–	Singh (1992) [145]
30	–	–	Chuapohuk (1987) [24]
<i>C. isheriensis</i>			
37–40	13 ОЕ	28–31	Fagbenro (1999) [51]

Протеїн найважливіша поживна речовина, що визначає ріст м'язової тканини, особливо для хижих видів та становить близько 70 % сухої речовини м'язів риби. На потребу у протеїні для росту риби найбільше впливають розмір, вік, якість корму, температура води та частота годівлі [31].

Збільшення вмісту білка в організмі може допомогти сому використовувати накопичену енергію для відновлення пошкоджених клітин і збільшення швидкості росту. Добре вгодовані соми в ідеальних умовах можуть оптимально використовувати поживні речовини з корму, зокрема перетворюючи надлишок білка та енергії у приріст [107].

Навпаки, коли раціон не задовольняє енергетичні потреби сома, надлишок резервного білка буде використано для задоволення енергетичних потреб, що робить рибу нездатною швидко рости, потенційно слабшою конституцією та підвищує вразливість до всіх видів хвороб.

Якщо запаси білка перевищують потребу в енергії, може виникнути його затримка, а потім надлишок у тканинах тіла, збільшуючи масу. Водночас споживання інших поживних речовин, включаючи білок, зменшується [131].

Недавні дослідження показали, що низький рівень протеїну може бути достатнім для вирощування сомових, якщо риб годують раціоном, збалансованим за іншими показниками, протягом вегетаційного періоду [101, 138].

Для забезпечення життєдіяльності необхідне постійне надходження білка в організм риби протягом усього життя. Як більшість живих організмів, кларієвий сом має потребу в джерелах неспецифічного азоту та незамінних амінокислот [20]. Загалом вміст протеїну у кормі для кларієвого сома повинен становити понад 40 % і є дещо нижчим для *Clarias batrachus* та *Clarias isheriensis* (табл. 1.1).

Якщо бути більш точним, норми протеїнового живлення для риби базуються на потребі в амінокислотах. Амінокислоти можна класифікувати як замінні або незамінні. Замінні амінокислоти – це ті, які можуть бути синтезовані твариною в кількостях, достатніх для максимального росту, тоді як незамінні – це ті, які не синтезуються, чи синтезуються у недостатній кількості, тому вони повинні надходити з раціоном. Більшість тварин із простим шлунком, включаючи сома, переважно потребують 10 незамінних амінокислот, які наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Потреба кларієвого сома в незамінних амінокислотах (10–1000 г)

Амінокислоти	Мінімальна кількість від сирого протеїну, %	Джерело
Аргінін	4,50	Oyedapo (1999)
Валін	2,08	Pantazis (1999)
Гістидин	1,39	Pantazis (1999)
Ізолейцин	1,56	Pantazis (1999)
Лейцин	4,87	Pantazis (1999)
Лізин	4,49	Pantazis (1999)
Метіонін	3,20	Fagbenro (1998)
Фенілаланін	4,56	Pantazis (1999)
Треонін	2,04	Pantazis (1999)
Триптофан	2,59	Pantazis (1999)

Низька ефективність споживання кормів та висока вартість корму є надзвичайною проблемою, з якою стикаються виробники, під час вирощування кларієвого сома.

Ця проблема, викликана переважно нестачею в кормі основної лімітуючої амінокислоти – лізину. Водночас вважають, що лізин є незамінною амінокислотою, яка зазвичай зустрічається у невеликих кількостях у кормах для риб, що містять інгредієнти рослинного походження [180, 120]. Лізин активує травні ферменти, такі як трипсин, що сприяє збільшенню засвоєння білка та стимуляції росту організму [177]. Необхідно зауважити, що лізин відіграє основну роль у відкладанні білка, регулюючи гіперпластичний процес у скелетних м'язах риб, збільшуючи їх розмір. Він підтримує еластичність судин, забезпечує виробництво антитіл, сприяє засвоєнню кальцію та відновленню пошкоджених тканин. Якщо кількість лізину в кормі не відповідає потребам риби, це спричиняє зниження засвоєння протеїну в кормі [37]. Потреба риби в лізині відрізняється залежно від виду риби, і до того ж потреба в лізині змінюється залежно від стадії росту риби [120]. Вважається, що якщо кількість лізину в кормі відповідає необхідній потребі риби, це може підвищити рівень перетравності поживних речовин корму та покращити ефективність їх використання [64, 120]. Серед всіх незамінних амінокислот, лізин є лімітуючою незамінною амінокислотою в більшості рослинних кормів, що використовуються в годівлі [37]. Однією зі стратегій подолання цієї проблеми є додавання синтетичних сполук лізину. Додавання лізину до корму пришвидшує процес метаболізму порівняно з додаванням інших амінокислот [56].

Дослідження показали вплив лізину на ріст деяких видів риб, наприклад *Cirrhinus mrigala* [6], *Plectropomus leopardus* [64], *Pseudosciaena crocea* [168], *Heteropneustes fossilis* [56] і *Trachinotus blochii* [37]. Однак, до теперішнього часу інформація про потребу в лізині для кларієвого сома обмежена. Потреба африканського сома в лізині становить 1 % у сухій речовині раціону [41].

Другою лімітуючою амінокислотою у раціонах риби є метіонін. Необхідно зауважити, що залежно від рецепту комбікорму, метіонін часто є першою лімітуючою амінокислотою у багатьох рослинних білках, особливо бобових, тому його додавання у комбікорми для риб зазвичай є необхідною складовою [109]. Метіонін є незамінною сірковмісною амінокислотою, яка відіграє важливу функціональну роль в ініціалізації синтезу протеїну в організмі [16, 112, 166]. Крім того, він бере участь у багатьох метаболічних процесах, включаючи утворення S-аденозилметіоніну, який служить основним донором метилових груп для ряду таких молекул як нуклеїнові кислоти – холін, креатин та інші аміни у хребетних [16, 114]. Інші похідні метіоніну включають цистеїн, глутатіон, таурин, сульфат тощо [120]. Було доведено, що дефіцит метіоніну викликає пригнічення росту, зниження ефективності використання кормів та активності ферментів, порушення розвитку кишківника у різних видів риб [46, 90, 89, 130]. Потреба в метіоніні зазвичай у різних видів риб становить від 13,0 до 45,3 г у 1 кг протеїну [120, 182].

У останніх дослідженнях було встановлено, що потреба кларієвого сома у метіоніні становить 18,7–21,4 г/кг засвоюваного протеїну та 29,7–32,0 г/кг сирого протеїну за годівлі риби двічі на добу [40, 122, 66].

Що стосується інших амінокислот, то максимальні відносні прирости (523 %), найкращі коефіцієнт конверсії корму (1,41), коефіцієнт конверсії протеїну (1,78) і середньодобовий приріст (6,53 %) були встановлені у гібрида кларієвого сома (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*), якого годували раціоном, що містив аргінін у кількості 17,3–20,0 г/кг сухої речовини корму [146]. Fagbenro O. A. та ін., досліджуючи раціони для кларієвого сома, які містили аргінін від 40 до 65 г/кг протеїну, встановили, що оптимальна потреба в аргініні була на рівні 45 г/кг протеїну [54].

Згодовуючи кларієвому сому раціони із вмістом триптофану від 3 до 13 г/кг сирого протеїну, встановлено, що оптимальний рівень триптофану становить 11 г/кг протеїну. Раціони для сомів, що містять менше 11 г триптофану

на 1 кг сирого протеїну (раціони з дефіцитом триптофану), показали достовірне зниження росту та ефективності перетравності корму [53].

Жири, або олії, та вуглеводи є джерелами небілкової енергії. Варіювання відсотку жиру за постійного рівня білка у раціоні (42 %) дало змогу дійти до оптимального його вмісту у раціоні. Найефективніший вміст жиру у раціоні для кларієвого сома становив 10–12 % [157]. Більшість раціонів для *Clarias* (*C. batrachus* [125], *C. gariepinus* [29, 78], *C. isheriensis* [51]) мають подібний або трохи нижчий вміст жиру.

За високого рівня жиру (22 % або більше) приріст живої маси зменшується через зменшення споживання корму, спричинене швидким збільшенням відсотка жиру в організмі. Це спостерігалось раніше для кларієвого сома і спонукало авторів запропонувати модель регулювання споживання корму рибою на основі відсотка жиру в організмі [107].

Через обмежені можливості включати високі (вище 20 %) рівні жиру у раціон, принаймні для сома кларієвого сома, тому що це призводить до зменшення споживання корму та через наявність місцевих інгредієнтів багатих на вуглеводи, останні включають у раціони. Костоподібні загалом мають обмежену здатність засвоювати та метаболізувати вуглеводи, існує певна суперечка щодо здатності видів *Clarias* їх використовувати [26]. Природний раціон особливо молодих *Clarias* може містити значну кількість вуглеводів, а дослідження активності травних ферментів вказують на здатність їх перетравлювати [157]. З іншого боку *Clarias barrachus* має низьку толерантність до глюкози, а кларієвий сом має низьку здатність швидко її метаболізувати [14, 108]. Degani G. і Revach A. порівняли травні можливості тілапії (*Oreochromis uureus* x *O. niloticus*), звичайного коропа (*Cyprinus carpio*) і кларієвого сома і виявили, що останній має нижчу здатність до перетравлення вуглеводів ніж у тілапії, але вищу ніж у коропа, тоді як жир засвоювався краще ніж тілапією, але гірше ніж коропом [30]. Незважаючи на наявні суперечки, рівень вуглеводів у раціонах кларієвого сома часто є значним і, як повідомляється, коливається від 15 до 35 % у кларієвого сома [12, 78, 48], від

20 до 66 % у *Clarias batrachus* [71, 145, 161, 125] і від 17 до 48 % у *Clarias isheriensis* [51].

Сьогодні інформація про точні вимоги кларієвого сома до вітамінів і мінералів є обмеженою. Зазвичай риба отримує необхідні поживні речовини з природного середовища. Дослідження, проведені Wing-Keong Ng та іншими, показали, що додавання мінеральних добавок до корму, що містить 27 % рибного борошна, не впливає на ріст молоді кларієвого сома. Вони рекомендують утримуватися від включення мінеральних сумішей у раціони, які містять значну кількість рибного борошна [117].

Отже, раціони кларієвих сомів зазвичай складаються з різноманітних інгредієнтів, щоб відповідати вимогам поживності, розглянутим вище. Загалом у їх складі рибне борошно є основним джерелом білка (приблизно 40–60 %), від якого відмовляються лише тоді, коли додається багата на білок альтернатива, переважно рослинного походження (арахісова макуха, соєве борошно) [12, 24, 52, 121].

Оскільки кларієвий сом має біохімічну ефективність близьку до максимальної, фактори навколишнього середовища впливають на його ріст через умови утримання, максимальне споживання корму та метаболізм [105]. Для подальшого покращення продуктивності кларієвого сома вимоги до утримання можна знизити шляхом відбору або вдосконалення систем утримання (наприклад, зменшення стресу або покращення якості води). Можна звернути увагу на максимальне споживання корму, наприклад шляхом ретельного підбору складу корму відповідно до віку або розміру риби, оскільки склад тіла регулює споживання корму і одночасно змінюється з віком/розміром [106, 108, 83].

1.3. Альтернативні рослинні джерела протеїну в годівлі кларієвого сома

У контексті комерційної аквакультури вирощування риби, включаючи сома, вважається високовартісним процесом, а корми виступають найбільш витратною його складовою, до 70 % собівартості продукції аквакультури [59].

Основним джерелом протеїну в комбікормах для риби протягом останніх десятиріч є рибне борошно, яке є найдорожчим інгредієнтом комерційних кормів, оскільки воно добре засвоюється, має високий вміст незамінних амінокислот і використовується багатьма виробниками комбікормів для риб [123]. Деякі вчені не рекомендують використовувати рибне борошно в кормах для аквакультури через низку факторів і проблем [15, 28, 42, 135]. Зокрема через негативний вплив виробництва рибного борошна на навколишнє середовище, високу його вартість. Все це привертає увагу вчених і спонукає їх до пошуку найкращого альтернативного інгредієнта [15, 126]. Найбільш оптимальними заміниками рибного борошна для галузі аквакультури є джерела рослинного протеїну, які можна використовувати доти, доки не має негативного впливу на показники росту та здоров'я тварини [47, 69, 104, 173].

Однак рослинні інгредієнти містять антипоживні речовини, які можуть перешкоджати перетравленню та метаболізму [49, 50, 65, 21]. За даними К. О. Soetan та інших [149], антипоживні речовини є сполуками, які можуть зменшувати поживну цінність рослинних продуктів, які використовуються як у харчуванні людей, так і у годівлі тварин. Наявність антипоживних речовин є дуже важливим показником, який дозволяє визначити чи можна використовувати рослину як корм, чи ні. Основні антипоживні речовини в рослинах: танін, фітат, оксалат, сапоніти, лектини, алкалоїди, інгібітори протеази та ціаногенні глікозиди. За даними F. G. Nabtamu та R. Negussie низька кількість антипоживних речовин може сприятливо впливати на здоров'я тварин, наприклад фітати, лектини, таніни, інгібітори амілази та сапоніти призводять до зниження рівня глюкози та інсуліну в крові [57]. Крім того є також сполуки, антипоживних речовин, які можуть зменшити ймовірність онкологічних хвороб, такі як фітати, дубильні речовини (таніни), сапоніти, інгібітори протеази, гетролети та оксалати. Фітинова кислота, лектини, дубильні речовини, сапоніти,

інгібітори протеази та інгібітори амілази можуть знижувати доступність поживних речовин і викликати затримку росту. Welker T. та ін. [167] виявили, що сполуки антипоживних речовин іноді призводять до дефіциту цинку у риби. Крім того відомо, що інгібітори трипсину пригнічують активність травних ферментів [57].

Амінокислотний склад рослинних інгредієнтів є менш сприятливим для риб, тому що вони часто мають дефіцит однієї або кількох вище згаданих основних незамінних амінокислот (лізин і метіонін). Для усунення його дефіциту додають синтетичні амінокислоти [8]. Такі види, як каналльний сом (*Ictalurus punctatus*), короп (*Cyprinus carpio*), гібридний смугастий окунь (*Morone*) і тилапія (*Oreochromis niloticus*) використовують синтетичні незамінні амінокислоти менш ефективно порівняно з природніми амінокислотами протеїну основного раціону [103, 118, 153, 169, 175]. Це субоптимальне використання пояснюється швидким всмоктуванням синтетичних амінокислот у травному каналі порівняно з амінокислотами білків, які містяться в основному раціоні, що вивільняються набагато повільніше [129, 119, 175].

Для покращення використання синтетичних незамінних амінокислот необхідно згодовувати комбікорм кілька разів на добу, оскільки це доповнює тимчасове вивільнення пов'язаних з білком амінокислот і забезпечує краще поглинання незамінних амінокислот [8, 13, 96].

Для кларієвого сома не виявлено зниження ефективності всмоктування синтетичних амінокислот, навпаки додавання до раціону синтетичного метіоніну покращує ріст кларієвого сома за згодовування комбікорму на основі рослинного протеїну [40].

Вченими було проведено ряд досліджень щодо можливості використання рослинних кормів, які можуть бути включені до складу комбікормів як альтернатива рибному борошному [63]. Альтернативні корми рослинного походження можна поділити на три групи залежно від їхнього походження та використання. Перша група – має регіональне значення, вирощуються та використовуються у відповідних регіонах через їх доступність та придатність

для місцевих умов. Друга група – традиційні корми, які широко розповсюджені у виробництві комбікормів та мають встановлену роль у годівлі риби. Третя група – нетрадиційні корми, які можуть включати в себе нові види рослин або спеціально оброблені кормові культури.

Серед розглянутих видів рослинних компонентів комбікорму є насіння олійних культур, бобові та злакові, які традиційно використовувалися як протеїнові або енергетичні концентрати, а також нові альтернативні продукти, розроблені за допомогою різних технологій переробки.

Tiamiyu L. O. та ін. встановили, що включення до раціону кларієвого сома 15 % суміші арахісового борошна та насіння бавовника немає негативного впливу на показники продуктивності [156].

Подібні результати отримали A. Sheikhlar та ін. за використання борошна з насіння пажитника (*Trigonella foenum-graecum*) як альтернативи заміни рибного борошна у раціоні кларієвого сома [143].

Інша група дослідників на чолі з A. E. Irbor вивчали вплив ряски (*Lemna minor*) на ріст кларієвого сома та встановили, що заміна 40 % рибного борошна на висушену ряску призвела до збільшення росту риби та не чинила негативного впливу на здоров'я об'єкту дослідження [87].

Ці дослідження довели можливість заміни рибного борошна на рослинні компоненти, але інгредієнти, які вивчались, більше підходять для регіонального виробництва кормів через їх дефіцит поза регіоном виробництва.

Тому також були досліджені рослинні компоненти, які виробляються у промислових масштабах. Так, A. A. Abdel-Warith та ін, дослідили вплив борошна із зерна сої на ріст і активність травних ферментів кларієвого сома. Ними було встановлено, що заміна рибного борошна на борошно із зерна сої призводить до зменшення росту риби, водночас додавання до корму амінокислот не мало суттєвого впливу на показники росту кларієвого сома [4].

Іншою групою науковців було проведено дослідження щодо можливості заміни рибного борошна на соєвий та соняшниковий шрот, у раціонах для кларієвого сома. Виявлено, що істотних відмінностей у параметрах росту риби,

гемато-біохімічних показниках крові та складі тіла серед груп досліджуваних риб не було виявлено, за винятком кращого коефіцієнта конверсії корму в групі, якій згодовували раціон з повною заміною рибного борошна [4].

Дослідження, проведене Uchechukwu D. Enyidi та іншими, розглядало можливість заміни рибного борошна на суміш соєвого шроту та горіха бамбара у раціоні для кларієвого сома. Вони дійшли висновку, що ці рослинні компоненти можна використовувати для заміщення до 60 % рибного борошна, що призведе до покращення економічного ефекту порівняно з раціонами з меншим включенням цих компонентів [44].

Водночас позитивні результати після заміни рибного борошна на підсмажене насіння соняшнику отримали I. A. Akintayo та ін., які встановили можливість заміни до 25 % першого для кларієвого сома без впливу на інтенсивність його росту [7].

Позитивні результати отримали D. I. Osuigwe та інші вчені, які досліджували термічну обробку бобів (*Canavalia ensiformis*) та їх використання як заміну рибного борошна у раціонах для кларієвого сома. Їх дослідження показали, що ця обробка дозволяє замінити до 20 % рибного борошна без негативного впливу на набір живої маси та здоров'я риб. Отже, вчені підтвердили, що попередня обробка рослинних компонентів має позитивний вплив на ріст риб [96].

Рослинні інгредієнти можуть знижувати ефект приросту живої маси через вміст деяких антипоживних речовин, і знизити використання корму та швидкість росту риб [43], тому доцільно проводити обробку рослинних компонентів перед використанням їх для виробництва кормів для риб. За даними N. Namid та ін. [68] існує кілька методів, які використовуються для видалення антипоживних речовин із рослинних кормів: замочування, пророщування, кип'ятіння, автоклавування, ферментація, генетичні маніпуляції, та інші методи обробки без заміни кормової цінності. На стадії дослідження перебуває біологічний метод детоксикації соєвого шроту з використанням процесу бродіння. Цей метод зумовлює підвищення біодоступності поживних речовин

завдяки дії ферментів, що виробляються самими мікроорганізмами. Станом на сьогодні живлення водних тварин ферментованими кормами вивчено недостатньо, але кілька авторів рекомендували обробку рослинних інгредієнтів шляхом ферментації *in vitro* для зменшення вмісту в них антипоживних речовин [57, 142].

Ферментація горіху бамбару виявилася ефективним способом підвищення вмісту доступного протеїну та амінокислот у продукті. Це дозволило замінити рибне борошно на 9 %, що призвело до покращення росту та набору маси тіла кларієвого сома порівняно рибою, яка споживала неферментований горіх бамбару [43].

Дослідження вчених, які замінювали рибне борошно ферментованим соєвим шротом, показали позитивні результати. Так, Hang Yang та ін. продемонстрували, що соєвий ферментований шрот може замінити до 30 % рибного борошна без змін у показниках живої маси та коефіцієнта конверсії корму для великоротого окуня (*Micropterus salmoides*) [171].

Інші дослідження показали, що соєвий шрот, ферментований спочатку *Bacillus subtilis*, а потім *Lactobacillus* і *Saccharomyces cerevisiae*, може замінити до 30 % рибного борошна у раціонах для великоротого окуня (*Micropterus salmoides*), без негативного впливу на показники росту та здоров'я риби [74].

Подібні результати отримали Н. М. Azarm та ін. у вивченні росту молоді далекосхідного морського карася (*Acanthopagrus schlegeli*), де вони показали, що за рахунок використання соєвого шроту, ферментованого *Bacillus subtilis* із додаванням синтетичного метіоніну, лізину та таурину, можна замінити до 40 % рибного борошна без впливу на кінцеву живу масу та швидкість росту риби [11].

Проведені дослідження на японському сібасі (*Lateolabrax japonicus*) підтвердили, що ферментований соєвий шрот, з додаванням мікробних штамів, може замінити 25 % рибного борошна в комбікормі, водночас кількість антипоживних речовин після ферментації у порівнянні зі звичайним соєвим шротом є меншою. Крім того встановлено, що з часом сібас пристосовується

до споживання корму, в якому замінено 50 % рибного борошна на соєвий ферментований шрот [102].

Дослідження Shiu Y. L. та ін. показали, що соєвий шрот, ферментований бактеріями *Bacillus subtilis* E20, може успішно замінити до 29 % рибного борошна у раціонах для оранжево-плямистого окуня (*Epinephelus coioides*), зберігаючи позитивний вплив на гістоморфологічні зміни в печінці та активність травних ферментів, що покращує засвоюваність поживних речовин [144].

Інші дослідження підтвердили позитивний вплив ферментації соєвого шроту на різноманітні аспекти розвитку риб. Наприклад, Wang та інші визначили, що соєвий шрот, ферментований *Lactobacillus plantarum* P8, може успішно замінити до 45 % рибного борошна, не маючи негативного впливу на ріст і здоров'я молоді калкана. Крім того звичайний шрот замінив рибне борошно лише на 30 %, без негативного впливу на ріст риби [98].

Дослідження Z. A. Kari та інших встановило, що заміна 50 % рибного борошна на соєвий шрот, який був ферментований кисломолочними бактеріями *Lactobacillus acidophilus*, призвела до значного покращення приросту маси та стану здоров'я кларієвого сома. Водночас риба мала найбільшу живу масу в кінці досліду, а перетравність протеїну мала високий рівень понад 92 % [92].

Додатково дослідження Zakaria та інших виявило, що заміна рибного борошна на ферментований бактеріями *Staphylococcus succinus* соєвий шрот призвела до покращення росту, здоров'я та морфології печінки кларієвого сома. Включення ферментованого соєвого шроту також сприяло розвитку мікробіоти кишківника риби та покращенню показників крові. Однак зауважено зниження показників росту, коли рівень введення ферментованого соєвого шроту перевищував 40 % [174].

Висновки до розділу 1

Кларієвий сом ефективний об'єкт вирощування в аквакультурі. Його цінність зумовлена рядом ознак таких як: висока швидкість росту, стійкість

до хвороб, невибагливість до умов утримання порівняно з іншими видами риб, витримування високих щільностей посадки, що дає можливість отримувати велику кількість продукції з одиниці площі.

Протеїн є найдорожчим компонентом кормів для риб, а рибне борошно є основним джерелом білка в кормах для риб. Сьогодні рибне борошно має не тільки високу вартість, але й є обмеженим джерелом, через великий попит на нього в галузі тваринництва. Одним із альтернативних способів оптимізації росту та стану здоров'я риби є забезпечення її альтернативними рослинними джерелами протеїну. У перспективі є актуальним дослідження пов'язані із відходами підприємств харчової галузі, які можуть бути використані як джерела протеїну для аквакультури, з одночасним вирішенням питання безпечності їх утилізації.

Проведення досліджень, спрямованих на використання в годівлі риби, а саме кларієвого сома, альтернативних джерел рослинного протеїну, має актуальність та новизну. Водночас розширення уявлень про поживність рослинних інгредієнтів, їх перетравність, вплив на ріст та якість продукції кларієвого сома має важливе наукове та практичне значення.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Матеріали досліджень

Дослідження проводилися в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів імені Павла Дмитровича Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України на кларієвому сомі (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)).

Відповідно до завдань досліджень було проведено два науково-господарських та два фізіологічних досліди.

Фізіологічні досліди проведено з метою визначення перетравності у кларієвого сома поживних речовин ферментованого соєвого шроту EP500 та комбікормів із ним. Визначення перетравності поживних речовин проводилось простим способом з використанням індикаторного методу. Як інертну речовину використовували лігнін кормів.

Для проведення першого фізіологічного дослідження і визначення перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту було відібрано 20 екземплярів (10 самок, 10 самців) кларієвого сома середньою масою 500 г, які були вирощені в лабораторних умовах.

Другий фізіологічний дослід проводився на фоні другого науково-господарського дослідження, на 71 добу, з метою вивчення перетравності поживних речовин комбікормів із ферментованим соєвим шротом. Для дослідження з кожної групи за принципом аналогів було відібрано по 10 (5 самок, 5 самців) екземплярів риб.

Фізіологічні дослідження склалися з 2 періодів – підготовчого та облікового. Рибу годували вручну 2 рази на добу (зранку і ввечері).

Протягом підготовчого періоду, який тривав 7 діб для першого фізіологічного дослідження та 4 доби для другого, риба звикала до зміни умов

утримання та годівлі, а її шлунково-кишковий тракт звільнявся від кормів спожитих до досліду. В обліковий період досліду, який тривав 10 діб, проводили контроль кількості спожитих кормів, виділених екскрементів та відбір середніх зразків для хімічного аналізу. Контроль за поїданням корму проводився візуально.

Дослідних риб утримували в скляних акваріумах об'ємом 100 літрів, які були оснащені системою механічної, біологічної та бактеріологічної фільтрації.

Температура води підтримувалась у межах 28,0–28,2° С.

Відбір екскрементів проводився з кишечника раз на 2 дні, через 8 год після годівлі, шляхом натискання на черевце риби в сторону анального отвору (рис. 2.1). Перед відбором рибу виловлювали з акваріуму і ретельно витирали паперовими серветками в зоні анального отвору, щоб уникнути потрапляння води. Екскременти збирали у пронумеровані чашки Петрі. Після проведення маніпуляцій, рибу не годували.



Рис. 2.1. Відбір екскрементів у кларієвого сома

Після відбору екскрементів зразки переносили в фарфорові чашки і висушували за температури 65° С. Висушені зразки зберігали у пластикових емкостях у темному місці.

Матеріалом для першого науково-господарського дослідження була молодь кларієвого сома (табл. 2.1).

Відповідно до схеми дослідження було відібрано 600 екземплярів молоді кларієвого сома живою масою від 25,11 до 25,25 г, з яких за принципом груп сформовано 6 груп – контрольну та 5 дослідних по 100 екземплярів у кожній.

Таблиця 2.1

Схема першого науково-господарського дослідження

Група	Кількість риб, екз.	Досліджуваний фактор
1 – контроль	100	Базовий комбікорм (БК)*
Дослідні: 2	100	РБ – 26 %, ФСШ – 10 %
3	100	РБ – 21 %, ФСШ – 15 %
4	100	РБ – 16 %, ФСШ – 20 %
5	100	РБ – 11 %, ФСШ – 25 %
6	100	РБ – 0 %, ФСШ – 36 %

Примітка. *Вміст рибного борошна (РБ) – 36 %, вміст ферментованого соєвого шроту (ФСШ) – 0 %

Відповідно до схеми для дослідження було відібрано 600 екземплярів риб масою 25,11–25,25 г, з яких за принципом аналогів сформовано 6 груп – контрольна та 5 дослідних по 100 екземплярів у кожній. Під час відбору враховували такі показники: маса тіла, походження та вік. Зрівняльний період тривав 7 днів та був зумовлений адаптацією молоді кларієвого сома до нових умов. До початку дослідження усіх риб годували однаковим комбікормом. Основний період дослідження тривав 56 діб та був поділений на 4 підперіоди, кожен з яких тривав 14 діб.

Матеріалом для другого науково-господарського дослідження був кларієвий сом, що вирощується до товарної маси (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема другого науково-господарського дослідження

Група	Кількість риб, екз.	Досліджуваний фактор
1 – контроль	100	Базовий комбікорм (БК)*
Дослідні: 2	100	РБ – 11 %, ФСШ – 25 %
3	100	РБ – 0 %, ФСШ – 36 %

Примітка. *Вміст рибного борошна (РБ) 36 %, вміст ферментованого соєвого шроту (ФСШ) – 0 %

Для другого дослідю було відібрано 300 екземплярів кларієвого сома масою 351,87–352,42 г, та сформовано 3 групи по 100 екземплярів у кожній. Під час відбору враховували масу тіла, походження та вік риби. Підготовчий період дослідю тривав 7 днів, основний – 84 дні і був поділений на 6 підперіодів тривалістю 14 днів кожен. До початку дослідю усіх риб годували однаковим комбікормом.

Під час науково-господарських дослідів риб утримували в приміщенні підвального типу, яке було затемнене у світлу пору доби.

Риб утримували в акваріумах об'ємом 100 та 450 л. Акваріуми були оснащені зовнішніми фільтрами для механічної та біологічної очистки води Eheim Professional 3 1200XL та ультрафіолетовими стерилізаторами зовнішнього типу Resun UV – 08 24 Вт. Насичення води киснем проводилось компресорами радіаторного типу Resun ACO – 001. Температура води підтримувалась за рахунок нагрівачів зовнішнього типу JBL ProTemp e500 потужністю 500 Вт та коливалась у межах 27,9–28,1° С. Якість води та щільність посадки риб відповідала рекомендаціям по вирощуванню кларієвого сома [75, 193].

Джерелом водопостачання була водопровідна вода, яка попередньо відстоювалась і прогрівалась до температури акваріума. Підміна води в акваріумі проводилась щоденно у кількості 20 % від загального об'єму.

Гідрохімічний контроль води проводився двічі на добу, під час якого визначали: рівень рН та температуру, рівень NH_3 , NH_4 , NO_2 та NO_3 . Рівень рН визначали за допомогою лабораторного рН-метра SX-620, температуру – електронним термометром, рівень NH_3 та NH_4 , NO_2 , NO_3 – набором тестів контролю якості води Ptero.

Годівлю риби проводили два рази на добу (зранку і ввечері) вручну. Контроль за поїданням корму проводився візуально.

Протягом дослідів здійснювали облік збереженості, споживання корму та маси тіла риб, обчислювали абсолютний, середньодобовий і відносний прирости маси тіла та витрату комбікормів. У кінці кожного досліду (56 доба для першого, та 84 доба для другого) визначали гематологічні і біохімічні показники крові та морфологічний і хімічний склад тіла на 10 екземплярах найтипівіших за масою риб.

Для вивчення хімічного складу використовували м'язову тканину риб без шкіри. До аналізу всі зразки зберігалися у холодильнику.

2.2. Методи досліджень

Масу тіла риб визначали зважуванням на вагах ВТД – 3/0,1ФД «Днепровес» з точність вимірювання 0,1 г та максимальним порогом зважування в 3 кг. Зважування проводили кожні 14 днів.

Абсолютний приріст обчислювали за формулою:

$$P = W_t - W_0; \quad (2.1)$$

де P – абсолютний приріст, г;

W_t – жива маса в кінці дослідного періоду, г;

W_0 – жива маса на початку дослідного періоду, г.

Середньодобовий приріст маси тіла риб розраховували за періодами та за весь дослід за формулою:

$$C = \frac{W_t - W_0}{t}; \quad (2.2)$$

де C – середньодобовий приріст, г;

W_t – маса тіла в кінці дослідного періоду, г;

W_0 – маса тіла на початку дослідного періоду, г;

t – тривалість дослідного періоду, діб.

Відносний приріст живої маси розраховували за формулою С. Броді:

$$\text{ВП} = \frac{W_t - W_0}{0,5(W_t + W_0)} \times 100; \quad (2.3)$$

де ВП – відносний приріст, %;

W_t – жива маса в кінці дослідного періоду, г;

W_0 – жива маса на початку дослідного періоду, г.

Розрахунок кормового коефіцієнту комбікорму проводився за формулою:

$$KK = \frac{K}{M_2 - M_1}; \quad (2.4)$$

де KK – кормовий коефіцієнт;

K – кількість витраченого корму за період, г;

M_2 – маса риби в кінці дослідного періоду, г;

M_1 – маса риби на початку дослідного періоду, г.

Оцінку стану риби проводили шляхом щоденного огляду, звертали увагу на загальну поведінку (активність), апетит (за різницею спожитого корму), рухливість. Збереженість риби рахували за кількістю відходу щодня до 56 дня для першого досліду та 84 дня другого досліду.

Хімічний склад екскрементів та м'язової тканини визначали у проблемній науково-дослідній лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів імені Павла Дмитровича Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України за вимогами Національних стандартів України:

- загальний вміст вологи визначали згідно з ДСТУ ISO 6496:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин [188];
- вміст сирого жиру визначали згідно з ДСТУ ISO 6492:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT) [191];
- вміст сирого протеїну визначали згідно з ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну [189];
- вміст сирої золи визначали згідно з ДСТУ ISO 5984:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирої золи [187];
- вміст сирої клітковини визначали згідно з ДСТУ 8844:2019 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення сирої клітковини [190];

- вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) розраховували за різницею між масовою часткою сухої речовини та суми масових часток сирих золи, протеїну, жиру та клітковини корму;

- кількість лігніну визначали згідно з ДСТУ ISO 13906:2013 Корми для тварин. Методи визначення вмісту кислотно-детергентної клітковини (КДК) і кислотно-детергентного лігніну (КДЛ) [186].

Визначення хімічного та амінокислотного складу ферментованого соєвого шроту EP500 проводилися в ТОВ ЕЦ «Біолайтс». Сертифікати з результатами аналізів надано ТОВ «Європейський протеїн Україна» [45].

Коефіцієнт перетравності поживних речовин розраховували за формулою:

$$КП = 100 - \frac{P_e}{P_k} * \frac{I_k}{I_e} * 100\%; \quad (2.5)$$

де КП – коефіцієнт перетравності, %;

P_e – вміст поживної речовини в екскрементах, %;

P_k – вміст поживної речовини в кормі, %;

I_e – вміст інертної речовини в екскрементах, %;

I_k – вміст інертної речовини в кормі, % [192].

Для вивчення морфологічних показників тіла та хімічного складу м'язевої тканини відбирали по 10 типових риб з кожної групи.

Оцінюючи морфологічний склад тіла визначали такі показники [148]:

- маса нерозібраної риби – риба в цілому вигляді;

- маса патраної риби з головою – риба розрізана по черевцю між грудними плавниками від калтичка до анального отвору, з видаленими нутрощами, ікрою чи молоками, зачищеними згустками крові;

- маса тушки без голови – риба обезголовлена патрана без хвостового плавника;

- маса м'ясних частин риби – половина розрізаної повздовж обезголовленої патраної риби з видаленим хребтом, плавниками, чорною плівкою;

- маса голови, шкіри, серця, печінки, кісток, шлунку, кишечника, внутрішнього жиру.

Масу частин тіла риб визначали за допомогою електронних ваг ВТД – 3/0,1ФД «Днепровес» з точністю вимірювання 0,1 г та максимальним порогом зважування 3 кг.

На основі показників морфологічного складу визначали масову частку частин тіла риби:

- вихід патраної риби з головою – відношення патраної риби з головою до маси нерозібраної риби, %;
- вихід тушки – відношення маси тушки риби до маси нерозібраної риби, %;
- вихід м'язевої тканини – відношення маси філе до маси нерозібраної риби;
- вихід голови – відношення маси голови до маси нерозібраної риби;
- вихід кісток – відношення маси кісток до маси нерозібраної риби;
- масова частка серця – відношення маси серця до маси нерозібраної риби;
- вихід печінки – відношення маси печінки до маси нерозібраної риби;
- вихід шкіри – відношення маси шкіри риби до маси нерозібраної риби;
- вихід шлунку – відношення маси шлунку до маси нерозібраної риби;
- вихід кишечника – відношення маси кишечника до маси нерозібраної риби;
- вихід внутрішнього жиру – відношення маси внутрішнього жиру до маси нерозібраної риби.

Кров у риб відбирали перед морфологічним аналізом, прижиттєвим методом (рис. 2.2). Відбір проводили за допомогою шприца та голки для ін'єкцій зі спинної аорти, голка вводилася під кутом 45° у районі хвостового стебла неподалік анального отвору [97].



Рис. 2.2. Прижиттєвий відбір крові у кларієвого сома

Біохімічні показники крові визначали на аналізаторі НТІ BioChem FC-120. У крові визначали: загальний білок, альбуміни, глюкозу, креатинін, холестерин, лужну фосфатазу, аланінамінотрансферазу (АЛТ), аспартатамінотрансферазу (АСТ).

Визначали гематологічні показники, розраховували лейкоцитарну формулу та контролювали ШОЕ:

- вміст гемоглобіну – уніфікованим гемоглобінціанідним методом;
- кількість еритроцитів – методом підрахунку у підрахунковій камері;
- швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) – капілярним методом Панченкова;
- лейкограму – методом ідентифікації та підрахунку окремих форм лейкоцитів з диференційованим підрахунком лейкоцитарної формули.

Статичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій:

- середню арифметичну – за допомогою СРЗНАЧ;
- стандартне відхилення (σ) – за функцією (СТАНДАРТОТКЛОН);
- помилку середньої арифметичної величини вираховували за формулою:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad (2.6)$$

- вірогідність різниці у показниках між групами даних визначали за допомогою функції ТТЕСТ, для якої були встановлені такі параметри: двосторонній розподіл та гетероскадастичний (з нерівними дисперсіями) тест.

Для показників критерію вірогідності (p) були використані такі рівні значущості: $p < 0,05$; 0,01 і 0,001.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Визначення енергетичної цінності та перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту

Одним із альтернативних джерел рослинного протеїну є ферментований соєвий шрот – це продукт ферментований молочнокислими бактеріями (*Enterococcus faecium* (NCIMB 10415)). Цей продукт, містить метаболіти ферментації, зокрема молочну кислоту, а також містить молочнокислі бактерії, які стабілізують кишковий мікробіом. Процес ферментації соєвого шроту забезпечує високу засвоюваність поживних речовин продукту за рахунок зниження рівня антипоживних речовин.

Молочна кислота, яка присутня в складі ферментованого соєвого шроту, стимулює протибродильну, антисептичну, подразнюючу дію, сприяє розслабленню шлункових і кишкових сфінктерів, пригнічує ріст і розвиток умовно патогенної та гнильної мікрофлори шлунково-кишкового тракту, чим обумовлено зниження утворення токсичних продуктів розпаду органічних речовин в організмі, покращує обмінні процеси, збуджує діяльність травних залоз.

Хімічний та амінокислотний склад ферментованого соєвого шроту, наведено в таблицях 3.1 та 3.2 (додаток В) [45].

Таблиця 3.1

Хімічний склад ферментованого соєвого шроту (за результатами сертифікації), г/кг

Показник	Вміст на натуральну вологу
1	2
Сирий протеїн	454,5
Сирий жир	18,0
Сира клітковина	31,5
Сира зола	58,5

1	2
БЕР	396,0
Лігнін	11,3
Кальцій	2,3
Фосфор	6,5

Таблиця 3.2

Амінокислотний склад ферментованого соєвого шроту в перерахунку на суху речовину (за результатами сертифікації), г/кг

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Лізін	30,7	Аргінін	37,1
Метіонін	7,2	Лейцин	40,7
Метіонін+цистин	14,3	Валін	25,1
Треонін	21,5	Фенілаланін	27,3
Триптофан	7,0	Тирозин	18,7
Ізолейцин	23,9	Гістидин	13,9

Визначення перетравності поживних речовин ферментованого соєвого шроту проводили методом інертних речовин, як індикатор використано лігнін, вміст якого у ферментованому соєвому шроті був на рівні 1,36 % у сухій речовині. Після проведення хімічного аналізу екскрементів встановлено, що кількість лігніну в досліджуваному продукті становив 5,85 % у сухій речовині.

Після визначення вмісту поживних речовин в кормі та екскрементах було розраховано коефіцієнти перетравності поживних речовин для кларієвого сома, які представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Коефіцієнт перетравності (КП) ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома, %

Показник	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР
Коефіцієнт перетравності поживних речовин	89,6	91,7	20,1	71,1

Після проведення усіх розрахунків було встановлено, що коефіцієнт перетравності сирого протеїну в ферментованому соєвому шроті становить – 89,6 %, жиру – 91,7 %, клітковини – 20,1 % та БЕР – 71,1 %.

За результатами досліджень було проведено розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома. Який проведено з використанням коефіцієнтів для розрахунку обмінної енергії кормів для риб за Філіпсом (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту
за Філіпсом [127]**

Показник	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР	Енергетична поживність 1 кг, МДж/кг
Хімічний склад ФСШ, г/кг	454,5	18,0	31,5	396,0	–
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку валової енергії, кДж/г	18,4	39,8	17,6	17,6	–
Валова енергія ФСШ, кДж/кг	8362,8	716,4	554,4	6969,6	16,6
Хімічний склад калу, г/кг	26,13	0,8	13,9	62,8	–
Енергетична поживність калу, кДж/кг	480,8	31,8	244,6	1105,3	1,9
Перетравна енергія ФСШ, кДж/кг	7882,1	684,6	309,8	5864,3	14,7
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку обмінної енергії, кДж/г	16,3	33,5	6,7	6,7	–
Обмінна енергія ФСШ, кДж/кг	7408,4	603,0	211,1	2653,2	10,9

Використання енергетичних коефіцієнтів для розрахунку обмінної енергії за Філіпсом широко поширене, але у нього є недоліки. Вони застарілі та вимірюються в ккал/г. Також у коефіцієнтах за Філіпсом не має розподілу між

сирою клітковиною та БЕР, хоча ці складові корму мають різну засвоюваність і як наслідок різні енергетичні коефіцієнти. Ще одним недоліком є відсутність енергетичних коефіцієнтів розрахунку обмінної енергії для екструдованих кормів, хоча відомо, що екструдований корм засвоюється рибою ефективніше. Тому було вирішено провести розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту з використанням енергетичних коефіцієнтів для розрахунку обмінної енергії за Щербиною (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Розрахунок енергетичної поживності ферментованого соєвого шроту
за Щербиною [192]**

Показник	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	БЕР	Енергетична поживність 1 кг, МДж/кг
Хімічний склад ФСШ, г/кг	454,5	18,0	31,5	396,0	–
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку валової енергії, кДж/г	18,4	39,8	17,6	17,6	–
Валова енергія ФСШ, кДж/кг	8362,8	716,4	554,4	6969,6	16,6
Хімічний склад калу, г/кг	26,13	0,8	13,9	62,8	–
Енергетична поживність калу, кДж/кг	480,8	31,8	244,6	1105,3	1,9
Перетравна енергія ФСШ, кДж/кг	7882,1	684,6	309,8	5864,3	14,7
Енергетичний коефіцієнт для розрахунку обмінної енергії, кДж/г	14,7	35,8	8,8*	14,1*	–
Обмінна енергія ФСШ, кДж/кг	6694,8	644,0	276,9	5567,8	13,2

Примітка. *Для екструдованих кормів

Водночас слід зазначити, що енергетичні коефіцієнти для розрахунку обмінної енергії за Щербиною є більш сучасними і враховують усі недоліки, які виникають під час використання коефіцієнтів за Філіпсом.

Отже, вміст обмінної енергії в ферментованому соєвому шроті для кларієвого сома становить – 10,9 МДж/кг за Філіпсом та 13,2 МДж/кг за Щербиною. Водночас рівень перетравної енергії знаходиться на рівні 14,7 МДж/кг.

3.2. Ефективність використання ферментованого соєвого шроту у годівлі молоді кларієвого сома

3.2.1. Характеристика годівлі риби

Основним компонентом комбікормів для молоді кларієвого сома є рибне борошно із вмістом сирого протеїну 71 %, що обумовлює їх високу вартість. Значно здешевити корми без втрати продуктивності дозволить заміна цього компонента рослинною сировиною – ферментованим соєвим шротом.

Як видно з показників таблиці 3.1 у ферментованому соєвому шроті вміст незамінних і замінних амінокислот є високим. Це забезпечить можливість використовувати у організмі риб білок цього корму насамперед для росту тканин. Для забезпечення ж енергетичних потреб більшою мірою використовували жири та вуглеводи.

Рецепт повнораціонних комбікормів для молодняка кларієвого сома наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Рецепт повнораціонних комбікормів для молоді кларієвого сома, %

Компонент	Група					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Рибне борошно (СП 71 %)	36,00	26,00	21,00	16,00	11,00	–
Ферментований соєвий шрот	–	10,00	15,00	20,00	25,00	36,00
М'ясокісткове борошно (СП 65 %)	9,33	14,29	16,76	19,24	21,94	2,37

1	2	3	4	5	6	7
Кров'яне борошно (СП 90 %)	–	–	–	–	–	17,68
Зерно пшениці	31,05	24,99	21,96	18,95	17,92	21,02
Висівки пшеничні	7,00	7,00	7,00	7,00	4,73	–
Риб'ячий жир	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Соева олія	5,31	5,30	5,30	5,29	5,32	7,80
Лізін хлорид 78,5 %	2,71	2,87	2,95	3,03	3,12	2,27
DL-Метіонін	2,36	2,46	2,51	2,56	2,61	2,78
L-Триптофан	2,18	2,18	2,19	2,19	2,20	2,05
L-Треонін	0,61	0,64	0,66	0,67	0,69	0,57
Вапняк (Са 36 %)	0,21	1,03	1,43	1,83	2,23	3,48
Монокальційфосфат	–	–	–	–	–	0,74
Премікс*	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Усього	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Примітка. *Склад преміксу наведено в додатку Б

Молодь кларієвого сома контролю отримувала комбікорм з вмістом рибного борошна 36 %. Риба 2–5 дослідних груп отримувала комбікорм з частковою заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот у кількості 10–25 % відповідно до схеми досліду (табл. 2.1). Молоді сома 6 дослідної групи повністю замінили рибне борошно на ферментований соєвий шрот. Вміст м'ясокісткового борошна в комбікормах коливався в межах 2,37–21,94 %. Кров'яне борошно було введено в комбікорм лише для 6 дослідної групи на рівні 17,68 %.

Введення зерна пшениці у комбікорми для молоді кларієвого сома коливалось у межах 17,92–31,05 %. Висівки пшеничні були на одному рівні в комбікормах для 1–4 групи (7 %), у 5 дослідній групі рівень введення висівків пшеничних становив 4,73 %, а в 6 групі вони відсутні взагалі.

Риб'ячий жир в усіх групах був введений на одному рівні і становив 3 %. Вміст соєвої олії в комбікормах для молоді кларієвого сома 1–5 груп суттєво не відрізнявся і був на рівні 5,29–5,31 %, а в 6 групі – 7,80 %.

Комбікорми були повністю збалансованими за усіма показниками живлення згідно з нормами росту і розвитку рекомендованих ФАО [84].

Хімічний склад і поживність комбікормів із різним вмістом ферментованого соєвого шроту наведено в таблиця 3.7.

Поживність комбікормів для усіх піддослідних груп молоді кларієвого сома була подібною за усіма показниками живлення, що дає можливість чітко охарактеризувати ріст і розвиток риби за досліджуваним фактором. Збалансованість комбікормів для риб за жирами і вуглеводами чинить азотзберігаючий ефект. Крім того самі процеси синтезу білка в організмі потребують значної кількості енергії.

Таблиця 3.7

Хімічний склад комбікормів для молоді кларієвого сома, %

Показник	Група					
	1	2	3	4	5	6
ОЕ, МДж	15,61	15,63	15,65	15,65	15,69	15,73
Сирий протеїн	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00
Сирий жир	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Сира клітковина	2,58	2,63	2,52	2,67	2,06	1,70
БЕР	43,42	43,37	43,48	43,33	43,94	44,30
Кальцій	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Фосфор	1,05	0,87	0,80	0,73	0,65	0,50
Метіонін	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Лізін	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Триптофан	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Треонін	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Енергетична поживність комбікормів піддослідних груп становила 15,61–15,73 МДж обмінної енергії. Вміст сирого протеїну – 42 %, сирого жиру – 12 %, БЕР – 43,33–44,30 %, сирі клітковини 1,7–2,67 %. Не було зафіксовано змін у поведінці, апетиті, випорожненні та проявів канібалізму у піддослідних риб.

Отже, заміна рибного борошна і введення до комбікормів для молоді кларієвого сома ферментованого соєвого шроту не спричинила істотних змін поживності.

3.2.2. Ваговий ріст

Одним з основних показників, за яким можна оцінювати ріст і розвиток риби є її маса тіла. Це основний показник, що визначає доцільність використання нових компонентів у комбікормі. Ріст риби в перший рік життя, і особливо у початковий період, є визначальним для її подальшого розвитку (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Маса тіла молоді кларієвого сома, г (n=100)

Період дослід, доба	Група					
	1	2	3	4	5	6
1	25,22± 0,093	25,12± 0,094	25,25± 0,064	25,05± 0,104	25,11± 0,097	25,24± 0,098
14	35,18± 0,384	35,49± 0,285	35,86± 0,381	36,10± 0,553	36,22± 0,414	36,28± 0,449
28	70,66± 0,700	71,22± 0,752	71,75± 0,697	72,24± 0,771	72,51± 0,851	72,70± 0,797
42	151,12± 1,015	152,64± 1,041	153,53± 1,232	154,51± 1,357*	154,92±1 ,206*	155,07± 1,216*
56	299,91± 2,225	304,68± 2,660	307,45± 3,402	309,41± 3,363*	310,41± 3,331**	311,63± 3,659**

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

На початку дослідження молодь мала подібну масу тіла, яка становила від 25,11 до 25,25 г. На 14 добу вирощування суттєвих змін у рості риб дослідних груп не спостерігалось, коливання показників маси тіла не перевищували 1,1 г або 3,13 %. Так само, на 28 добу дослідження різниця у масі тіла молоді кларієвого сома була не значною, коливалася в межах 2,04 г або 2,89 %, та не була статистично вірогідною у порівнянні з контрольною групою.

Більш суттєві зміни маси тіла молоді кларієвого сома було відмічено на 42 добу дослідження.

Так, у віці 42 доби молодь кларієвого сома 2 дослідної групи, яка споживала комбікорм з вмістом ферментованого соєвого шроту 10 %, перевищувала масу риб контрольної групи лише на 1,52 г або 1,01 %. Більшою перевагою, а саме 2,41–3,95 г або 1,59–2,61 % ($p \leq 0,05$), відзначалась молодь 3, 4,

5 та 6 дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом 20–36 % ферментованого соєвого шроту.

На 56 добу досліду середня маса тіла молоді кларієвого сома 6 дослідної групи була найбільшою і перевищувала контроль на 11,72 г або 3,90 % ($p \leq 0,01$). Маса тіла риб 2–5 дослідних груп перевищувала масу риб контрольної відповідно на: 4,77 г або 1,59 %; 7,54 г або 2,51 %; 9,5 г або 3,17 % ($p \leq 0,05$); 10,5 г або 3,50 % ($p \leq 0,01$).

Відповідно до змін маси тіла піддослідної молоді кларієвого сома у різні періоди досліду змінювався і абсолютний приріст (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Абсолютний приріст маси тіла молоді кларієвого сома, г (n=100)

Період досліду, діб	Група					
	1	2	3	4	5	6
1–14	9,89± 0,300	10,30± 0,199	10,64± 0,322	11,01± 0,268**	11,05± 0,329**	10,98± 0,363*
15–28	35,40± 0,460	35,65± 0,492	35,81± 0,435	36,06± 0,483	36,21± 0,522	36,42± 0,462
29–42	80,24± 0,507	81,21± 0,406	81,37± 0,776	81,87± 0,760	82,42± 0,454**	81,91± 0,568*
43–56	148,35± 1,309	152,04± 1,831	153,45± 2,377	154,19± 2,115*	154,76± 2,261*	156,07± 2,581**
Увесь період	274,55± 2,143	279,46± 2,579	282,09± 3,357	284,20± 3,275*	285,17± 3,245**	286,25± 3,582**

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

За даними таблиці 3.9, у період досліду з 1–14 добу, абсолютні прирости маси тіла молоді кларієвого сома 2–3 дослідних груп, за споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту, випереджали контроль на 0,41–0,75 г, або 4,15–7,58 % та не були статистично значущими. 4–6 дослідні групи випереджали контрольну за цим показником на 1,16–1,09 г, або на 11,02–11,73 % ($p \leq 0,01$).

У наступний період (15–28 доба) перевага за абсолютними приростами маси тіла риб 2, 3, 4, 5 і 6 дослідних груп над рибою контрольної групи становила відповідно 0,25 г або 0,71 %, 0,41 г або 1,16 %, 0,66 г або 1,86 %, 0,81 г або 2,29 % і 1,02 г або 2,88 %, проте міжгрупова різниця не була статистично значущою.

У період досліду з 29 до 42 добу найбільшу перевагу за абсолютними приростами маси тіла мала молодь кларієвого сома 5 та 6 дослідних груп, що споживала комбікорм із вмістом відповідно 25 і 36 % ферментованого соєвого шроту. Риба цих груп переважала контроль відповідно на 2,18 г або 2,71 % ($p \leq 0,01$) і 1,67 г або 2,08 % ($p \leq 0,05$).

У наступний період вирощування (43–56 діб) спостерігалось вірогідне збільшення абсолютних приростів у молоді кларієвого сома 4–6 дослідних груп. Перевага над рибою контрольної групи становила відповідно 5,1 г або 3,94 % ($p \leq 0,05$), 6,41 г або 4,32 % ($p \leq 0,05$) і 7,72 г або 5,20 % ($p \leq 0,01$).

За весь період вирощування молодняк кларієвого сома мав високі показники росту. Риба дослідних груп за абсолютним приростом маси тіла перевищувала контрольний показник. Так показник молоді кларієвого сома 2 дослідної групи перевищував контрольний на 4,91 г або 1,79 %, 3 – 7,54 г або 2,75 %, 4 – 9,65 г або 3,51 % ($p \leq 0,05$), 5 – 10,62 г або 3,87 % ($p \leq 0,01$) і 6 – на 11,7 г або 4,26 % ($p \leq 0,01$). З наведених даних видно, що найбільший абсолютний приріст за весь період досліду мала риба 6 дослідної групи – 286,25 г. Показник приросту переважав контроль на 4,26 % ($p \leq 0,01$).

Середньодобовий приріст маси тіла також дозволить оцінити вплив досліджуваного фактора на ріст риби (табл. 3.10).

Аналіз даних таблиці 3.10 дає підстави стверджувати, що за середньодобовими приростами маси тіла молодь кларієвого сома дослідних груп переважала риб контрольної групи упродовж усього періоду вирощування. Так у період досліду з 1 до 14 добу за цим показником риба 2–6 дослідних груп вірогідно перевищувала контроль на 4,23–11,27 %. Найвищими показники приросту були у риб 4 та 5 дослідних груп, вони переважали контроль

на 0,08 г або 11,27 % ($p \leq 0,01$). Молодь 6 групи мала на 9,86 % ($p \leq 0,01$) вищий середньодобовий приріст.

Таблиця 3.10

Середньодобовий приріст маси тіла молоді кларієвого сома, г (n=100)

Період дослідження, доба	Група					
	1	2	3	4	5	6
1–14	0,71± 0,021	0,74± 0,014	0,76± 0,023	0,79± 0,019**	0,79± 0,023**	0,78± 0,026*
15–28	2,53± 0,033	2,55± 0,035	2,56± 0,031	2,58± 0,035	2,59± 0,038	2,60± 0,034
29–42	5,73± 0,036	5,80± 0,029	5,81± 0,055	5,85± 0,054	5,89± 0,033**	5,85± 0,041*
43–56	10,60± 0,093	10,86± 0,131	10,96± 0,170	11,01± 0,151*	11,05± 0,162*	11,15± 0,185**
Увесь період	4,90± 0,038	4,99± 0,046	5,04± 0,060	5,08± 0,058*	5,09± 0,058**	5,11± 0,064**

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

На 15–28 добу дослідження середньодобові прирости молоді 2, 3, 4, 5 та 6 дослідних груп перевищували контроль відповідно на 0,02 г або 0,79 %, 0,03 г або 1,19 %, 0,05 г або 1,97 %, 0,06 г або 2,37 % та 0,07 г або 2,77 %. Різниця не була статистично значущою.

У наступні періоди дослідження молоді кларієвого сома 5 та 6 груп мала статистичну перевагу за середньодобовими приростами маси тіла над рибою контрольної групи. Так на 29–42 добу дослідження вони переважали контроль відповідно на 0,16 г або 2,79 % ($p \leq 0,01$) і 0,12 г або 2,09 % ($p \leq 0,05$). На 43–56 добу показники приросту 5 та 6 груп були вищими відповідно на 0,45 г або 4,25 % ($p \leq 0,05$) і 0,55 г або 5,19 % ($p \leq 0,01$).

За весь період дослідження за середньодобовими приростами молоді кларієвого сома 2, 3, 4, 5 та 6 груп перевершувала аналогів контрольної групи відповідно на 0,09 г або 1,84 %, 0,14 г або 2,86 %, 0,18 г або 3,67 % ($p \leq 0,05$), 0,19 г або 3,88 % ($p \leq 0,01$) та 0,21 г або 4,29 % ($p \leq 0,01$).

Отже, середньодобові прирости маси тіла були найвищими у молоді кларієвого сома 6 дослідної групи, що споживала комбікорм із вмістом ферментованого соєвого шроту 36 %.

Інтенсивність росту молоді кларієвого сома також оцінювали за відносним приростом маси тіла (табл. 3.11).

У перший тиждень досліді молоді кларієвого сома 2–6 дослідних груп переважала контрольних аналогів за відносним приростом маси тіла на 1,54–3,38 %.

Таблиця 3.11

Відносний приріст маси тіла молоді кларієвого сома, % (n=100)

Період досліді, доба	Група					
	1	2	3	4	5	6
1–14	32,14± 4,742	33,68± 4,824	33,99± 4,785	35,52± 4,834	35,35± 4,854	34,88± 4,839
15–28	66,84± 4,805	66,54± 4,841	66,54± 4,791	66,43± 4,795	66,46± 4,819	66,94± 4,776
29–42	72,45± 4,584	72,70± 4,584	72,70± 4,595	72,16± 4,599	72,79± 4,542	71,94± 4,610
43–56	65,65± 4,924	66,33± 4,874	66,19± 4,905	66,16± 4,933	66,13± 4,908	66,42± 4,897
Увесь період	168,73± 11,167	169,29± 11,171	169,25± 11,226	169,66± 11,334	169,72± 11,280	169,61± 11,267

У наступний період вирощування (15–28 доба) контрольна група переважала 2–5 дослідні за цим показником на 0,30–0,41 %, проте 6 група перевершувала контроль на 0,10 %.

У період 29–42 доба досліді контрольна група випереджала 4 та 6 дослідні групи відповідно на 0,29 та 0,51 %. Проте найвищий показник приросту спостерігався у молоді 2, 3 та 5 груп, у яких замінили 20–36 % рибного борошна у складі комбікорму на ферментований соєвий шрот. Різниця коливалася в межах 0,25–0,34 %.

На кінець досліду (43–56 період) відносна маса тіла молоді кларієвого сома у 2–6 дослідних групах перевершувала контроль і коливалась у межах 66,13–66,42 %, однак статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

За весь період вирощування показники відносного приросту маси тіла риб 2–6 дослідних груп перевищили контроль відповідно на 0,56, 0,52, 0,93, 0,99 і 0,88 %, проте різниця була статистично не вірогідна.

3.2.3. Витрати корму та збереженість

На збереженість кларієвого сома впливають такі основні показники, як щільність посадки риби у басейнах, спосіб фільтрації та температура води, поживність комбікорму, режим годівлі риби та інші.

Згодовування молоді кларієвого сома у складі комбікормів різної кількості ферментованого соєвого шроту не мало суттєвого впливу на такий важливий показник як збереженість (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Збереженість поголів'я молоді кларієвого сома, % (n=100)

Період досліду, діб	Група					
	1	2	3	4	5	6
1	100	100	100	100	100	100
2–7	98	98	99	98	99	98
8–14	97	96	98	98	97	97
15–21	96	96	97	97	97	97
22–28	96	95	97	97	96	97
29–35	96	95	95	96	96	96
36–42	95	94	95	95	96	95
43–49	93	94	93	94	93	93
50–56	93	94	93	92	93	93

Часткова або повна заміна у складі комбікормів молоді кларієвого сома рибного борошна на ферментований соєвий шрот негативно не впливала на збереженість риб. Так до 2 доби досліду виживання риби було 100 %. У період з 2 до 7 доби досліду збереженість молоді сома була в межах 98–99 %, а у період з 8 до 14 доби – 96–98 %.

На наступний період (15–21 доба) збереженість молоді коливалася в межах 96–97 %. На 22–28 період досліду цей показник у контрольній та дослідній групах був у межах 95–97 %.

Подібна тенденція спостерігалась і у наступні періоди досліду. Так на 29–35 добу збереженість склала 95–96 %, а на 36–42 добу – була у межах 94–96%.

На кінець дослідження тенденція не змінилась. У 43–49-добовий період досліду виживаність риб у контрольній та дослідних групах була на рівні 93–94 %, а на 50–56 добу збереженість коливалася у межах 92–94 %.

Важливим критерієм оцінки вирощування риби є показник витрати кормів. Витрата корму залежать від віку, маси й інтенсивності росту риби, а також від збалансованості раціонів та умов утримання. З метою встановлення впливу ферментованого соєвого шроту на споживання і продуктивність кларієвого сома нами визначено витрату корму на 1 кг приросту – кормовий коефіцієнт комбікорму (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Кормові коефіцієнти досліджуваних комбікормів
під час вирощування кларієвого сома**

Період досліду, доба	Група					
	1	2	3	4	5	6
1–14	1,45	1,45	1,31	1,25	1,29	1,30
15–28	1,36	1,37	1,33	1,32	1,33	1,30
29–42	1,22	1,22	1,21	1,20	1,17	1,20
43–56	1,26	1,20	1,22	1,24	1,22	1,20
Увесь період	1,27	1,23	1,24	1,24	1,22	1,22

На 14 добу вирощування риби кормовий коефіцієнт комбікорму з частковою або повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот відрізнявся від показника контрольної групи. Кормовий коефіцієнт комбікорму для риб дослідних груп знизився до 1,25–1,31, що на 9,66–13,79 % нижче контролю.

У наступний період досліду, на 28 добу також спостерігалось зниження кормового коефіцієнту комбікорму у 3–6 дослідних групах на 2,21–4,41 %. У 2 дослідної групи цей показник зріс на 0,7 % порівняно з контрольною групою. Водночас маса тіла у піддослідної молоді зростала порівняно з контрольними рибами.

На 42 добу досліду кормовий коефіцієнт комбікормів для дослідних груп риб знизився до 1,17–1,21 або на 0,9–4,3 %, проте найнижчим він був у риб 5 та 6 груп і був відповідно 1,17 та 1,20. Водночас кормовий коефіцієнт корму у 2 дослідній групі не відрізнявся від контрольної групи і становив 1,22.

Схожа тенденція спостерігалася і на 56 добу досліду. Кормовий коефіцієнт комбікорму був нижчим у 2–6 дослідних групах на 1,6–4,8 % порівняно з контролем.

Отже, за весь період вирощування найнижчий кормовий коефіцієнт комбікорму був у молоді кларієвого сома 5 та 6 дослідних груп і був нижчим від контролю на 3,94 %, а у 2–4 дослідних групах – відповідно на 2,36–3,15 %.

3.2.4. Морфологічний склад тіла кларієвого сома

Випробовуючи нові корми та кормові засоби у годівлі, необхідно також враховувати їх вплив на якість продукції. З метою встановлення впливу комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту на морфологічний склад тіла було досліджено розмірно-масові характеристики (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Морфологічний склад тіла молоді кларієвого сома, г (n=10)

Параметр	Група					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Маса риби	299,71± 1,37	304,61± 2,745	307,20± 3,045	309,47± 3,276*	310,21± 2,998**	311,39± 3,067**
Патрана з головою	260,39± 1,467	264,80± 2,337	267,14± 2,574	269,13± 2,606*	269,98± 2,821*	271,11± 2,252**

1	2	3	4	5	6	7
Голова	71,47± 0,746	72,18± 0,898	72,45± 0,661	72,73± 0,753	72,87± 0,708	73,16± 0,576
Тушка	183,49± 0,595	186,84± 1,771	188,56± 1,989	190,09± 2,226*	191,02± 1,986**	192,06± 1,863**
М'язова тканина	124,17± 0,519	126,27± 1,126	127,40± 1,268	128,62± 1,379*	129,13± 1,297**	130,35± 1,461**
Шкіра	21,46± 0,215	21,79± 0,196	21,15± 0,215	21,58± 0,225	21,95± 0,357	21,28± 0,332
Кістки	36,94± 0,297	37,12± 0,345	37,33± 0,376	37,53± 0,360	37,68± 0,338	37,82± 0,342
Серце	2,73± 0,028	2,75± 0,032	2,74± 0,022	2,75± 0,032	2,72± 0,022	2,73± 0,035
Печінка	3,39± 0,041	3,38± 0,044	3,39± 0,044	3,40± 0,047	3,39± 0,054	3,38± 0,051
Шлунок	2,92± 0,028	2,90± 0,035	2,91± 0,032	2,89± 0,044	2,91± 0,047	2,90± 0,035
Кишечник	0,75± 0,025	0,76± 0,038	0,78± 0,047	0,78± 0,038	0,80± 0,032	0,81± 0,035
Внутрішній жир	10,49± 0,073	10,51± 0,079	10,48± 0,079	10,49± 0,101	10,50± 0,108	10,52± 0,060

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

Аналізуючи результати, виявлено незначний вплив комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту на морфологічний склад тіла кларієвого сома. Для морфологічного аналізу було відібрано рибу, маса тіла якої максимально відповідала середнім показникам у групі. Проте маса тіла риб 2 групи перевищувала контроль на 4,90 г або 1,63 %, 3 – 7,49 г або 2,50 %, 4 – 9,76 г або 3,26 % ($p \leq 0,05$), 5 – 10,50 г або 3,50 % ($p \leq 0,01$) і 6 – на 11,68 г або 3,90 % ($p \leq 0,01$).

За масою патраної риби з головою аналогі 2 групи переважали цей показник контрольної на 4,41 г або 1,69 %, 3 – 6,75 г або 2,59 %, 4 – 8,74 г або 3,38 % ($p \leq 0,05$), 5 – 9,59 г або 3,69 % ($p \leq 0,05$) і 6 – на 10,72 г або 4,12 % ($p \leq 0,01$). Риба контрольної групи також поступалися аналогам дослідних груп за масою голови. Величина цього показника у молоді 2 дослідної групи була вищою у порівнянні з контролем на 0,71 г або 0,99 %, 3 – 0,98 г або 1,37 %, 4 – 1,26 г або

1,76 %, 5 – 1,4 г або 1,96 % і 6 – на 1,69 г або 2,36 %, проте ця різниця не була статистично значущою.

За масою тушки молодь кларієвого сома 2 групи переважала контроль на 3,35 г або 1,83 %, 3 – 5,07 г або 2,76 %, 4 – 6,06 г або 3,60 % ($p \leq 0,05$), 5 – 7,53 г або 4,10 % ($p \leq 0,01$) та 6 – на 8,57 г або 4,67 % ($p \leq 0,01$).

Важливим показником оцінювання якості туш риб є маса м'язової тканини. За цим показником молодь кларієвого сома 2–6 груп перевищувала контрольних аналогів відповідно на 2,10 г або 1,69 %, 3,23 г або 2,60 %, 4,45 г або 3,58 % ($p \leq 0,05$); 4,96 г або 3,99 % ($p \leq 0,01$) та 6,18 г або 4,98 % ($p \leq 0,01$).

За показником маси шкіри молодь кларієвого сома 3 та 6 піддослідних груп поступалася контрольній групі відповідно на 0,31 г або 1,4 % та 0,18 г або 0,8 %. Риба 2 дослідної групи перевищувала показник аналогів контролю на 0,33 г або 1,5 %, 4 – 0,12 г або 0,6 % та 5 – на 0,49 г або 2,3 %.

Маса кісток свідчить про повноцінність годівлі, інтенсивність росту та розвитку риб. За цим показником молодь кларієвого сома 2–6 груп перевищувала контрольних аналогів відповідно на 0,18 г або 0,5 %, 0,39 г або 1,1 %, 0,59 г або 1,6 %, 0,74 г або 2,0 % та 0,88 г або 2,4 %. Різниця не була статистично значущою.

За масою серця істотних змін не виявлено, коливання цього показника не перевищували 0,02 г або 0,7 %, а міжгрупова різниця не була статистично значущою. Це свідчить про відсутність шкідливого впливу досліджуваного фактора на риб.

Потреби організму в енергії, пластичному матеріалі і необхідних для формування внутрішнього середовища елементах задовольняє травна система. Тому розвиток органів травлення вкрай важливий під час вивчення нових кормових засобів. За масою печінки не відмічено суттєвих міжгрупових відмінностей і цей показник у риб 2, 3 та 5 дослідних груп суттєво не відрізнявся від контрольної: 3 – перевищував аналогічний показник контролю на 0,3 %, а 2 та 5 – був нижчим за контроль на 0,3 % (різниця була статистично

не вірогідною). Це свідчить про відсутність антипоживних речовин у досліджуваному кормі.

Маса шлунка та кишечника у піддослідного кларієвого сома за згодовування комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту суттєво не змінилась. Проте у молоді 2–6 дослідних груп спостерігалась тенденція до зниження маси шлунка, вона була нижчою за контроль на 0,01–0,03 г або 0,3–1,0 %, тоді коли маса кишечника навпаки – у дослідних групах зросла порівняно з контролем у межах 0,01–0,06 г або 1,3–6,2 %, однак різниця не була статистично значущою.

За масою внутрішнього жиру можна оцінити калорійність комбікормів, які використовували у годівлі молоді кларієвого сома. Цей показник у риб дослідних груп суттєво не відрізнявся від контролю та був у межах 10,48–10,52 г, що свідчить про повноцінну годівлю молоді у період росту. Друга група відрізнялася більшою масою внутрішнього жиру на 0,2 %, але різниця була статистично невірогідна.

Отже, дані аналізу морфологічного складу тіла молоді кларієвого сома підтверджують, що комбікорми з частковою або повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот забезпечують високий темп росту риби та негативно не впливають на здоров'я.

Аналіз відносних показників морфологічного складу тіла молоді кларієвого сома дозволяє зробити важливі висновки про ріст і розвиток риби та оцінити вплив досліджуваного фактора на ці процеси. Відношення окремих частин та внутрішніх органів до маси тіла піддослідних риб наведено в табл. 3.15.

Як видно з даних таблиці 3.15 вихід патраної риби з головою у дослідних групах був вищим за контроль на 0,05–0,20 %, а вихід голови нижчий на 0,15–0,35 %. Це пояснюється тим, що риби ростуть упродовж усього життя, але нерівномірно, проте чим більш повноцінна годівля та комфортні умови існування, тим тулуб риб у молодому віці розвивається краще.

**Відносні показники розмірно-масових характеристик
молоді кларієвого сома, % (n=10)**

Параметр	Група					
	1	2	3	4	5	6
Патрана з головою	86,88± 10,676	86,93± 10,659	86,96± 10,649	86,97± 10,645	87,03± 10,624	87,08± 10,607
Голова	23,84± 13,475	23,69± 13,445	23,59± 13,426	23,50± 13,408	23,49± 13,406	23,51± 13,410
Тушка	61,23± 15,407	61,34± 15,399	61,38± 15,396	61,42± 15,393	61,57± 15,382	61,68± 15,374
М'язова тканина	41,43± 15,577	41,46± 15,579	41,47± 15,580	41,56± 15,584	41,63± 15,588	41,86± 15,600
Шкіра	7,16± 8,153	7,16± 8,153	6,89± 8,010	6,98± 8,058	7,09± 8,116	6,84± 7,983
Кістки	12,33± 10,397	12,19± 10,346	12,15± 10,331	12,13± 10,324	12,15± 10,331	12,15± 10,331
Серце	0,90± 3,003	0,90± 2,986	0,89± 2,970	0,89± 2,970	0,88± 2,953	0,88± 2,953
Печінка	1,13± 3,343	1,11± 3,313	1,11± 3,313	1,10± 3,298	1,09± 3,283	1,09± 3,283
Шлунок	0,97± 3,099	0,95± 3,068	0,95± 3,068	0,93± 3,035	0,94± 3,051	0,93± 3,035
Кишечник	0,25± 1,579	0,25± 1,579	0,25± 1,579	0,25± 1,579	0,26± 1,610	0,26± 1,610
Внутрішній жир	3,50± 5,812	3,45± 5,771	3,41± 5,739	3,39± 5,723	3,39± 5,723	3,38± 5,715

Частка тушки риб дослідних груп перевищувала аналогічний показник контрольної групи на 0,11–0,45 %, це дає підстави стверджувати про вищі показники перетравності комбікормів із ферментованим шротом.

Найважливіший показник росту – частка м'язової тканини. Різниця за цим показником у молоді кларієвого сома усіх дослідних груп була незначною: у риб 2 групи – вища на 0,03 %, 3 – 0,04 %, 4 – 0,13 %; 5 – 0,20 % та 6 – на 0,43 % порівняно з аналогами контрольної групи.

Частка шкіри у молоді кларієвого сома дослідних груп була дещо меншою, порівняно з молоддю контрольної групи. Величина цього показника була

подібною у риби 2 дослідної групи, а у молоді 3–6 груп – меншою на 0,07–0,32 % порівняно із показником контролю. За відношенням кісток міжгрупової різниці не виявлено. У дослідних групах цей показник був дещо нижчий, порівняно з контрольною групою, і коливався в межах 0,14–0,20 %.

Щодо частки серця, то цей показник для 2 дослідної групи не відрізнявся від контролю, що стосується 3–6 груп, то цей показник був дещо нижчим порівняно з контролем і був у межах 0,01–0,02 %. Щодо частки печінки, то цей показник у дослідних груп був нижчим у порівнянні з контролем та коливався у межах 0,02–0,04 %. За цими показниками різниця не була статистично значущою, тобто можна припускати, що досліджуваний фактор мав позитивний вплив на роботу кровоносної та травної системи піддослідної молоді кларієвого сома.

Щодо відносної маси шлунка кларієвого сома за використання ферментованого соєвого шроту, то цей показник був нижчим порівняно з контролем на 0,02–0,04 %. Маса кишечника 2–4 дослідних груп не відрізнялась від контролю, а 5 та 6 – була більшою за контроль на 0,01 %, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Отже, молодь мала нормальний ріст і розвиток усіх органів і тканин організму.

Оскільки комбікорми з ферментованим соєвим шротом мають високу енергетичну цінність, то це позитивно вплинуло на розподіл енергії в організмі та частці внутрішнього жиру у тілі. Так у риб дослідних груп цей показник був нижчим за аналогічний показник контролю на 0,05–0,12 %. Проте ця різниця була статистично не вірогідною.

Отже, проведені дослідження засвідчують, що комбікорми у складі яких замінили рибне борошно на ферментований соєвий шрот у кількості 10–36 % не впливають на відносні показники морфологічного складу тіла молоді кларієвого сома.

Безсумнівно годівля є основним фактором, що впливає на якість продукції. Продукти, які ми споживаємо, мають бути повноцінними та безпечними для

здоров'я людини і мати високу харчову цінність. Один із найважливіших показників якості – хімічний склад.

Філе кларієвого сома – цінний харчовий продукт, який широко використовують у кулінарії, адже воно не містить великих кісток, що проходять уздовж хребців. Хімічний склад м'язової тканини молоді кларієвого сома, за використання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту, наведено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16

Хімічний склад м'язової тканини молоді кларієвого сома, % (n=10)

Показник	Група					
	1	2	3	4	5	6
Волога	77,79± 0,120	77,71± 0,120	77,56± 0,092	77,60± 0,108	77,69± 0,098	77,57± 0,136
Органічна речовина	21,03± 0,126	21,10± 0,114	21,25± 0,092	21,20± 0,108	21,12± 0,104	21,25± 0,142
Сирий протеїн	17,20± 0,035	17,21± 0,035	17,24± 0,025	17,26± 0,044	17,28± 0,032	17,29± 0,038
Сирий жир	2,84± 0,016	2,86± 0,022	2,87± 0,016	2,86± 0,016	2,85± 0,013	2,85± 0,016
Сира зола	1,18± 0,009	1,19± 0,009	1,19± 0,019	1,20± 0,022	1,19± 0,013	1,18± 0,016
БЕР	0,99± 0,149	1,03± 0,142	1,11± 0,098	1,06± 0,089	1,02± 0,114	1,11± 0,145

Аналіз хімічного складу м'язової тканини кларієвого сома показав, що вміст води у ньому коливався в межах від 77,56 % до 77,79 %. Порівнюючи вміст води у м'язовій тканині, за згодовування комбікормів з ферментованим соєвим шротом, виявили незначну і статистично невірогідну міжгрупову різницю.

Аналогічна закономірність була і за вмістом органічної речовини. Величина цього показника була вищою у м'язах риб 2–6 дослідних груп відповідно на 0,07–0,22 % порівняно з контролем, проте різниця була статистично незначущою.

За вмістом протеїну, який підвищує біологічну цінність філе, показник був найвищий у риби 6 дослідної групи на 0,09 %, порівняно з контролем. Величина цього показника була вищою за контроль у м'язах кларієвого сома 3–5 дослідних груп відповідно на 0,04 %, 0,06 % та 0,08 %, а у риб 2 дослідної групи величина цього показника випереджала аналогів контрольної групи та становила 17,21 %.

Харчова цінність філе значною мірою залежить від вмісту у ньому жиру. Він підвищує біологічну цінність і надає продукту приємного смаку. За вмістом жиру у м'язовій тканині риб дослідних груп, порівняно контролем, суттєвої різниці не виявлено. Величина цього показника була вищою за контроль у 2–4 дослідних групах на 0,02–0,03 %, водночас 5 та 6 дослідні групи переважали аналогів контрольної групи на 0,01 %, проте статично вірогідної різниці не спостерігалось.

За вмістом золи у м'язах риб контрольної та дослідних груп суттєвої різниці не виявлено. У м'язах риб 6 дослідної групи цей показник не відрізнявся від контролю, у 2, 3 та 5 дослідних групах – був вищим на 0,01 %, а в 4 дослідній групі – вищим на 0,02 %.

Вміст безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) коливався у межах від 0,99–1,11 %. Найвищий показник вмісту БЕР у м'язах був у риб 3 та 6 дослідної групи – 1,11 %. Показник був вищим за контроль на 0,12 %. У риб 2, 4, і 5 груп вміст БЕР у м'язах був вищим за контроль відповідно на 0,04 %, 0,07 %, і 0,03 %, проте різниця не була статистично значущою.

Отже, аналіз морфологічного складу тіла та хімічного складу м'язової тканини молоді кларієвого сома за часткової або повної заміни у складі комбікормів рибного борошна на ферментований соєвий шрот у кількості 10–36 % вказує на відсутність негативного впливу на морфологічний та хімічний склад тіла кларієвого сома.

3.2.5. Гематологічні показники

Кров, як внутрішнє середовище, не завжди має постійний склад, вона змінюється під впливом цілого ряду факторів. Для оцінки функціонального стану організму кларієвого сома за згодовування у складі комбікормів різного вмісту ферментованого соєвого шроту визначали найбільш важливі гематологічні показники, які наведено в таблиці 3.17.

З даних таблиці видно, що часткова або повна заміна рибного борошна у складі комбікормів кларієвого сома призвела до підвищення вмісту гемоглобіну. Це свідчить про високу інтенсивність обмінних процесів у органах і тканинах риби. Так у молоді кларієвого сома 2 дослідної групи цей показник був більшим на 0,30 г/л або 0,26 %, 3 – 0,90 г/л або 0,77 %, 4 – 1,30 г/л або 1,12 %, 5 – 1,90 г/л або 1,63 % та 6 – на 2,00 г/л або 1,71 % порівняно з аналогічним показником контрольної групи, проте різниця не була статистично значущою.

Таблиця 3.17

Гематологічні показники молоді кларієвого сома, (n=10)

Показник	Група					
	1	2	3	4	5	6
Гемоглобін, г/л	116,90± 5,781	117,20± 3,039	117,80± 3,637	118,20± 2,846	118,80± 3,441	118,90± 3,194
ШОЕ, мм/год	1,50± 0,158	1,50± 0,158	1,70± 0,145	1,60± 0,253	1,40± 0,209	1,70± 0,202
Еритроцити, Т/л	3,33± 0,288	3,46± 0,212	3,53± 0,206	3,61± 0,237	3,61± 0,323	3,63± 0,304
Лейкоцити, Г/л	13,10± 0,686	13,55± 0,680	13,61± 0,566	13,47± 0,468	13,39± 0,582	13,38± 0,525
Лейкограма, %						
Сегментоядерні	30,40± 0,838	29,50± 0,496	29,60± 0,512	29,80± 0,705	29,60± 0,993	29,50± 0,683
Паличкоядерні	1,60± 0,330	1,80± 0,237	1,80± 0,237	1,80± 0,237	1,90± 0,221	1,70± 0,202
Еозінофіли	1,90± 0,221	1,60± 0,323	1,80± 0,237	1,90± 0,221	2,00± 0,243	1,90± 0,262
Лімфоцити	63,40± 0,724	64,80± 0,613	64,40± 0,838	64,30± 0,617	64,50± 0,791	64,10± 0,933
Моноцити	2,70± 0,247	2,50± 0,405	2,70± 0,285	2,40± 0,253	2,30± 0,402	2,80± 0,370

Для діагностики захворювань велике значення має швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), яка залежить насамперед від властивостей білків плазми та заряду мембрани еритроцитів. За показником ШОЕ різниця між молоддю контролю і дослідними аналогами була незначною. Цей показник у риб 3 та 6 дослідних груп перевищував контрольний на 13,33 %, 4 – 6,67 %, 5 – був нижчим на 6,67 %, проте різниця була статистично не вірогідною.

Відмічено збільшення вмісту еритроцитів. Цей показник у молоді 2 дослідної групи був вищим на 4,22 %, 3 – 6,33 %, 4 та 5 – 8,73 %, 6 – 9,34 % порівняно з аналогами контрольної групи, проте різниця була статистично не вірогідною.

Зміна кількості лейкоцитів у крові піддослідної молоді кларієвого сома не була суттєвою, у риб 2 дослідної групи цей показник був вищим на 3,44 %, 3 – 3,89 %, 4 – 2,82 % та 5 – на 2,21 % порівняно з аналогами контрольної групи. У молоді 6 дослідної групи, за повної заміни у складі комбікорму рибного борошна на ферментований соєвий шрот у кількості 36 %, кількість лейкоцитів збільшилася на 2,14 % порівняно з контрольним показником. Міжгрупова різниця була статистично не вірогідною, тому стверджувати, що згодовування комбікормів стимулює еритропоез чи лейкопоез не можна. Проте тенденція до зміни зазначених показників у молоді дослідних груп мала місце.

Отже, кількість еритроцитів та лейкоцитів знаходилась у межах фізіологічної норми, а згодовування ферментованого соєвого шроту у складі комбікормів не впливало на показники росту та розвитку кларієвого сома.

Під час визначення лейкограми риб, увага приділяється диференціації клітин мієлоїдного ряду: мієлобласти, промієлоцити, метамієлоцити, паличкоядерні та сегментоядерні гранулоцити (нейтрофіли, псевдоеозинофіли, псевдобазофіли, еозинофіли і базофіли). Агранулоцити у риб представлені лімфоцитами і моноцитами.

Аналізуючи показники лейкоцитарної формули, було виявлено, що у крові молоді кларієвого сома дослідних груп за згодовування комбікормів з різним

вмістом ферментованого соєвого шроту кількість сегменто- та паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів варіювала порівняно з аналогічними показниками контрольної групи. Так вміст сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів у молоді кларієвого сома 2 дослідної групи був нижчим на 0,90 %, 3 – 0,80 %, 4 – 0,60 % та 5 – на 0,80 % порівняно з аналогічним показником контрольної групи. У риб 6 групи цей показник був нижчим на 0,90 %, проте різниця була статистично незначущою.

Кількість еозинофілів також збільшувалась у молоді кларієвого сома 5 дослідної групи на 0,1 %, у 2 та 3 – зменшувалась на 0,3 та 0,1 % порівняно з особинами контрольної групи. Вміст паличкоядерних клітин у 2–6 дослідних групах були вищими на 0,10–0,30 %, порівняно з контролем, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту рибами 2–6 дослідних груп спричинило збільшення кількості лімфоцитів порівняно з контрольною групою риб відповідно на 0,7,0–1,40 %, однак різниця є статистично незначущою. Моноцити у крові переважали за кількістю у молоді піддослідних риб 6 групи, які споживали комбікорми з вмістом ферментованого соєвого шроту на рівні 36 %, на 0,10 % порівняно з рибами, що споживали комбікорм з рибним борошном. На нашу думку, досліджуваний фактор не впливав негативно на ріст, розвиток та стан внутрішнього середовища риб, про що і свідчать діагностичні показники.

Крім морфологічного нами був визначений і біохімічний склад крові молоді кларієвого сома, що характеризує інтенсивність обміну речовин та стан внутрішнього середовища піддослідної риби (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Біохімічний склад крові молоді кларієвого сома, (n=10)

Показник	Група					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
Загальний білок, г/л	32,68± 1,347	33,97± 0,930	34,16± 0,999	34,65± 1,063	34,86± 1,404	34,88± 1,142

1	2	3	4	5	6	7
Альбуміни, г/л	11,04± 0,604	11,57± 0,702	11,64± 0,607	12,05± 1,009	12,31± 0,544	12,55± 0,661
Креатинін, мкмоль/л	30,00± 1,986	28,00± 0,813	27,20± 0,904	26,80± 0,927	25,70± 0,958	26,20± 0,958
АЛТ, МО/л	22,30± 1,319	21,80± 1,075	22,30± 1,249	23,00± 0,971	21,80± 1,319	22,20± 0,677
АСТ, МО/л	306,20± 6,046	313,70± 4,898	312,20± 5,980	314,20± 3,567	319,60± 5,515	318,50± 3,507
Холестерин, ммоль/л	5,59± 0,285	4,89± 0,247	5,28± 0,247	5,10± 0,231	4,97± 0,199	5,24± 0,177
Глюкоза, ммоль/л	5,20± 0,164	5,25± 0,171	5,50± 0,168	5,51± 0,174	5,56± 0,133	5,59± 0,212
Лужна фосфатаза, МО/л	11,14± 0,462	11,44± 0,430	11,77± 0,398	11,03± 0,398	11,30± 0,402	11,62± 0,357

Одним із вагомих показників обміну речовин у риб є вміст загального білка у сироватці крові. Комбікорми з різним вмістом ферментованого соєвого шроту сприяли підвищенню концентрації загального білка у сироватці крові кларієвого сома 2 дослідної групи на 1,29 г/л або 3,95 %, 3 – 1,48 або 4,53 %, 4 – 1,97 або 6,03 %, 5 – 2,18 або 6,67% і 6 – на 2,20 г/л або 6,73 %.

Щодо фракційного складу білка, то спостерігалась тенденція до збільшення фракції альбумінів у сироватці крові кларієвого сома усіх дослідних груп порівняно з контролем на 4,80–13,68 %, що відповідає достатньому рівню білкового живлення риб.

Окрім білків у крові утримується значна кількість речовин, які містять Нітроген. До них належить і креатинін, показник якого також залежить від забезпеченості раціонів протеїном. Згодовування комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту молоді кларієвого сома 2–6 дослідних груп зумовлювало зменшення цього показника порівняно з контролем на 6,67–14,33 %, однак така різниця не була статистично вірогідною.

Аспарагінова (АсАТ) та аланінова трансферази (АлАТ) локалізуються у клітинах більшості органів та систем та переносять аміногрупи. Використання

у годівлі дослідної молоді кларієвого сома комбікормів з ферментованим соєвим шротом сприяє підвищенню активності аспартатамінотрансферази у межах 6,00–13,40 МО/л.

Активність аланінамінотрансферази дещо знизилася у молоді 2, 5 та 6 груп порівняно з контрольним показником у межах 0,10–0,50 МО/л, а у молоді 4 дослідної групи навпаки – зросла на 0,7 МО/л. Проте слід зазначити, що розглянуті ферменти виступають маркерами інтенсивності білкового обміну в організмі, тому їх зміну загалом можна розцінювати, як підвищення інтенсивності метаболічних процесів у організмі кларієвого сома.

Аналізуючи вміст холестерину, як показника ліпідного обміну, встановлено, що у крові риб дослідних груп він був дещо нижчим, порівняно з контролем. Так вміст холестерину у молоді 2 дослідної групи був нижчим на 0,70 ммоль/л, 3 – 0,09 ммоль/л, 4 – 0,49 ммоль/л, 5 – 0,62 ммоль/л і 6 – на 0,35 ммоль/л порівняно з аналогічним показником контрольної групи, проте різниця була статистично незначущою.

Глюкоза є головним джерелом енергії в організмі, тому більше половини усіх внутрішніх хімічних реакцій і процесів відбуваються за її безпосередньої участі. Згодовування комбікормів з ферментованим соєвим шротом сприяло незначному підвищенню вмісту глюкози у сироватці крові кларієвого сома. Слід відзначити, що вміст глюкози в сироватці крові був найвищим у молоді 5 та 6 дослідних груп і становив відповідно 5,56 ммоль/л та 5,59 ммоль/л, що вище контролю відповідно на 6,92 % і 7,50 %. Різниця за цим показником не була статистично вірогідною.

Активність лужної фосфатази у крові риб дослідних груп зросла порівняно з аналогічним показником контрольної групи на 0,30–0,63 од/л або 2,69–5,66 %. Така різниця свідчить, що із зростанням продуктивності загальний метаболічний рівень у організмі риб також зростає.

Отже, проведені дослідження крові свідчать про наявність позитивного впливу комбікормів з умістом ферментованого соєвого шроту у кількості 10–36 % на метаболічну активність у організмі молоді кларієвого сома.

3.3. Ефективність використання ферментованого соєвого шроту у годівлі за вирощування товарного сома

3.3.1. Характеристика годівлі риби

Науково-господарський дослід проводили з метою вивчення можливості заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом та встановлення ефективних рівнів введення у комбікорми кларієвого сома, що вирощується до товарної маси, які б забезпечували високі показники росту і розвитку.

Рецепти досліджуваних комбікормів для кларієвого сома, що вирощується до товарної маси наведено у таблиці 3.19. Риба контрольної групи отримувала комбікорм із вмістом рибного борошна 36 %, а 2 – з частковою заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот у кількості 25 %. Рибі 3 дослідної групи повністю замінили 36 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом.

Таблиця 3.19

Рецепт повнораціонних комбікормів для кларієвого сома, %

Компонент	Група		
	1	2	3
Рибне борошно (СП 71 %)	36,00	11,00	–
Ферментований соєвий шрот	–	25,00	36,00
М'ясокісткове борошно (СП 65 %)	9,33	21,94	2,37
Кров'яне борошно (СП 90 %)	–	–	17,68
Пшениця	31,05	17,92	21,02
Висівки пшеничні	7,00	4,73	–
Риб'ячий жир	3,00	3,00	3,00
Соєва олія	5,31	5,32	7,80
Лізін хлорид 78,5 %	2,71	3,12	2,27
DL-Метіонін	2,36	2,61	2,78
L-Триптофан	2,18	2,20	2,05
L-Треонін	0,61	0,69	0,57
Вапняк (Са 36 %)	0,21	2,23	3,48
Монокальційфосфат	–	–	0,74
Премікс*	0,24	0,24	0,24
Усього	100,00	100,00	100,00

Примітка. *Склад преміксу дивитись у додатку Б

Заміна рибного борошна і введення до комбікормів для кларієвого сома ферментованого соєвого шроту не викликали істотних змін у поживності (табл. 3.20).

Таблиця 3.20

Хімічний склад комбікормів для кларієвого сома, %

Показник	Група		
	1	2	3
ОЕ, МДж/кг	15,61	15,69	15,73
Сирий протеїн	42,00	42,00	42,00
Сирий жир	12,00	12,00	12,00
Сира клітковина	2,58	2,06	1,70
Кальцій	1,50	1,50	1,50
Фосфор	1,05	0,65	0,50
Метіонін	3,20	3,20	3,20
Лізін	4,50	4,50	4,50
Триптофан	2,50	2,50	2,50
Треонін	2,00	2,00	2,00

Комбікорми були збалансованими за усіма показниками поживності відповідно до норм росту і розвитку, рекомендованих ФАО [84].

Поживність комбікормів для усіх піддослідних груп кларієвого сома була подібною, що дає можливість чітко охарактеризувати ріст і розвиток риби за досліджуваним фактором. Комбікорми були збалансовані не лише за сирим протеїном, а й за жирами і вуглеводами, що забезпечувало азотзберігаючий ефект. Крім того, самі процеси синтезу білка та росту в організмі потребують значної кількості енергії.

Енергетична поживність комбікормів піддослідних груп становила 15,61–15,73 МДж обмінної енергії, вміст сирого протеїну – 42 %, сирого жиру – 12 %, сирі клітковини – 1,70–2,58 %. Змін у поведінці, апетиті, випорожненні та прояви канібалізму у кларієвого сома під час досліду не було помічено.

3.3.2. Ваговий ріст

Одним з основних показників, за яким можна оцінювати ріст і розвиток риби та доцільність використання кормової добавки є її маса тіла.

Згідно зі схемою проведення дослідження масу тіла кларієвого сома визначали кожних 14 діб упродовж усього досліду (табл. 3.21).

На початку досліду риба мала подібну масу тіла. На 14 добу досліду суттєвих змін у рості кларієвого сома не відмічено, коливання показників маси тіла не перевищували 0,31 %, а міжгрупова різниця не була статистично значущою.

На 28 добу маса тіла піддослідних риб коливалася в межах 0,23 %, одержана різниця у цей період була невірогідною.

Таблиця 3.21

Маса тіла кларієвого сома за вирощування до товарної маси, г (n=100)

Період досліду, діб	Група		
	1	2	3
1	352,06±0,508	351,87±0,640	352,42±0,594
14	421,31±1,174	422,08±1,108	422,63±1,061
28	545,50±1,002	546,28±1,036	546,76±0,934
42	710,62±1,568	712,68±1,562	713,99±1,620
56	853,58±2,019	857,26±1,550	858,80±1,647*
70	980,78±3,103	990,12±3,515*	991,68±2,849*
84	1103,09±3,003	1112,86±3,011*	1115,16±2,708**

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

Більш істотні зміни маси тіла кларієвого сома відмічено на 42 добу досліду. Так риби 2 дослідної групи, які споживали комбікорм із вмістом ферментованого соєвого шроту 25 %, перевищували масу риб контрольної групи лише на 0,29 %. Більша перевага, а саме 0,47 %, була у риб 3 дослідної групи, у раціоні яких повністю замінили рибне борошно на ферментований соєвий шрот. У кларієвого сома цієї групи спостерігалася чітка тенденція до збільшення маси тіла.

Середня маса тіла кларієвого сома 3 дослідної групи на 56 добу досліду перевищувала показник контрольної групи на 5,22 г або 0,61 % ($p \leq 0,05$).

На 70 добу досліду маса тіла кларієвого сома 2 дослідної групи перевищувала показник контролю на 9,34 г або 0,95 % ($p \leq 0,05$). Маса тіла риб 3 дослідної групи перевищувала контроль на 10,9 г або 1,1 % ($p \leq 0,05$).

Зважування риб на 84 добу досліду показало вищу масу тіла кларієвого сома 2 дослідної групи, що перевищувала масу контрольних аналогів на 9,77 г або 0,89 % ($p \leq 0,05$). Маса риби 3 дослідної групи перевищувала контроль на 12,07 г або 1,09 % ($p \leq 0,01$).

Відповідно до змін маси тіла піддослідного кларієвого сома, з віком та за впливу різних рівнів досліджуваного фактора, змінювався і їх абсолютний приріст (табл. 3.22).

Таблиця 3.22

Абсолютний приріст маси тіла кларієвого сома за вирощування до товарної маси, г (n=100)

Період досліджу, діб	Група		
	1	2	3
1–14	69,18±0,690	70,21±0,531	70,22±0,493
15–28	124,19±0,245	123,98±0,182	123,91±0,266
29–42	165,12±0,603	166,39±0,586	167,03±0,748*
43–56	142,65±0,565	144,58±0,441**	144,81±0,182***
57–70	127,20±1,373	132,87±2,055*	132,53±1,426**
71–84	122,31±1,243	121,65±1,068	123,49±0,386
Увесь період	750,87±2,510	760,77±2,416**	762,45±2,165***

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою

З даних таблиці 3.22 видно, що у період з 1 до 14 доби абсолютний приріст маси тіла кларієвого сома 2 і 3 дослідних груп за споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту відрізнявся від риб контролю та був більший відповідно на 1,48 і 1,50 %.

У наступний дослідний період (15–28 доба) контрольна група мала незначну перевагу за абсолютним приростом маси тіла над 2 і 3 дослідними групами, що становила відповідно 0,17 і 0,23 %, проте міжгрупова різниця не була статистично значущою.

На 42 добу досліджень відмічали перевагу за абсолютним приростом маси тіла у риб 3 дослідної групи, які споживали комбікорм з вмістом 36 % ферментованого соєвого шроту. Різниця у порівнянні з контролем становила

1,91 г або 1,16 % ($p \leq 0,05$). Слід зазначити, що 2 група випереджала контроль за цим показником на 1,27 г або 0,77 %, хоча статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

У період з 43 по 56 добу спостерігалось вірогідне збільшення абсолютного приросту у риб 2 і 3 дослідних груп. Перевага над аналогами контрольної групи становила відповідно 1,93 г або 1,35 % ($p \leq 0,01$) і 2,16 г або 1,51 % ($p \leq 0,001$).

Впродовж наступного періоду вирощування (57–70 доба) спостерігалось вірогідне збільшення абсолютного приросту у кларієвого сома усіх дослідних груп. Перевага над аналогами контролю становила у риб 2 дослідної групи 5,67 г або 4,46 % ($p \leq 0,05$), а у 3 – 5,33 г або 4,19 % ($p \leq 0,01$).

У період з 71 до 84 доби абсолютний приріст маси тіла кларієвого сома дослідних груп за споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту мало відрізнявся від риб контролю.

За весь період вирощування кларієвий сом мав високі показники росту та розвитку. За весь період досліду риба всіх дослідних груп за абсолютним приростом маси тіла перевищувала контрольний показник: 2-ї групи – на 9,9 г або 1,32 % ($p \leq 0,01$), 3 – 11,58 г або 1,54 % ($p \leq 0,01$). З наведених даних видно, що найбільший абсолютний приріст за весь період досліду мала риба 3 дослідної групи, що споживала комбікорм із повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот. Показник перевищував контрольний на 1,54 % ($p \leq 0,001$).

Поряд з абсолютним не менш важливим показником, який характеризує ріст тварин, є середньодобовий приріст маси тіла (табл. 3.23).

Таблиця 3.23

Середньодобовий приріст маси тіла кларієвого сома за вирощування до товарної маси, г (n=100)

Період досліду, діб	Група		
	1	2	3
1	2	3	4
1–14	4,94±0,049	5,01±0,038	5,02±0,035
15–28	8,87±0,017	8,86±0,013	8,85±0,019

1	2	3	4
29–42	11,79±0,043	11,89±0,042	11,93±0,054*
43–56	10,19±0,040	10,33±0,031**	10,34±0,013***
57–70	9,09±0,098	9,49±0,147*	9,47±0,102**
71–84	8,74±0,089	8,69±0,076	8,82±0,027
Увесь період	8,94±0,030	9,06±0,028**	9,08±0,025***

Примітка. * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою

У період з 1 по 14 добу дослід у середньодобовий приріст маси риб 2 та 3 дослідних груп був вищим ніж у контролі відповідно на 1,41 та 1,61 %.

У наступний дослідний період (15–28 доба) контрольна група мала незначну перевагу за середньодобовим приростом над дослідними на 0,11–0,22 %, проте міжгрупова різниця не була статистично значущою.

У наступні періоди кларієвий сом 2 та 3 груп мав статистичну перевагу за середньодобовим приростом маси тіла над аналогами контрольної групи – на 29–42 добу – відповідно на 0,1 г або 0,85 % і 0,14 г або 1,19 % ($p \leq 0,05$) та на 43–56 добу – відповідно на 0,14 г або 1,37 % ($p \leq 0,01$) і 0,15 г або 1,47 % ($p \leq 0,001$).

Впродовж подальшого періоду вирощування (57–70 доба) спостерігалось вірогідне збільшення середньодобового приросту у кларієвого сома усіх дослідних груп. Перевага над аналогами контрольної групи становила у 2 дослідної групи 0,4 г або 4,4 % ($p \leq 0,05$) та у 3 – 0,38 г або 4,2 % ($p \leq 0,01$).

У період з 71–84 добу абсолютний приріст живої маси кларієвого сома дослідних груп за споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту мало відрізнявся від групи контролю.

Аналіз даних таблиці 3.23 дає підстави стверджувати, що за середньодобовим приростом маси тіла кларієвий сом 2 і 3 дослідних груп переважав риб контрольної групи за весь період дослід відповідно на 0,12 г або 1,34 % ($p \leq 0,01$) і 0,14 г або 1,57 % ($p \leq 0,001$).

Отже, середньодобові прирости маси тіла у кларієвого сома 3 дослідної групи були найвищими. Найбільшу перевагу риба цієї групи мала у період з 57 по 70 добу.

Інтенсивність росту кларієвого сома, що вирощувався до товарної маси, також оцінювали за відносним приростом маси тіла (табл. 3.24). Риба 2 і 3 дослідних груп, що споживали комбікорми із ферментованим соєвим шротом, переважала контрольних аналогів за відносним приростом маси тіла вже на початку досліді. На 14 день перевага складала відповідно 0,26 і 0,24 %.

Таблиця 3.24

**Відносний приріст маси тіла кларієвого сома
за вирощування до товарної маси, % (n=100)**

Період досліді, діб	Група		
	1	2	3
1–14	17,86±3,849	18,12±3,852	18,10±3,850
15–28	25,71±4,392	25,61±4,387	25,57±4,385
29–42	26,28±4,424	26,43±4,432	26,48±4,457
43–56	18,23±3,900	18,43±3,897	18,42±3,916
57–70	13,85±3,489	14,34±3,522	14,30±3,554
71–84	11,67±3,260	11,59±3,234	11,73±3,267
Увесь період	103,17±1,827	103,85±2,020	103,87±2,036

У наступний період (15–28 доба) відносний приріст у риб 2 дослідної групи був нижчим за контроль на 0,1 %, а 3-ї – на 0,14 %.

На 29–42 добу досліді показники відносного приросту маси тіла кларієвого сома 2 і 3 дослідних груп перевищили контроль відповідно на 0,15 і 0,20 %.

Впродовж наступного періоду (43–56 доба) риба 2 та 3 дослідних груп мала перевагу за відносним приростом маси тіла над аналогами контрольної групи відповідно на 0,20 і 0,19 %.

Проте найвищі показники спостерігалися впродовж періоду з 57 до 70 добу у риб дослідних груп. Перевага над аналогами контролю складала 0,45–0,49 %.

У період досліду з 71 по 84 добу відносний приріст маси тіла риб 2 дослідної групи був нижчим за контроль на 0,08 %, а 3 група перевершувала контроль на 0,06 %.

За весь період досліду показники відносного приросту маси тіла кларієвого сома 2 та 3 дослідних груп перевищили контроль відповідно на 0,68 і 0,70 %, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

3.3.3. Витрати корму та збереженість

Дані таблиці 3.25 свідчать про те, що часткова або повна заміна у складі комбікормів кларієвого сома рибного борошна на ферментований соєвий шрот не впливав на збереженість риб.

Таблиця 3.25

Збереженість поголів'я кларієвого сома за вирощування до товарної маси, % (n=100)

Період досліду, діб	Група		
	1	2	3
1	100	100	100
2–7	100	100	100
8–14	99	100	100
15–21	99	100	99
22–28	99	99	99
29–35	99	99	98
36–42	99	99	98
43–49	99	99	98
50–56	98	99	98
57–63	98	99	97
64–70	98	99	97
71–77	98	98	97
78–84	98	98	97

До 7 доби досліду виживання риби за умов дослідження було 100 %. У період з 8 до 28 доби досліду збереженість кларієвого сома була в межах 99–100 %. За період впливу досліджуваного фактора 29 по 56 добу збереженість склала 98–99 %. Починаючи з 57 по 77 добу досліду, цей показник у контрольній та дослідних групах коливався у межах 98–97 %. На кінець досліду у період

з 78 по 84 добу смертності риби не спостерігалось – збереженість коливалась у межах 97–99 %. Високий показник збереженості свідчить про створення усіх необхідних умов для росту і розвитку.

Важливим критерієм оцінки ефективності вирощування риби є показник витрат кормів. Отримання максимальної кількості продукції на одиницю поживності корму і вказує на результативність цього показника. Витрата корму напряму залежать від віку, маси і продуктивності риби, а також від рівня годівлі, збалансованості раціонів та умов утримання.

На початок дослідження добова даванка корму становила 1,65 % від загальної маси тіла риб. Починаючи з 14 дня дослідження, добова даванка корму збільшилася до 2,35 %, а на 28 добу – до 2,40 % маси риб. На період дослідження з 42 по 56 добу даванка корму знизилася до 1,60 %, з 56 по 70 добу – 1,00 %, з 77 по 84 – до 0,80 % від загальної маси риб.

З метою встановлення витрат кормів на одиницю приросту маси було розраховано кормові коефіцієнти комбікорму у 84-добовий період дослідження (табл. 3.26).

Таблиця 3.26

**Кормовий коефіцієнт дослідних комбікормів
за вирощування кларієвого сома до товарної маси**

Період дослідження	Група		
	1	2	3
14	1,27	1,17	1,17
28	1,13	1,17	1,17
42	1,11	1,11	1,15
56	1,18	1,09	1,10
70	1,06	1,01	1,10
84	0,97	1,05	0,97
1-84	1,11	1,09	1,11

З даних таблиці 3.26 видно, що на 14 добу дослідження кормовий коефіцієнт комбікорму з частковою (25 %) або повною (36 %) заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот знизився на 7,87 % порівняно з контрольним показником.

У наступний період досліду (на 28 добу) кормовий коефіцієнт комбікорму у дослідних групах зріс на 3,54 %.

На 42 добу досліду найвищим (1,15) був кормовий коефіцієнт комбікорму із максимальним вмістом ферментованого соєвого шроту.

У наступний період кормовий коефіцієнт комбікормів, що споживали риби дослідних груп, був нижчим за контроль на 6,78–7,63 %. На 70 добу досліду кормовий коефіцієнт комбікорму у риб 2 групи був нижчим за контроль на 4,72 %. У риб 3 групи цей показник зріс на 3,77%, порівнюючи з контролем.

На 84 добу досліду кормовий коефіцієнт комбікорму у риб контролю та 3 групи був однаковим, а 2 групи – вищим на 8,25 %.

За весь період досліду кормовий коефіцієнт комбікормів контрольної та 3 групи був однаковим, а 2 – нижчим на 1,80 %.

3.2.4. Морфологічний та хімічний склад тіла риб

У процесі тестування нових кормів важливо аналізувати їх вплив на якість виробництва. З цією метою було проведено дослідження морфологічного складу тіла риб (табл. 3.27).

Таблиця 3.27

Морфологічний склад тіла кларієвого сома за вирощування до товарної маси, г (n=10)

Параметр	Група		
	1	2	3
1	2	3	4
Маса риби	1104,35±1,21	1108,32±0,626*	1109,17±0,351**
Патрана з головою	976,21±1,793	982,62±1,341*	983,88±1,148**
Голова	253,24±1,445	254,09±1,537	254,41±1,360
Тушка	687,26±1,730	692,65±1,382*	694,45±1,192**
М'язова тканина	470,85±1,667	476,03±1,591*	477,39±1,021**
Шкіра	78,36±0,474	78,85±0,465	79,01±0,487
Кістки	134,57±0,876	135,74±0,832	135,68±1,091
Серце	9,51±0,149	9,64±0,111	9,46±0,133
Печінка	14,66±0,234	14,43±0,209	14,22±0,206
Шлунок	10,67±0,237	11,01±0,206	10,86±0,161

1	2	3	4
Кишечник	2,88±0,060	2,95±0,054	2,91±0,057
Внутрішній жир	36,28±0,294	36,69±0,234	36,43±0,171

Примітка. * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою

Аналіз результатів показав, що комбікорми з різним вмістом ферментованого соєвого шроту мали незначний вплив на морфологічний склад тіла кларієвого сома. Маса тіла риби, яка була проаналізована, відповідає середнім показникам у групі. Маса кларієвого сома в другій групі перевищувала контроль на 3,97 г або 0,36 % ($p \leq 0,05$), а в третій групі – на 4,82 г або 0,43 % ($p \leq 0,01$).

Аналоги риби з другої групи переважали за масою над патраною рибою з головою контрольної групи, показник був вищим на 6,41 г або 0,66 % ($p \leq 0,05$), а риба з третьої групи переважала контроль на 7,67 г або 0,79 % ($p \leq 0,01$). Маса голови риби контрольної групи також поступалася в масі аналогам дослідних груп. Величина цього показника у риби з другої дослідної групи була більшою на 0,85 г або 0,34 %, а у риби з третьої групи – на 1,17 г або 0,46 %, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Маса тушки кларієвого сома другої групи перевищувала відповідний показник контрольної групи на 5,39 г або 0,78 % ($p \leq 0,05$), а з третьої групи – на 7,19 г або 1,05 % ($p \leq 0,01$).

Один з ключових показників якості туші риби – це стан м'язової тканини. У випадку кларієвого сома з другої і третьої груп цей показник перевищував відповідні значення контрольних аналогів відповідно на 5,18 г або 1,10 % ($p \leq 0,05$) і 6,54 г або 1,39 % ($p \leq 0,01$).

Маса шкіри риб 2 та 3 піддослідних груп переважали показники контрольної групи відповідно на 0,49 г або 0,63 % та 0,65 г або 0,83 %, проте різниця була статистично не вірогідною.

Важливим параметром під час оцінки росту риб є маса їх кісток, яка вказує на ефективність годівлі та активний розвиток. У кларієвого сома з другої

та третьої піддослідних груп цей показник був вищим за відповідні значення контрольних аналогів відповідно на 1,17 г або 0,87 % і 1,11 г або 0,82 %. Однак ці відмінності не досягли статистичної значущості.

Серце риб є важливим органом кровоносної системи, проте має відносно малу масу щодо маси тіла. У кларієвого сома 2 і 3 дослідних груп, яким згодовували комбікорм з частковою та повною заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом, середній показник маси серця був нижчий за контроль (у 3 дослідній групі на 0,53 %), водночас цей показник у 2 дослідній групі був більшим на 1,37 % за контроль, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Функціонування організму, його потреби у енергії, пластичних матеріалах та необхідних елементах для підтримки внутрішнього середовища, забезпечується за допомогою травної системи. Тому розвиток органів травлення є надзвичайно важливим аспектом у дослідженні нових кормів. Виявлено, що маса печінки у риби з другої та третьої дослідних груп була відповідно на 1,57 та 3,00 % нижчою ніж у контрольній групі. Це свідчить про нормальний хід процесів у травному каналі риб та відсутність негативного впливу досліджуваного фактора.

За годівлі кларієвих сомів комбікормами з різним вмістом ферментованого соєвого шроту маса шлунка дещо відрізнялась у дослідних риб у порівнянні з контролем. У риб з другої та третьої дослідних груп спостерігалась тенденція до незначного збільшення маси шлунка порівняно з контрольною групою, відповідно на 0,34 г або 3,1 % і 0,19 г або 1,78 %. Маса кишечника також незначно зросла, так в другій дослідній групі маса кишечника була більшою на 0,07 г або 2,43 %, а в третій – на 0,03 г або 1,04 %, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

Показник внутрішнього жиру може бути індикатором калорійності комбікормів, які використовувалися у годівлі кларієвого сома. У риб з другої та третьої дослідних груп цей показник коливався в межах 36,43–36,69 г і перевищував показники контролю відповідно на 0,41 г або 1,13 % і 0,15 г або

0,41 %. Це свідчить про ефективність годівлі риб у період їх росту. Проте різниця між групами була статистично невірогідна.

Отже, результати аналізу структури тіла кларієвого сома підтверджують, що використання комбікормів з частковою або повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот має позитивний вплив на продуктивність риби.

Відносні показники розмірно-масових характеристик кларієвого сома дозволяють зробити важливі господарські висновки про ріст і розвиток риб та ефективність використання комбікормів з ферментованим соєвим шротом (табл. 3.28).

Таблиця 3.28

Відносні показники розмірно-масових характеристик кларієвого сома за вирощування до товарної маси, % (n=10)

Параметр	Група		
	1	2	3
Патрана з головою	88,40±10,126	88,66±10,027	88,70±10,012
Голова	22,93±13,294	22,93±13,294	22,94±13,296
Тушка	62,23±15,331	62,50±15,309	62,61±15,300
М'язова тканина	42,64±15,639	42,95±15,653	43,03±15,657
Шкіра	7,10±8,122	7,11±8,127	7,12±8,132
Кістки	12,19±10,346	12,25±10,368	12,23±10,361
Серце	0,86±2,920	0,87±2,93	0,85±2,903
Печінка	1,33±3,623	1,30±3,582	1,28±3,555
Шлунок	0,97±3,099	0,99±3,131	0,98±3,115
Кишечник	0,26±1,610	0,27±1,641	0,26±1,610
Внутрішній жир	3,29±5,641	3,31±5,657	3,28±5,632

Як видно з даних таблиці 3.28 відношення маси патраної риби з головою до маси тіла у дослідних групах було вищим за контроль на 0,26 та 0,30 %.

Відносна маса голови другої дослідної групи була однаковою з контролем, водночас відносна маса голови третьої групи була вищою за контроль на 0,01 %. Це пояснюється тим, що риба росте упродовж усього життя нерівномірно, проте чим більш повноцінна годівля та комфортні умови існування, тим тулуб риб у молодому віці розвивається краще.

Показник відношення маси тушки до маси тіла у кларієвого сома 2 і 3 дослідних груп перевищував контроль відповідно на 0,27 та 0,38 %, це дає підстави стверджувати, що комбікорми з ферментованим соєвим шротом відповідали потребам риб та сприяли нормальному росту і розвитку.

Частка м'язової тканини – найважливіший показник темпу росту та найцінніший харчовий продукт. Показник виходу м'язової тканини у риб дослідних груп був вищим – 2 – на 0,31 % та 3 – на 0,39 % порівняно з аналогами контрольної групи, проте різниця була статистично не вірогідною.

Частка шкіри у кларієвого сома дослідних груп була практично однаковою, проте вищою за контроль на 0,01 та 0,02 %.

Відношення маси кісток до маси тіла риб 2 та 3 піддослідних груп перевищувало контрольних аналогів відповідно на 0,06 і 0,04 %. Різниця не була статистично значущою.

Щодо відносної маси серця кларієвого сома, то цей внутрішній орган у 2 групі був більший за контроль на 0,01 %, а в 3 групі був менший на 0,01 %. Відносна маса печінки дослідних груп була дещо меншою порівняно з контролем і коливалась у межах 0,03 та 0,05 %, проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось, тобто можна вважати, що ріст і розвиток були пропорційними, а негативний вплив заміни у комбікормі рибного борошна на ферментований соєвий шрот був відсутній.

Відносна маса шлунка риб 2 та 3 дослідних груп, за споживання комбікорму із ферментованим соєвим шротом, незначно зросла – відповідно на 0,01 та 0,02 % порівняно з контрольною групою.

Що стосується відносної маси кишечника, то величина цього показника була подібною у риби 3 дослідної групи та контролю, а у риб 2 групи більшою на 0,01 %.

Аналізуючи показники відносної маси внутрішнього жиру до маси тіла, було відмічено, що у риб 2 дослідної групи цей показник був вищим за аналогічний показник контролю на 0,02 %, а 3 – нижчим на 0,01 %. Проте ця різниця була статистично не вірогідною.

Отже, риба ефективно використовувала корми, мала нормальний ріст і розвиток усіх органів і тканин організму.

Проведені дослідження розмірно-масових характеристик кларієвого сома засвідчують, що комбікорми, у складі яких частково та повністю замінили рибне борошно на ферментований соєвий шрот, забезпечують високий вихід патраної риби з головою, тушки та м'язової тканини.

Безсумнівно, годівля є основним фактором, що впливає на продуктивність і якість продукції. Тому продукти, які ми споживаємо, мають бути повноцінними та безпечними для здоров'я, а отже, мати високу харчову цінність. Хімічний склад м'язової тканини кларієвого сома за використання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту наведено в таблиці 3.29.

Таблиця 3.29

**Хімічні склад м'язової тканини кларієвого сома,
що вирощується до товарної маси, % (n=10)**

Показник	Група		
	1	2	3
Волога	76,72±0,149	76,63±0,126	76,59±0,120
Органічна речовина	22,05±0,149	22,09±0,136	22,17±0,120
Сирий протеїн	17,52±0,066	17,58±0,063	17,66±0,057
Сирий жир	2,93±0,019	2,96±0,016	3,00±0,025
Сира зола	1,23±0,019	1,28±0,025	1,24±0,025
БЕР	1,60±0,180	1,55±0,174	1,52±0,161

Ознакою соковитості і ніжності філе є вміст у ньому води, яка є домінуючою у м'ясі та забезпечує відповідні органолептичні властивості. Насамперед вміст води залежить від тканинного складу, вмісту жирової і сполучної тканин. З підвищенням вмісту жиру знижується вміст води.

Аналіз хімічного складу м'язової тканини показав, що вміст води у другій та третій дослідних груп коливався в межах 76,59 та 76,72 % та був нижчий за контроль відповідно на 0,09 та 0,13 %. Порівнюючи вміст води у м'язовій тканині кларієвого сома, за згодовування комбікормів

з ферментованим соєвим шротом у кількості 25 та 36 % з контролем, статистично вірогідна різниця була відсутня.

Схожий закономірний зв'язок виявився і щодо вмісту органічної речовини. У м'язовій тканині кларієвого сома з другої та третьої дослідних груп цей показник був вищим відповідно на 0,04 та 0,12 % порівняно з контролем, однак ця різниця була статистично не вірогідною.

Вміст протеїну у м'язах був найвищий у риби 3 дослідної групи на 0,14 %, порівняно з контролем. У м'язовій тканині кларієвого сома 2 дослідної групи, цей показник був вищим 0,06 %. Отже, вміст протеїну у м'язах кларієвого сома свідчить про вищу засвоюваність та відкладання у тілі азоту кормів у групах риб, що споживали комбікорми із ферментованим соєвим шротом.

Вміст жиру в м'ясі значною мірою впливає на його харчову цінність, оскільки саме жир сприяє підвищенню біологічної цінності продукту та надає йому приємний смак. За вмістом жиру у м'язах кларієвого сома дослідних груп виявлено, що 2 та 3 дослідні групи переважали контроль відповідно на 0,03 і 0,07 %.

За вмістом золи у м'язах риб виявлено, що у 2 дослідній групі цей показник був вищим за контроль на 0,05 %, а у 3 дослідній групі – вищим на 0,01 %.

Аналіз хімічного складу м'язової тканини кларієвого сома показав, що вміст у ньому безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) коливався в межах 1,52–1,60 %. Найнищий показник вмісту БЕР був у м'язах риб 3 дослідної групи – 1,52 %, що менше в порівнянні з аналогічний показник контролю на 0,03 %. У риб 2 групи вміст БЕР у м'язах був нижчим за контроль на 0,05 % проте різниця не була статистично значущою.

Отже, аналіз розмірно-масових показників та хімічного складу тіла кларієвого сома за часткової або повної заміни у складі комбікормів рибного борошна на ферментований соєвий шрот у кількості 25–36 % показав відсутність суттєвого впливу на ріст, розвиток та якість продукції.

3.2.5. Гематологічні показники

У рибництві для оцінки здоров'я риб використовують результати аналізу їх крові. Оскільки кров являє собою внутрішнє середовище, її склад може змінюватися під впливом різних факторів. Для визначення функціонального стану організму кларієвого сома, якому давали комбікорми з різним вмістом ферментованого соєвого шроту, використовували найважливіші гематологічні показники, представлені у таблиці 3.30.

Таблиця 3.30

Гематологічні показники крові кларієвого сома за вирощування до товарної маси, (n=10)

Показник	Група		
	1	2	3
Гемоглобін, г/л	115,40±2,843	118,00±2,742	119,80±3,947
ШОЕ, мм/год	1,90±0,262	1,60±0,209	1,70±0,247
Еритроцити, Т/л	3,51±0,285	3,55±0,338	3,94±0,281
Лейкоцити, Г/л	13,20±0,496	12,95±0,474	12,63±0,351
Лейкограма, %			
Сегментоядерні	29,70±0,851	30,20±0,870	30,80±0,977
Паличкоядерні	1,70±0,390	2,30±0,285	2,00±0,243
Еозіновіли	1,90±0,262	2,00±0,243	1,90±0,262
Лімфоцити	64,40±1,161	62,80±0,810	62,50±1,142
Моноцити	2,30±0,316	2,30±0,247	2,40±0,291

Згідно з даними таблиці 3.30 можна зробити висновок, що часткова або повна заміна рибного борошна у комбікормах кларієвого сома призвела до підвищення вмісту гемоглобіну у риби дослідних груп. Наприклад, у кларієвого сома з другої дослідної групи цей показник перевищував відповідне значення контрольної групи на 2,60 г/л або 2,25 %, а у третьої групи – на 4,40 г/л або 3,81 %. Проте варто відзначити, що різниця не була статистично вірогідною.

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) має велике значення для діагностики захворювань. Щодо цього показника відзначалася певна різниця між рибою контрольної групи і дослідними аналогами. У кларієвого сома з третьої дослідної групи цей показник був нижчим за контрольний на 10,53 %. Щодо

другої групи, показник був нижчим у порівнянні з контрольним на 0,30 мм/год або 15,79 %, проте ця різниця не мала статистичної достовірності.

Відмічено збільшення вмісту еритроцитів у крові кларієвого сома за згодовування комбікормів з ферментованим соєвим шротом. Цей показник у крові риб 2 дослідної групи був вищим на 1,14 %, а 3 – на 12,25 % порівняно з аналогами контрольної групи, проте різниця була статистично не вірогідною.

Зміни у кількості лейкоцитів у крові дослідної риби не були значними. У риб з другої дослідної групи кількість лейкоцитів була нижчою на 1,89 % у порівнянні з аналогами контрольної групи. У риб з третьої дослідної групи, де використовувався комбікорм з повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот, кількість лейкоцитів зменшилася на 4,32 % порівняно з контрольним показником. Проте різниця між групами не досягла статистичної достовірності. Кількість еритроцитів та лейкоцитів перебувала у межах фізіологічної норми, тому не можна стверджувати, що використання комбікормів сприяє стимуляції еритропоезу або лейкопоезу.

У риб спостерігається значна різноманітність морфологічних ознак їх лейкоцитів, включаючи мієлобласти, промієлоцити, метамієлоцити, паличкоядерні та сегментоядерні гранулоцити, а також агранулоцити, представлені лімфоцитами та моноцитами. Ці різноманітні клітини утворюють лейкограму риб, яка є важливою для вивчення стану здоров'я, фізіологічного стану і продуктивності риб. Також варто зазначити, що лейкограма може змінюватися в залежності від навколишнього середовища та сезону.

Аналізуючи показники лейкоцитарної формули, було виявлено, що у крові кларієвого сома дослідних груп за згодовування комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту кількість сегменто- та паличкоядерних нейтрофільних гранулоцитів варіювала порівняно з аналогічними показниками контрольної групи. Так вміст сегментоядерних нейтрофільних гранулоцитів у кларієвого сома 2 дослідної групи був вищим на 0,50 %, 3 – на 1,10 % порівняно

з аналогічним показником контрольної групи, проте різниця є статистично не вірогідною.

Кількість еозинофілів також зменшувалась у крові кларієвого сома 2 дослідної групи відповідно на 0,10 %, порівняно з особинами контрольної групи, разом з цим 3 група не відрізнялася від контролю. Різниця, що виникає, може визначатись онтогенетичними змінами у білій крові риб за дії різних факторів, спрямованих на збільшення неспецифічного імунітету.

Вміст паличкоядерних клітин у другій та третій дослідних групах був вищий порівняно з контрольною групою відповідно на 0,60 та 0,30 %. Проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

У різний період року частка лімфоцитів змінюється. Вони є зрілими високо диференційованими клітинами крові та мають основну функцію – підтримку імунологічного гомеостазу. Споживання комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту рибою 2 та 3 дослідних груп зумовило незначне зменшення кількості лімфоцитів, порівняно з контрольною групою, відповідно на 1,60 і 1,90 %, однак різниця є статистично не вірогідною. Кількість моноцитів у крові кларієвого сома 2 дослідної групи не відрізнялась від показників контролю, показник 3 групи був вищим контролю на 0,10%.

Отже, досліджуваний фактор не впливав негативно на ріст, розвиток та стан внутрішнього середовища риб, про що свідчать діагностичні показники.

Після аналізу морфологічного складу крові, також було проведено дослідження біохімічних показників крові кларієвого сома, які вказують на активність обміну речовин та загальний стан внутрішнього середовища риби. Результати цього дослідження знаходяться у таблиці 3.31.

Таблиця 3.31

**Біохімічні показники крові кларієвого сома,
що вирощується до товарної маси, (n=10)**

Показник	Група		
	1	2	3
1	2	3	4
Загальний білок, г/л	35,48±0,914	37,17±2,116	37,44±1,486

1	2	3	4
Альбуміни, г/л	11,76±0,405	12,24±0,500	12,53±0,512
Креатинін, мкмоль/л	29,00±1,385	28,20±1,224	27,50±1,600
АЛТ, МО/л	23,40±0,724	22,50±1,012	22,90±1,840
АСТ, МО/л	312,20±6,144	321,70±6,366	321,90±5,113
Холестерин, ммоль/л	5,75±0,304	5,27±0,237	5,11±0,304
Глюкоза, ммоль/л	5,33±0,164	5,52±0,164	5,66±0,168
Лужна фосфатаза, од/л	11,47±0,392	11,24±0,430	11,67±0,386

Один із ключових показників обміну речовин у риb – це рівень загального білка у сироватці крові. Використання комбiкормiв з рiзним вiстом ферментованого соєвого шроту призвело до збiльшення концентрацiї загального білка у сироватці крові кларієвого сома з другої дослідної групи на 1,69 г/л або 4,76 % порівняно з контролем, а у риb з третьої групи – на 1,96 г/л або 5,52 %. Це свiдчить про достатнє бiлкове живлення риb дослідних груп та вказує на вищу ретенцiю азоту за використання комбiкормiв з ферментованим соєвим шротом.

Використання ферментованого соєвого шроту призвело до збiльшення альбумiнiв у сироватці крові кларієвого сома дослідних груп на 4,08 та 6,55 % порівняно з контролем. Це свiдчить про достатній рівень бiлкового обміну у риb.

Крім бiлків у крові мiститься значна кiлькiсть речовин, що мiстять азот. Однiєю з таких речовин є креатинiн, рівень якого також залежить від бiлкового наповнення рацiонiв. Згодовування комбiкормiв з рiзним вiстом ферментованого соєвого шроту кларієвому сому другої та третьої дослідних груп призвело до зниження цього показника вiдповiдно на 2,76 % та 5,17 % порівняно з контролем. Проте така рiзниця не мала статистично вiрогiдної рiзницi.

Аспартатамiнотрансфераза (АсАТ) та аланiнамiнотрансфераза (АлАТ) розташованi у клiтинах багатьох органiв та систем i вiдповiдають за транспорт аміногруп. Використання комбiкормiв з ферментованим соєвим шротом у годiвлі дослідних риb призвело до збiльшення активностi аспартатамiнотрансферази на 9,50 та 9,70 МО/л. Активнiсть аланiнамiнотрансферази зменшилася у риb другої та третьої груп вiдповiдно на 0,90 МО/л та 0,5 МО/л порівняно з контрольним показником. Проте варто зазначити, що цi ферменти вважаються

індикаторами інтенсивності білкового обміну в організмі, тому їх зміни можна розцінювати як збільшення метаболічних процесів у кларієвого сома.

Аналізуючи рівень холестерину, як індикатора ліпідного обміну, було встановлено, що у крові кларієвого сома дослідних груп вміст холестерину був нижчим ніж у контрольній групі. Наприклад, у риби з другої дослідної групи вміст холестерину був меншим на 8,35 %, а у третій групі – на 11,13 %, порівняно з контрольною групою. Однак ця різниця не була статистично значущою.

Глюкоза є основним джерелом енергії для організму, тому більшість внутрішніх хімічних процесів відбуваються за її участі. Використання комбікормів з ферментованим соєвим шротом призвело до незначного підвищення рівня глюкози у сироватці крові риб. Важливо відзначити, що у риб третьої дослідної групи вміст глюкози був найвищим і перевищував контрольну групу на 0,33 ммоль/л або 6,19 %. Також риби з другої дослідної групи мали вищий рівень глюкози, ніж контрольна група, на 0,42 ммоль/л або 3,56 %. Проте статистично вірогідної різниці не спостерігалось.

У риб з дослідних групи активність лужної фосфатази зросла, порівняно з аналогічним показником контрольної групи на 0,20 МО/л або 1,74 %, а в другій групі зменшилась на 0,23 МО/л або 2,01 % порівнюючи з аналогами контрольної групи. Такі зміни можна пояснити тим, що із зростанням продуктивності загальний метаболічний рівень в організмі риб також зростає.

Загальна оцінка біохімічних та гематологічних показників крові свідчить про те, що часткова та повна заміна рибного борошна на ферментований соєвий шрот у складі комбікормів не супроводжується істотними змінами у фізіологічному стані риб.

3.3.6. Перетравність поживних речовин корму

Під час проведення фізіологічного дослідження було встановлено, що згодовування рибі комбікормів з різним рівнем ферментованого соєвого шроту впливало на перетравність поживних речовин корму (табл. 3.32).

**Перетравність поживних речовин комбікормів для кларієвого сома
за вирощування до товарної маси, % (n=10)**

Група	Показник			
	Протеїн	Жир	Клітковина	БЕР
1	87,40	90,43	18,63	65,69
2	89,44	90,76	18,75	66,54
3	89,55	90,86	18,77	66,76

Коефіцієнт перетравності протеїну у риб контрольної групи становив 87,40 % і був нижчим порівняно з другою та третьою групами. Найвищий показник спостерігався у риб, яким у комбікормі було повністю замінено рибне борошно на ферментований соєвий шрот з рівнем включення 36 %, різниця з контролем становила 2,15 %, водночас у риб другої дослідної групи перетравність сирого протеїну була більшою від контрольної групи на 2,04 %.

Перетравність жиру у контролі становила 90,43 % і суттєво не відрізнялась порівняно з другою та третьою групами. Так перетравність сирого жиру у комбікормах для кларієвого сома другої та третьої дослідних груп була вищою відповідно на 0,33 та 0,43 %, порівняно з аналогами контрольної групи.

Перетравність БЕР у другій та третій групах також була вищою у порівнянні з рибами контрольної групи. Так перетравність БЕР у другій дослідній групі була вища на 0,85 %, а в третій цей показник був вищий на 1,07 %.

Щодо перетравності сирієї клітковини, то використання комбікормів із заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот у різних варіантах суттєво не впливало на її перетравність. Так показник перетравності сирієї клітковини контрольної групи був нижчим від аналогічних показників другої та третьої дослідних груп відповідно на 0,12 та 0,14 %.

Враховуючи той факт, що дослід з перетравності поживних речовин проводився груповим методом, відсутня можливість стверджувати про вірогідну різницю в перетравних поживних речовинах між рибою контрольної та дослідних груп. Хоча спостерігалася лінійна тенденція до збільшення рівня

перетравності поживних речовин зі збільшенням рівня введення ферментованого соєвого шроту.

3.4. Економічна ефективність вирощування кларієвого сома до товарної маси

Проведення виробничих досліджень вирощування кларієвого сома проведено на потужностях ФОП «Кулик Вадим Адамович» Київської області. Ефективність згодовування комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту за вирощування кларієвого сома до товарної маси наведено в таблиці 3.33.

Таблиця 3.33.

Показники економічної ефективності вирощування кларієвого сома за згодовування комбікорму з різним рівнем ферментованого соєвого шроту

Показник	Група		
	1	2	3
Рівень ферментованого соєвого шроту у комбікормі, %	–	25	36
Кількість риби, екз.	5500	5500	5500
Збереженість, %	91,3	91,0	91,2
Загальна маса риб на початку вирощування, кг	137,5	137,5	137,5
Споживання корму, кг	6200	6200	6200
Вартість 1 кг комбікорму, грн	50,70	43,08	45,28
Загальна маса вирощеної риби, кг	5509,0	5612,1	5629,6
Реалізаційна вартість риби за 1 кг	100,0	100,0	100,0
Виручка, грн	550900,00	561210,00	562960,00
Загальні витрати, грн	439052,00	391808,00	315024,00
Витрати на корми, грн	314340,00	267096,00	280736,00
Витрати на вирощування, грн	124712,00	124712,00	124712,00
Чистий прибуток, грн	111848,00	169402,00	157512,00
Рентабельність, %	20,3	30,2	28,0

Для проведення виробничого дослідження було використано 16500 екземплярів кларієвого сома (по 5500 екземплярів у групі). Контрольній групі згодовували комбікорм де рівень рибного борошна становив 36 %, без ферментованого

соєвого шроту. Другій дослідній групі згодовували комбікорм, в якому 25 % рибного борошна замінили на ферментований соєвий шрот. Третій групі згодовували комбікорм з повною заміною рибного борошна на 36 % ферментованого соєвого шроту. Розрахунки економічної ефективності вирощування товарної риби проведено за цінами 2023 року.

Збереженість впродовж досліду в усіх групах коливалася в межах 91,0–91,3 %. У контрольній групі було отримано 5509,0 кг товарного кларієвого сома, у другій та у третій відповідно на 1,87 та 2,19 % більше.

За однакової реалізаційної вартості товарної риби (100,0 грн/кг) чистий прибуток становив 111848,00 грн у першій групі, що на 51,46 % нижче ніж у другій групі та на 40,83 % ніж у третій.

Рівень рентабельності вирощування кларієвого сома за використання у комбікормі 25 та 36 % ферментованого соєвого шроту був вищим відповідно на 9,9 та 7,7 %. Водночас рентабельність вирощування кларієвого сома, за використання комбікормів з частковою заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот, була вища на 2,2 % у порівнянні із групою, де риbam згодовували комбікорм з повною заміною рибного борошна.

Отже, за результатами досліджень було встановлено, що використання комбікормів з заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот стимулює ріст та підвищує рентабельність вирощування кларієвого сома.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Високі витрати на годівлю, дефіцит та перебої з постачанням сировини залишаються актуальними проблемами в аквакультурі, де витрати на корми у структурі собівартості продукції становлять від 30 до 70 %, а їх зменшення та покращення ефективності можуть бути досягнуті за допомогою оптимізації годівлі, використання більш ефективних кормів, удосконалення технологій годівлі, розробки нових методів обробки сировини та покращення систем постачання сировини [32]. Рибне борошно є основним джерелом білка в кормах для моногастричних тварин та риби. Надмірна залежність від рибного борошна, як основного джерела протеїну в рецептурі комбікорму для риби, призвела до високого попиту та завищення цін на нього. Тому було проведено численні дослідження щодо пошуку альтернативних компонентів для його заміни [27, 91, 94, 1].

Одними з таких джерел може бути соєвий шрот. Завдяки стабільному постачанню, поживності та «розумній» ціні соєвий шрот є потенційною альтернативою рибному борошну [62].

Проте соєвий шрот та інші відходи олійного виробництва мають ряд обмежень для використання у годівлі риби, основними з яких є наявність антипоживних речовин (фітати, інгібітори трипсину, антигенні білки, структурні вуглеводи), які знижують його якість та перешкоджають широкому використанню у комбікормах [110].

Одним зі способів зменшення антипоживних речовин у соєвому шроті є ферментація його кисломолочними бактеріями різних штамів. Переважна більшість авторів досліджували соєві шроти, які були ферментовані такими штамми як *Lactobacillus* [67, 128], *Bacillus* [176], *Staphylococcus* [174], а також *Enterococcus* [99].

Під час молочно-кислого бродіння у соєвому шроті, бактеріями *Enterococcus faecium* руйнуються термостійкі антипоживні речовини та утворюються метаболіти, зокрема молочна кислота. Цей продукт мало вивчений у годівлі риб, згадується лише про вплив соєвого шроту ферментованого кисло-молочними бактеріями *Enterococcus faecium* на молодь калкану (*Scophthalmus maximus*). Тому нашим завданням було дослідити ферментований соєвий шрот, як альтернативу рибному борошну та його вплив на ріст та розвиток кларієвого сома.

Нами було встановлено хімічний склад, перетравність поживних речовин, енергетичну поживність ферментованого соєвого шроту. Досліджено вплив заміни рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для кларієвого сома на продуктивність, збереженість, витрати корму [183], гематологічні показники та перетравність поживних речовин корму.

Результати інших вчених показали, що заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом у годівлі кларієвого сома супроводжується помітними змінами в показниках його продуктивності [73, 181, 22].

Вперше нами було встановлено енергетичну поживність ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома різними способами. Так вміст обмінної енергії у ферментованому соєвому шроті складає 10,9 МДж за Філіпсом та 13,2 МДж за Щербиною. Також нами було визначено перетравність поживних речовин у ферментованому соєвому шроті, яка становить: сирий протеїн – 89,6 %, жир – 91,7 %, клітковина – 20,1 % та БЕР – 71,1 % [183].

Подібні результати отримали автори А. Fontaínhas-Fernandes та ін., дослідивши перетравність сирого протеїну для нільської тилапії (*Oreochromis niloticus*). Вони встановили, що перетравність протеїну повножирової сої після термічної обробки становила 90,0 %, водночас як перетравність соєвого шроту склала 94,4 % [58].

У науковій роботі Z. J. Chu та співавторів, досліджувалися показники перетравності сирого протеїну на амурському в'юні (*Misgurnus anguillicaudatus*), які показали дещо нижчі результати. Ними було встановлено, що перетравність

протеїну соєвого шроту склала 73,7 %, тоді як перетравність соєвого шроту ферментованого кисломолочними бактеріями становила 81,9 % [23].

Дані різних досліджень по перетравності важко порівнювати, оскільки відрізняються способи відбирання екскрементів у дослідних риб. Також слід зауважити про особливості травлення у різних видів риб.

Результати наших досліджень показали, що молодь кларієвого сома, що споживала комбікори в яких рибне борошно частково замінили ферментованим соєвим шротом, мала вищу масу тіла на 3,50 % ($p \leq 0,01$). За повної заміни рибного борошна маса молоді була більшою на 3,90 % ($p \leq 0,01$) [185]. Така тенденція спостерігалась під час вирощування кларієвого сома до товарної маси. Риби яким згодовували комбікори з частковою чи повною заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот показали на 0,89–1,09 % ($p \leq 0,01$) більшу масу тіла порівняно з контролем [184].

У дослідженні впливу заміни рибного борошна соєвим шротом ферментованим кисломолочними бактеріями на 14,3 % у комбікормах для гібрида змієголова (*Channa argus* x *Channa maculate*) не було ефекту на продуктивність (показники росту), але більша заміна зменшила середньодобові та відносні прирости маси тіла риб [35].

Можливість заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом для *Lateolabrax maculatus* у своїх дослідженнях показали S. Rahimnejad та ін. Повна заміна рибного борошна на ферментований *Bacillus pumillus* SE5 соєвий шрот знижує показники росту риби, але заміна у діапазоні 26,9–37,1 % не чинить негативного впливу [133].

Схожі результати у своїх дослідженнях показали Т. Yamamoto та ін. Дослідження повної заміни рибного борошна на необроблений та ферментований за різними технологіями соєвий шрот у комбікормі на продуктивність райдужної форелі показали, що продукт ферментації соєвого шроту кисломолочними бактеріями (*Bacillus*) за вологості 45 % протягом 10 годин може повністю замінити рибне борошно без втрати інтенсивності росту [170].

У своїх дослідженнях М. Не та ін. отримали дещо інші результати. Вони повідомляють, що годівля великоротого окуня (*Micropterus salmoides*) соєвим шротом ферментованим *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus* і дріжджами дала можливість замінити 105 г/кг рибного борошна без впливу на продуктивність (ріст) [74].

Подібні результати отримали Р. Wang та ін. Заміна рибного борошна в раціоні молоді великоротого жовтого горбаня (*Larimichthys crocea*) на ферментований соєвий шрот у кількості 10–75 % не вплинула на ріст риби [165]. Подібні результати були отримані під час досліджень на китайському сосальщику (*Мухосупринус asiaticus*), де рибне борошно замінювали на ферментований соєвий шрот у кількості 15–65 % [172].

Результати досліджень Zhang та ін. на молоді кижуча (*O. kisutch*) показали, що заміна рибного борошна у комбікормах соєвим шротом, який був ферментований *B. cereus* у кількості 9–18 %, призвела до посилення росту риби [176]. Схожі результати встановили Li та ін. – використання соєвого шроту ферментованого *B. natto* в комбікормах для тилапії нільської (*Oreochromis niloticus*) на рівні 5 % покращило показники маси тіла риби на 18 % порівняно із контролем [100].

Дещо суперечливі дані показали у своїх дослідженнях інші вчені. Так, Z. Abdul Kari та ін., після згодовування комбікормів кларієвому сому з заміною рибного борошна на 50 % ферментованого кисломолочними бактеріями *Lactobacillus acidophilus* соєвого шроту, отримали найвищі показники живої маси риби ($p \leq 0,05$) в порівнянні з контролем. За вищих рівнів ферментованого соєвого шроту маса риб знижувалась [93].

Отже, різні мікробні штами, які використовуються під час процесу ферментації соєвого шроту, що далі використовують у комбікормах, можуть по різному впливати на ріст різних видів риб [165].

Водночас отримані дані підтверджують те, що ферментований соєвий шрот може бути альтернативною і частковою заміною рибного борошна в комбікормах для риб не маючи негативного впливу на показники росту риби.

Використання в годівлі молоді кларієвого сома масою 25–300 г комбікормів із заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом на 69,4–100,0 % призвело до збільшення маси патраної риби з головою на 3,69–4,12 % ($p \leq 0,01$) порівняно з контрольною групою. Маса тушки без голови риб, яким згодовували комбікорм з заміною 69,4 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом, переважала контроль на 4,10 % ($p \leq 0,01$) та на 4,67 % ($p \leq 0,01$) за 100 % заміни. Маса м'язової тканини також залежала від рівня введення ферментованого соєвого шроту в комбікорми. Так, за заміни 69,4 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом маса м'язової тканини зросла на 3,99 % ($p \leq 0,01$), а за 100 % заміни – на 4,98 % ($p \leq 0,01$).

У кларієвого сома, що вирощувався до товарної маси з використанням комбікормів із повною чи частковою заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом збереглися ті самі тенденції розмірно-масових характеристик, що й у молоді. Маса патраної риби, тушки без голови та м'язової тканини також були більшими ніж у контрольній групі відповідно на 0,66–0,79 %, 0,78–1,05 % та 1,10–1,39 %.

Аналіз хімічного складу м'язової тканини кларієвого сома показав, що вміст вологи коливався в межах 77,56–77,79 % у молоді та 76,59–76,72 % у риб, яких вирощували до товарної маси. Ці показники були незначно нижчими ніж у контролі. Подібна закономірність спостерігалась і за вмістом органічної речовини. Вміст органічної речовини у м'язовій тканині риб, яким згодовували дослідні комбікорми був вищим на 0,07–0,22 %, а в товарної риби – на 0,04–0,12 % порівняно з контролем. За вмістом протеїну в м'язах молоді кларієвого сома найвищі показники були в риб, яким згодовували комбікорми із заміною 69,4 та 100 % рибного борошна на ферментований соєвий шрот. Вони були вищими за контроль відповідно на 0,08–0,09 %. За годівлі кларієвого сома, що вирощується до товарної маси, комбікормами з ферментованим соєвим шротом вміст сирого протеїну в м'язах був на 0,06–0,14 % вищим, але статистично вірогідної різниці в обох дослідях не спостерігалось.

Аналіз хімічного складу філе кларієвого сома за часткової або повної заміни у складі комбікормів рибного борошна ферментованим соєвим шротом на 27,8–100 % вказує на відсутність впливу на якість продукції.

Подібні результати були опубліковані М. De Francesco та ін., які встановили, що заміна рибного борошна рослинними білками статистично не впливає на показники вологи та протеїну у філе доради (*Sparus aurata*) [60]. D'Souza N. та ін. встановили, що згодовування комбікормів з різним рівнем ферментованого соєвого шроту райдужній форелі істотно не впливає на хімічний склад філе [34]. Часткова заміна рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для великоротого окуня (*Micropterus salmoides*) також не змінювала хімічний склад м'яса риби [67].

Деякі інші результати отримали у своїх дослідженнях Yuan та ін., заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом в комбікормах для китайського сосальника (*Muhosyrpinus asiaticus*) призвела до зниження вмісту жиру у тілі риби, проте вміст сирого протеїну та золи не змінився [172].

Збереженість молоді кларієвого сома, за згодовування комбікорму з заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом на 27,8–100,0 %, була на високому рівні – 92–94 %. Збереженість кларієвого сома, що вирощувався до товарної маси склала 97–98 %.

Це добре корелюється з результатами, які були отримані іншими вченими під час згодовування ферментованого соєвого шроту молоді кларієвого сома, великоротого окуня (*Micropterus salmoides*) та кижуча (*Oncorhynchus kisutch*), їх збереженість становила відповідно понад 90 % [92], 100 % [171] та 92–94 % [176].

Аналіз витрат кормів показав найкращий показник у риб, яким згодовували комбікорми із заміною 69,4 та 100 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом. Кормовий коефіцієнт таких комбікормів за увесь період був нижчим від контролю на 0,05 %.

За вирощування товарної риби заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом сприяла зниженню кормового коефіцієнта на 0,13–0,16 %.

Це може свідчити про те, що з віком кларієвий сом краще використовує комбікорми багаті білками рослинного походження.

Схожі результати були отримані після досліджень на молоді кижуча (*Oncorhynchus kisutch*), в комбікормі якої було частково замінено рибне борошно на ферментований соєвий шрот у кількості 15,9 %. Кормовий коефіцієнт дослідної групи був краще на 0,05 % порівняно із рибами, яким згодовували комбікорм без ферментованого соєвого шроту [176].

Деякі інші результати були отримані Лі та ін. на камбалі (*Scophthalmus maximus*). Дослідженнями встановлено, що часткова заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом у кількості 36 % погіршило кормовий коефіцієнт корму на 0,09 %, порівняно з контрольною групою [99].

У своїх дослідженнях М. К. Zakaria та ін. продемонстрували позитивні результати заміни рибного борошна на ферментований соєвий шрот у годівлі молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), що проявилось у покращенні кормового коефіцієнта у риб дослідних груп на 0,09–0,30 %. Найбільш високі результати спостерігалися у групі, якій включали у комбікорми 40 % ферментованого соєвого шроту, а збільшення вмісту цього компонента до 70 % в комбікормі також сприяло підвищенню кормового коефіцієнта [174].

Такі результати можна пояснити тим, що заміна рибного борошна на ферментований соєвий шрот по різному впливає на кормовий коефіцієнт корму для різних видів риб.

Гематологічні та біохімічні показники були в межах фізіологічної норми та показали, що згодовування кларієвому сому комбікормів з заміною 27,8–100,0 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом негативно не впливало на фізіологічний стан риб.

У своїх дослідженнях на нільській тилапії (*Oreochromis niloticus*) М. Phinyo отримав схожі результати, кількість еритроцитів та гемоглобіну у риб не мали суттєвих відмінностей [128]. У дослідженнях М. К. Zakaria та ін. було показано, що за згодовування комбікормів з 40 % ферментованого соєвого шроту спостерігалось збільшення лейкоцитів у молоді кларієвого сома [174]. В інших

дослідженнях експериментальні раціони не вплинули на гематологічні показники, що залишалися в межах норми, тому зроблено висновок, що ферментований соєвий шрот у кормах для чорноморського ляща (*Acanthopagrus schlegeli*) може замінити до 40 % рибного борошна [11].

Під час проведення фізіологічного дослідження було встановлено, що згодовування риби комбікормів з різним рівнем ферментованого соєвого шроту впливало на перетравність протеїну, жиру та БЕР. Заміна 69,4 та 100 % рибного борошна у комбікормах для кларієвого сома на ферментований соєвий шрот призводить до покращення засвоювання поживних речовин корму. Так перетравність протеїну у дослідних групах, була вищою порівняно з контролем на 2,04–2,15 %, жиру – 0,33–0,43 %, БЕР – на 0,85–1,07 %.

Враховуючи той факт, що дослід по перетравності поживних речовин проводився груповим методом відсутня можливість стверджувати про вірогідну різницю в перетравності поживних речовин між дослідними та контрольною групами. Незважаючи на це, відзначається лінійна тенденція до зростаючого рівня перетравності поживних речовин зі зростанням введення у комбікорм ферментованого соєвого шроту.

У своїх дослідженнях на райдужній форелі (*Oncorhynchus mykiss*) D. Choi та ін. показали, що часткова заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом (до 40 %) суттєво не впливає на перетравність сирого протеїну і сухої речовини [22].

У дослідженнях D. G. Choi та ін. демонструється, що заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом у комбікормах для райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) призводить до лінійної тенденції до зниження перетравності протеїну, хоча різниця була статистично не значущою [22]. У роботі M. He та ін. встановлено, що часткова заміна рибного борошна ферментованим соєвим борошном у комбікормах для великоротого окуня (*Micropterus salmoides*) призвела до дещо меншої перетравності поживних речовин у порівнянні з контрольною групою [74].

Подібна закономірність була виявлена у дослідженнях F. Zhou та ін., де згодовування комбікормів з ферментованим соєвим шротом у молоді чорноморського ляща (*Acanthopagrus schlegelii*) призвело до значного зниження засвоюваності поживних речовин зі збільшенням вмісту останнього [181].

Слід відмітити, що на перетравність поживних речовин корму може впливати молочна кислота, яка є побічним продуктом ферментації соєвого шроту кисломолочними бактеріями. Дослідження показали, що раціони, які містять 10–20 г/кг молочної кислоти, можуть підвищити засвоюваність поживних речовин та ріст у білуги (*Huso huso*) [113], а також покращити імунологічні та антиоксидантні маркери у райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) [22].

Відмінності у перетравності поживних речовин отримані у різних дослідженнях також можна пояснити фізіологічною особливістю кожного об'єкта і способом мікробної ферментації соєвого шроту, тому в подальшому доцільно продовжувати експерименти із заміною рибного борошна компонентами рослинного походження.

Дослідження були підтвержені проведенням виробничої перевірки на 16500 екземпляр кларієвого сома. Встановлено, що заміна у комбікормах 69,4 % рибного борошна ферментованим соєвим шротом підвищує рентабельність виробництва риби на 9,9 %, а за повної заміни рибного борошна – на 7,7 % порівняно із рибами, яким згодовували комбікорми без введення ферментованого соєвого шроту.

Результати проведених досліджень свідчать, що часткова та повна заміна рибного борошна соєвим шротом ферментованим кисломолочними бактеріями *Enterococcus faecium* у годівлі кларієвого сома зумовлює збільшення приросту маси тіла риби, покращує морфологічні показники тіла і позитивно впливає на перетравність поживних речовин та кормовий коефіцієнт корму.

ВИСНОВКИ

1. Досліджено можливість заміни у комбікормах для кларієвого сома рибного борошна сировиною рослинного походження – ферментованим соєвим шротом. Встановлено ефективні рівні введення ферментованого соєвого шроту у комбікорми – 25–36 %, що забезпечують високі показники росту риби та підвищують ефективність вирощування кларієвого сома.

2. Встановлено перетравність поживних речовин ферментованого соєвого шроту у кларієвого сома та розраховано коефіцієнти перетравності: сирий протеїн – 89,6 %, сирий жир – 91,7 %, сира клітковина – 20,1 %, БЕР – 71,1 %.

3. Розраховано енергетичну поживність ферментованого соєвого шроту для кларієвого сома, яка становить: 16,6 МДж/кг валової енергії, 14,7 МДж/кг перетравної енергії, 10,9 та 13,2 МДж/кг обмінної енергії.

4. Часткова або повна заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом для молоді кларієвого сома масою 25–300 г зумовлює збільшення маси тіла на 1,59–3,90 %, абсолютного приросту на 1,79–4,26 % і середньодобового – 1,84–4,29 %, відносного приросту – 0,52–0,99 %, маси тушки – 1,83–4,67 %, маси м'язової тканини – на 1,69–4,98 %, скорочення витрат кормів на одиницю приросту на 2,36–3,94 %.

5. Використання комбікормів із ферментованим соєвим шротом для кларієвого сома, що вирощується до товарної маси, зумовлює: підвищення перетравності поживних речовин корму: сирий протеїн на 2,04–2,15 %, сирий жир – 0,33–0,43 %, сира клітковина – 0,12–0,14 % та БЕР – на 0,85–1,07 %; активізацію росту та підвищення маси тіла на 0,89–1,09 %, абсолютного, середньодобового та відносного приростів відповідно на 1,32–1,54 %, 1,34–1,57 % та 0,68–0,70 %, маси тушки – на 0,78–1,05 % ($p \leq 0,01$), маси м'язової тканини – 1,10–1,39 %. Скорочення витрат кормів на 1,80 %.

6. Заміна рибного борошна ферментованим соєвим шротом у комбікормах забезпечує збереженість молоді кларієвого сома масою 25–300 г на рівні 92–94 %

та кларієвого сома, що вирощується до товарної маси – 97–98 %, відсутність канібалізму та аліментарних хвороб.

7. Комбікорми з ферментованим соєвим шротом не спричиняли відхилень фізіологічного стану організму. Гематологічні та біохімічні показники крові молоді та товарної риби перебували в межах фізіологічної норми.

8. Доведено економічну ефективність використання комбікормів з заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах для кларієвого сома, що призвело до зниження собівартості продукції та підвищення рентабельності виробництва. Заміна 69,4 % рибного борошна на ферментований соєвий шрот у комбікормах призвела до збільшення отриманої товарної продукції порівняно з контрольною групою на 1,87 % та рентабельності на 9,9 %, а за повної заміни ця перевага становила відповідно 2,19 та 7,7 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Підприємствам по виробництву кларієвого сома рекомендовано використовувати комбікорми з заміною рибного борошна на ферментований соєвий шрот на рівні 25 %. Це дозволить підвищити перетравність поживних речовин корму, призведе до збільшення приростів маси тіла риб, покращить морфологічні та економічні показники.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abdel-Latif H. M. R., El-Ashram S., Yilmaz S., Naiel M. A. E., Kari Z. A., Hamid N. Kh. A., Dawood M. A. O., Nowosad J., Kucharczyk D. The effectiveness of *Arthrospira platensis* and microalgae in relieving stressful conditions affecting finfish and shellfish species: an overview. *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 24. Article number 101135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101135>
2. Abd-Elmaksoud A., Kassab M., Sayed-Ahmed A. Anatomical, light and scanning electron microscopic studies on the air breathing dendretic organ of the sharp tooth catfish (*Clarias gariepinus*). *Journal of Veterinary Anatomy*. 2008. Vol. 1. No. 1. P. 29–37.
3. Abdel-Mobdy H. E., Abdel-Aal H. A., Souzan S. L., Nassar A. G. Nutritional value of african catfish (*Clarias gariepinus*) meat. *Asian journal of applied chemistry research*. 2021. Vol. 8. Iss. 2. P. 31–39. URL: <https://doi.org/10.9734/ajacr/2021/v8i230190>
4. Abdel-Warith A. A., Younis E. M., Al-Asgah N. A., Mahboob S. Effect of replacing fish meal by full fat soybean meal on growth performance, feed utilization and gastrointestinal enzymes in diets for African catfish *Clarias gariepinus*. *Brazilian Journal of Biology*. 2020. Vol. 80. No. 3. P. 535–543. URL: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.214763>
5. Adewolu M. A., Adeniji C. A., Adejobi A. B. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture*. 2008. Vol. 283. No. 1–4. P. 64–67. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.020>
6. Ahmed I., Khan M. A. Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture*. 2004. Vol. 235. No. 1–4. P. 499–511. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.12.009>
7. Akintayo I. A., Obasa S. O., Alegbeleye W. O., Bangbose A. M. Evaluation of toasted sunflower (*Helianthus annuus*) seed meal in the diets of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Livestock Research for Rural Development*. 2008. Vol. 20. No. 10. P. 28–46. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd20/10/akin20157.html>

8. Ambardekar A. A., Reigh R. C. Sources and Utilization of Amino Acids in Channel Catfish Diets: A Review. *North American Journal of Aquaculture*. 2007. Vol. 69. No. 2. P. 174–179. URL: <https://doi.org/10.1577/a06-007.1>
9. Anderson M. J., Fast A. W. Temperature and feed rate effects on *Chinese catfish*, *Clarias fuscus* (Lacepède), growth. *Aquaculture Research*. 1991. Vol. 22. No. 4. P. 435–442. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00756.x>
10. Appelbaum S., Kamler E. Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquacultural engineering*. 2000. Vol. 22. No. 4. P. 269–287. URL: [https://doi.org/10.1016/s0144-8609\(00\)00054-6](https://doi.org/10.1016/s0144-8609(00)00054-6)
11. Azarm H. M., Lee S.-M. Effects of partial substitution of dietary fish meal by fermented soybean meal on growth performance, amino acid and biochemical parameters of juvenile black sea bream *Acanthopagrus schlegeli*. *Aquaculture research*. 2012. Vol. 45. No. 6. P. 994–1003. URL: <https://doi.org/10.1111/are.12040>
12. Balogun A. M., Ologhobo A. D. Growth performance and nutrient utilization of fingerling *Clarias gariepinus* (Burchell) fed raw and cooked soybean diets. *Aquaculture*. 1989. Vol. 76. No. 1–2. P. 119–126. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90256-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90256-1)
13. Barroso Ju. B., Peragón Ju., García-Salguero L., de la Higuera M., Lupiáñez J. A. Variations in the kinetic behaviour of the NADPH-production systems in different tissues of the trout when fed on an amino-acid-based diet at different frequencies. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 1999. Vol. 31. No. 2. P. 277–290. URL: [https://doi.org/10.1016/s1357-2725\(98\)00114-9](https://doi.org/10.1016/s1357-2725(98)00114-9)
14. Bhatt S. D. Effect of glucose loading on the glycogen content in some tissues of *Clarias batrachus* (L.). *Journal of animal morphology and physiology*. 1980. Vol. 27. P. 267–272.
15. Bonaldo A., Parma L., Mandrioli L., Sirri R., Fontanillas R., Badiani A., Gatta P. P. Increasing dietary plant proteins affects growth performance and ammonia excretion but not digestibility and gut histology in turbot (*Psetta maxima*) juveniles.

Aquaculture. 2011. Vol. 318. No. 1–2. P. 101–108.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.05.003>

16. Brosnan J. T., Brosnan M. E. The Sulfur-Containing Amino Acids: An Overview. *The Journal of Nutrition*. 2006. Vol. 136. No. 6. P. 1636S–1640S.

URL: <https://doi.org/10.1093/jn/136.6.1636s>

17. Bruton M. N. Systematics and biology of clariid catfish. The culture of sharptooth catfish in southern Africa. South African National Scientific Programmes Report. Vol. 153. 1988.

18. Bruton M. N. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). *The transactions of the zoological society of london*. 2010. Vol. 35. No. 1. P. 1–45. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1979.tb00056.x>

19. Bruton M. N. The food and feeding behaviour of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with emphasis on its role as a predator of cichlids. *The transactions of the zoological society of london*. 2010. Vol. 35. No. 1. P. 47–114. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1979.tb00057.x>

20. Chaijan M., Undeland I. Development of a new method for determination of total haem protein in fish muscle. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. P. 1133–1141. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.010>

21. Cho C. Yo., Cowey C. B., Dabrowski K., Hughes S., Lall S., Lovell R. T., Murai T., Wilson R. P. Nutrient requirements of fish. National Research Council (U.S.). Committee on Animal Nutrition. Washington, D. C : National Academy Press, 1993. 115 p.

22. Choi D. G., He M., Fang H., Wang X. L., Li Xi. Qi., Leng Xi. Ju. Replacement of fish meal with two fermented soybean meals in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture nutrition*. 2019. Vol. 26. No. 1. P. 37–46. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12965>

23. Chu Z. J., Yu D. H., Yuan Y. C., Qiao Y., Cai W. J., Shu H., Lin Y. C. Apparent digestibility coefficients of selected protein feed ingredients for loach

Misgurnus anguillicaudatus. *Aquaculture Nutrition*. 2014. Vol. 21. No. 4. P. 425–432.
URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12174>

24. Chuapoehuk W. Protein requirements of walking catfish, *Calrias batrachus* (Linnaeus), fry. *Aquaculture*. 1987. Vol. 63. No. 1–4. P. 215–219.
URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90073-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90073-1)

25. Clay D. Population biology, growth and feeding of the African catfish, *Clarias gariepinus*, with special reference to juveniles and their importance in *Arch. Hydrobiol fish culture*. 1979. Vol. 87. No. 4. P. 453–482.

26. Cowey C. B., Cho C. Y. Nutritional requirements of fish. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1993. Vol. 52. No. 3. P. 417–426.
URL: <https://doi.org/10.1079/pns19930082>

27. Dawood M. A. O., Habotta O. A. E., Elsabagh M., Azra M. N., Doan H. V., Kari Z. A., Sewilam H. Fruit processing by-products in the aquafeed industry: a feasible strategy for aquaculture sustainability. *Reviews in aquaculture*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1111/raq.12680>

28. De Francesco M., Parisi G., Médale F., Lupi P., Kaushik S. J., Poli B. M. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 2004. Vol. 236. No. 1–4. P. 413–429.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.01.006>

29. Degani G., Ben-Zvi Y., Levanon D. The effect of different dietary protein sources and temperatures on growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). *Isr. J. Aquac.* 1988. Vol. 40. P. 113–117.

30. Degani G., Revach A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* × *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture Research*. 1991. Vol. 22. No. 4. P. 397–403. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00753.x>

31. Devic E., Leschen W., Murray F., Little D. C. Growth performance, feed utilization and body composition of advanced nursing Nile tilapia (*Oreochromis*

niloticus) fed diets containing Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) larvae meal. *Aquaculture Nutrition*. 2017. Vol. 24. No. 1. P. 416–423. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12573>

32. Dossou S., Dawood M. A. O., Zaineldin A. I., Abouelsaad I. A., Mzengereza K., Shadrack R. S., Zhang Yu., El-Sharnouby M., Ahmed H. A., El Basuini M. F. Dynamical hybrid system for optimizing and controlling efficacy of plant-based protein in aquafeeds. *Complexity*. 2021. Vol. 2021. P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/9957723>

33. Drew M. D., Borgeson T. L., Thiessen D. L. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. *Animal feed science and technology*. 2007. Vol. 138. No. 2. P. 118–136. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.019>

34. D'Souza N., Skonberg D. I., Stone David A. J., Brown P. B. Effect of soybean meal-based diets on the product quality of rainbow trout fillets. *Journal of food science*. 2006. Vol. 71. No. 4. P. S337–S342. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00018.x>

35. Duan Z., Zhang Ch., Huang L., Lan Qi., Hu Ji., Li Xi., Leng Xi. An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in diet of hybrid snakehead (*Channa argus* × *Channa maculata*): growth, nutrient utilization, serum biochemical indices, intestinal histology, and microbial community. *Aquaculture nutrition*. 2022. Vol. 2022. P. 1–13. URL: <https://doi.org/10.1155/2022/2964779>

36. Dutta Choudhury K., Dutta Choudhury M. Animal by-products for feed: characteristics, European regulatory framework, and potential impacts on human and animal health and the environment. *NBU Journal of Plant Sciences*. 2011. Vol. 5. No. 1. P. 7–14. URL: <https://doi.org/10.55734/nbujps.2011.v05i01.002>

37. Ebeneezar S., Vijayagopal P., Srivastava P. P., Gupta S., Sikendrakumar, Varghese T., Prabu D. L., Chandrasekar S., Varghese E., Sayooj P., Tejpal C. S., Wilson L. Dietary lysine requirement of juvenile Silver pompano, *Trachinotus blochii* (Lacepede, 1801). *Aquaculture*. 2019. Vol. 511. Article number 734234. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734234>

38. El Naggar G. O., John G., Rezk M. A., Elwan W., Yehia M. Effect of varying density and water level on the spawning response of African catfish *Clarias gariepinus*: Implications for seed production. *Aquaculture*. 2006. Vol. 261. No. 3. P. 904–907. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.043>
39. Elesho F. E., Kröckel S., Sutter D. A. H., Nuraini R., Chen I. J., Verreth J. A. J., Schrama Jo. W. Effect of feeding level on the digestibility of alternative protein-rich ingredients for African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*. 2021. Vol. 544. Article number 737108. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737108>
40. Elesho F. E., Sutter D. A. H., Swinkels M. A. C., Verreth J. A. J., Kröckel S., Schrama J. W. Quantifying methionine requirement of juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*. 2021. Vol. 532. Article number 736020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736020>
41. El-Husseiny O. M., Hassan M. I., El-Haroun Eh. R., Suloma A. Utilization of poultry by-product meal supplemented with L-lysine as fish meal replacer in the diet of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Journal of applied aquaculture*. 2017. Vol. 30. No. 1. P. 63–75. URL: <https://doi.org/10.1080/10454438.2017.1412844>
42. Engin K., Carter C. G. Fish meal replacement by plant and animal by-products in diets for the Australian short-finned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson). *Aquaculture research*. 2005. Vol. 36. No. 5. P. 445–454. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01224.x>
43. Enyidi U. D., Etim E. O. Use of solid state fermented bambara nut meal as substitute of fishmeal in the diets of African catfish *Clarias gariepinus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 2020. T. 19. No. 4. C. 1889–1910.
44. Enyidi U. D., Pirhonen Ju., Kettunen Ju., Vielma Jo. Effect of Feed Protein:Lipid Ratio on Growth Parameters of African Catfish *Clarias gariepinus* after Fish Meal Substitution in the Diet with Bambaranut (*Voandzeia subterranea*) Meal and Soybean (*Glycine max*) Meal. 2017. Vol. 2. No. 1. URL: <https://doi.org/10.3390/fishes2010001>

45. EP500_матриця_поживності. URL: https://epu.vet/content/uploads/2018/11/EP500_матриця_поживності_180521ukr.pdf
46. Espe M., Hevrøy E. M., Liaset B., Lemme A., El-Mowafi A. Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*. 2008. Vol. 274. No. 1. P. 132–141. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.051>
47. Espe M., Lemme A., Petri A., El-Mowafi A. Assessment of lysine requirement for maximal protein accretion in Atlantic salmon using plant protein diets. *Aquaculture*. 2007. Vol. 263. No. 1–4. P. 168–178. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.018>
48. Fagbenro D., Balogun B., Ibrinke N., Fasina F. Nutritional values of some amphibian meals in diets for *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Siluriformes:Clariidae). *Journal of aquaculture in the tropics*. 1993. Vol. 8. P. 95–101.
49. Fagbenro O. A. Apparent digestibility of crude protein and gross energy in some plant and animal-based feedstuffs by *Clarias isheriensis* (Siluriformes: Clariidae) (Sydenham 1980). *Journal of Applied Ichthyology*. 1996. Vol. 12. No. 1. P. 67–68. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1996.tb00063.x>
50. Fagbenro O. A. Apparent digestibility of various oilseed cakes/meals in African catfish diets. *Aquaculture International*. 1998. Vol. 6. P. 317–322.
51. Fagbenro O. A. Quantitative dietary protein requirements of *Clarias isheriensis* (Sydenham 1980) (Clariidae) fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology*. 1992. Vol. 8. No. 1–4. P. 164–169. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1992.tb00678.x>
52. Fagbenro O. A. Utilization of cocoa-pod husk in low-cost diets by the clariid catfish, *Clarias isheriensis* Sydenham. *Aquaculture Research*. 1992. Vol. 23. No. 2. P. 175–182. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1992.tb00608.x>
53. Fagbenro O. A., Nwanna L. C. Dietary Tryptophan Requirement of the African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture*. 1999. Vol. 9. No. 1. P. 65–72. URL: https://doi.org/10.1300/j028v09n01_06

54. Fagbenro O. A., Nwanna L. C., Adebayo O. T. Dietary Arginine Requirement of the African Catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture*. 1999. Vol. 9. No. 1. P. 59–64. URL: https://doi.org/10.1300/j028v09n01_05
55. FAO: North African catfish home. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/north-african-catfish/north-african-catfish-home/en/>
56. Farhat F., Khan M. A. Dietary lysine requirement of fingerling stingray catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch) for optimizing growth, feed conversion, protein and lysine deposition. *Aquaculture Research*. 2011. Vol. 44. No. 4. P. 523–533. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03054.x>
57. Fekadu Gemedem H., Ratta N. Antinutritional factors in plant foods: potential health benefits and adverse effects. *International journal of nutrition and food sciences*. 2014. Vol. 3. No. 4. P. 284–289. URL: <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140304.18>
58. Fontainhas-Fernandes A., Gomes E., Reis-Henriques M. A., Coimbra J. Replacement of Fish Meal by Plant Proteins in the Diet of Nile Tilapia: Digestibility and Growth Performance. *Aquaculture International*. 1999. Vol. 7. No. 1. P. 57–67. URL: <https://doi.org/10.1023/a:1009296818443>
59. Food and Agriculture Organization of the United Nations. State of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals. Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
60. Francesco M. DE, Parisi G., Pérez-Sánchez J., Gómez-Ré Queni P., Médale F., Kaushik S. J., Mecatti M., Poli B. M. Effect of high-level fish meal replacement by plant proteins in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on growth and body/fillet quality traits. *Aquaculture Nutrition*. 2007. Vol. 13. No. 5. P. 361–372. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00485.x>
61. Francis G., Makkar H. P. S., Becker K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*.

2001. Vol. 199. No. 3–4. P. 197–227. URL: [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(01)00526-9)

62. Gallagher M. L. The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis*×*M. chrysops*). *Aquaculture*. 1994. Vol. 126. No. 1–2. P. 119–127. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)90253-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90253-4)

63. Gatlin D. M., Barrows F. T., Brown P., Dabrowski K., Gaylord T. G., Hardy R. W., Herman E., Hu G., Kroghdahl Å., Nelson R., Overturf K., Rust M., Sealey W., Skonberg D., Souza E. J., Stone D., Wilson R., Wurtele E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture research*. 2007. Vol. 38. No. 6. P. 551–579. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>

64. Giri I. N. A., Sentika A. S., Suwirya K., Marzuqi M. Kandungan asam amino lisin optimal dalam pakan untuk pertumbuhan benih ikan kerapu sunu, *Plectropomus leopardus*. *Jurnal Riset Aquakultur*. 2016. Vol. 4. No. 3. P. 357–366. URL: <https://doi.org/10.15578/jra.4.3.2009.357-366>

65. Gomes E. F., Rema P., Kaushik S. J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture*. 1995. Vol. 130. No. 2–3. P. 177–186. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00211-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00211-6)

66. Gorisse S. H. The anabolic properties of wheat protein (hydrolysate) compared to casein and whey protein: a randomized trial. *Dietary factors modulating postprandial protein handling*. 2016. P. 77–101.

67. Guo B., Huang L., Li X., Chen Yu., Huang T., Ma L., Leng X. Effects of fermented soybean meal substituting plant protein and fish meal on growth, flesh quality, and intestinal microbiota of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture nutrition*. 2023. Vol. 2023. P. 1–14. URL: <https://doi.org/10.1155/2023/6649754>

68. Hamid, Thakur N., Kumar P. Anti-nutritional factors, their adverse effects and need for adequate processing to reduce them in food. *Agric INTERNATIONAL*. 2017. Vol. 4. No. 1. P. 56–60. URL: <https://doi.org/10.5958/2454-8634.2017.00013.4>

69. Hansen A.-C., Hemre G.-I., Karlsen Ø., Koppe W., Rosenlund G. Do plant-based diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) need additions of crystalline lysine or methionine? *Aquaculture nutrition*. 2011. Vol. 17. No. 2. P. e362–e371. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00770.x>
70. Harding D. E., Allen O. W., Wilson R. P. Sulfur Amino Acid Requirement of Channel Catfish: L-Methionine and L-Cystine. *The Journal of Nutrition*. 1977. Vol. 107. No. 11. P. 2031–2035. URL: <https://doi.org/10.1093/jn/107.11.2031>
71. Hasan M. A., Jafri A. K. Optimum feeding rate, and energy and protein maintenance requirements of young *Clarias batrachus* (L.), a cultivable catfish species. *Aquaculture Research*. 1994. Vol. 25. No. 4. P. 427–438. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1994.tb00708.x>
72. Haylor G. S. The culture of African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) in Africa, with particular reference to controlled hatchery production: thesis. 1992. URL: <http://hdl.handle.net/1893/3267>
73. He M., Li Xi., Poolsawat L., Guo Z., Yao W., Zhang Ch., Leng Xi. Effects of fish meal replaced by fermented soybean meal on growth performance, intestinal histology and microbiota of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture Nutrition*. 2020. Vol. 26. No. 4. P. 1058–1071. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.13064>
74. He M., Yu Yi., Li Xi., Poolsawat L., Yang P., Bian Yu., Guo Zi., Leng Xi. An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in the diets of largemouth bass (*Micropterus salmoides*): Growth, nutrition utilization and intestinal histology. *Aquaculture Research*. 2020. Vol. 51. No. 10. P. 4302–4314. URL: <https://doi.org/10.1111/are.14774>
75. Hecht T. The culture of sharptooth catfish, *clarias gariepinus*, in southern africa. Foundation for Research Development, CSIR, 1988. 133 p.
76. Hecht T., Appelbaum S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Claias gariepinus* (Clariidae: pisces)

under controlled conditions. *Journal of zoology*. 1988. Vol. 214. No. 1. P. 21–44.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb04984.x>

77. Hecht T., Uys W., Britz P. J. The culture of sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*, in southern Africa. South African National Scientific Programmes Report. 1988. No. 153. 146 p.

78. Heinsbroek L. T. N., Van Thoor R. M. H., Elizondo L. J. The effect of feeding level on the apparent digestibilities of nutrients and energy of a reference diet for the European eel, *Anguilla anguilla* L. and the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). In: The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture. Proc. Third Int. Symp. on Feeding and Nutrition in Fish., Aug. 28-Sept. 1, Toba, Japan, 1989, Takeda M., T. Watanabe eds. 1990. P. 175–188.

79. Henken A. M., Kleingeld D. W., Tijssen P. A. T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Aquaculture*. 1985. Vol. 51. No. 1. P. 1–11. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90235-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90235-2)

80. Henken A. M., Machiels M. A. M., Dekker W., Hogendoorn H. The effect of dietary protein and energy content on growth rate and feed utilization of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 1986. Vol. 58. No. 1–2. P. 55–74. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90156-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90156-0)

81. Hien T. T. T., Tuan L., Tu T. L. C., Tam B. M. Dietary protein requirement of bighead catfish (*Clarias macrocephalus* Gunther, 1864) fingerling. *International journal of scientific and research publications (IJSRP)*. 2018. Vol. 8. Iss. 11. P. 200–205. URL: <https://doi.org/10.29322/ijsrp.8.11.2018.p8326>

82. Hoffman L. C., Prinsloo J. F., Rukan G. Partial replacement of fish meal with either soybean meal, brewers yeast or tomato meal in the diets of African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. *Water SA*. 1997. Vol. 2. No. 23. P. 181–186.

83. Hogendoorn H. Growth and production of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.). *Aquaculture*. 1983. Vol. 35. P. 1–17.
URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90066-2)

84. Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/affris/docs/North_African_Catfish/English/table_4.htm
85. Huisman E. A., Richter C. J. J. Reproduction, growth, health control and aquacultural potential of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 1987. Vol. 63. No. 1–4. P. 1–14. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90057-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90057-3)
86. Idodo-Umeh G. Diel variations in the fish species of River Ase, Niger Delta, Nigeria. *Tropical Freshwater Biology*. 2006. Vol. 12. No. 1. URL: <https://doi.org/10.4314/tfb.v12i1.20876>
87. Irabor A. E., Obakanurhe O., Oster N., Paterson A. Duckweed (*Lemna minor*) meal as partial replacement for fish meal in catfish (*Clarias gariepinus*) juvenile diets. *Livestock research for rural development*. 2022. Vol. 34. No 1.
88. Jia S., Li Xi., He W., Wu G. Protein-Sourced feedstuffs for aquatic animals in nutrition research and aquaculture. *Advances in experimental medicine and biology*. 2021. Vol. 1354. P. 237–261. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85686-1_12
89. Jiang H., Bian F., Zhou H., Wang Xu., Wang K., Mai K., He G. Nutrient sensing and metabolic changes after methionine deprivation in primary muscle cells of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2017. Vol. 50. P. 74–82. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.08.015>
90. Jiang J., Shi D., Zhou X.-Q., Feng L., Liu Y., Jiang W.-D., Wu P., Tang L., Wang Y., Zhao Y. Effects of lysine and methionine supplementation on growth, body composition and digestive function of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fed plant protein diets using high-level canola meal. *Aquaculture Nutrition*. 2016. Vol. 22. P. 1126–1133.
91. Kari Z. A., Goh K. W., Edinur H. A., Mat Kh., Khalid H.-N. M., Rusli N. D., Sukri S. A. M., Harun H. Ch., Wei L. S., Hanafiah M. H. B. M. A., Rahman M. M., Razab M. K. A. A., Wee W., Ariff N. Sh. N. A., Dawood M. A. O. Palm date meal as a non-traditional ingredient for feeding aquatic animals: a review.

Aquaculture reports. 2022. Vol. 25. Article number 101233.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101233>

92. Kari Z. A., Kabir M. A., Dawood M. A. O., Razab M. K. A. A., Ariff N. S. N.A., Sarkar T., Pati S., Edinur H. A., Mat Kh., Ismail T. A., Wei L. S. Effect of fish meal substitution with fermented soy pulp on growth performance, digestive enzyme, amino acid profile, and immune-related gene expression of African catfish (*Clarias gariepinus*). Aquaculture. 2022. Vol. 546. P. 737418.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737418>

93. Kari Z. A., Kabir M. A., Mat Kh., Rusli N. D., Razab M. Kh. A. A., Ariff N. Sh. N. A., Edinur H. A., Rahim M. Z. A., Pati S., Dawood M. A. O., Wei L. S. The possibility of replacing fish meal with fermented soy pulp on the growth performance, blood biochemistry, liver, and intestinal morphology of African catfish (*Clarias gariepinus*). Aquaculture reports. 2021. Vol. 21. Article number 100815.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100815>

94. Kari Z. A., Wee W., Hamid N. Kh. A., Mat Kh., Rusli N. D., Khalid H. N. M. Recent advances of phytobiotic utilization in carp farming: a review. Aquaculture nutrition. 2022. Vol. 2022. P. 1–10.
URL: <https://doi.org/10.1155/2022/7626675>

95. Khan M. A., Jafri A. K. On the dietary protein requirement of *Clarias batrachus* Linnaeus. J. Aquac. Trop. 1990. Vol. 5. P. 191–198.

96. Lanna E. A. T., Bomfim M. A. D., Ribeiro F. B., Quadros M. Feeding frequency of Nile tilapia fed rations supplemented with amino acids. Revista Caatinga. 2016. Vol. 29. No. 2. P. 458–464. URL: <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n223rc>

97. Lawrence M. J., Raby G. D., Teffer A. K., Jeffries K. M., Danylchuk A. J., Eliason E. J., Hasler C. T., Clark T. D., Cooke S. J. Best practices for non-lethal blood sampling of fish via the caudal vasculature. Journal of Fish Biology. 2020. Vol. 97. No. 1. P. 4–15. URL: <https://doi.org/10.1111/jfb.14339>

98. Lei Wang., Zhou H., He R., Xu W., Mai K., He G. Effects of soybean meal fermentation by lactobacillus plantarum P8 on growth, immune responses, and

intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*. 2016. Vol. 464. P. 87–94. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.026>

99. Li Ch., Zhang B., Liu Ch., Zhou H., Wang X., Mai K., He G. Effects of dietary raw or enterococcus faecium fermented soybean meal on growth, antioxidant status, intestinal microbiota, morphology, and inflammatory responses in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Fish & shellfish immunology*. 2020. Vol. 100. P. 261–271. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.070>

100. Li L., Song Ji., Peng Ch., Yang Z., Wang L., Lin Ju., Li L., Huang Zh., Gong B. Co-occurrence network of microbes linking growth and immunity parameters with the gut microbiota in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after feeding with fermented soybean meal. *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 26. Article number 101280. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101280>

101. Li M. H., Robinson E. H. Effects of supplemental lysine and methionine in low protein diets on weight gain and body composition of young channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*. 1998. Vol. 163. No. 3–4. P. 297–307. URL: [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(98\)00239-7](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(98)00239-7)

102. Liang X. F., Hu L., Dong Y. C., Wu X. F., Qin Y. C., Zheng Y. H., Shi D. D., Xue M., Liang X. F. Substitution of fish meal by fermented soybean meal affects the growth performance and flesh quality of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). *Animal feed science and technology*. 2017. Vol. 229. P. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.006>

103. Lumbard L. M. Utilization of Crystalline Lysine by Palmetto Bass, *Morone saxatilis* Female X *Morone chrysops* Male. Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. 1997. 138 p.

104. Lund I., Dalsgaard Jo., Rasmussen H. T., Holm Jø., Jokumsen A. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. *Aquaculture*. 2011. Vol. 321. No. 3–4. P. 259–266. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.09.028>

105. Machiels M. A. M., Henken A. M. A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 1986. Vol. 56. No. 1. P. 29–52. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90288-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90288-7)
106. Machiels M. A. M., Henken A. M. A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 1987. Vol. 60. No. 1. P. 33–53. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90356-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90356-5)
107. Machiels M. A. M., Henken A. M. Growth rate, feed utilization and energy metabolism of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), as affected by dietary protein and energy content. *Aquaculture*. 1985. Vol. 44. No. 4. P. 271–284. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90226-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90226-1)
108. Machiels M. A. M., Van Dam A. A. A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*. 1987. Vol. 60. No. 1. P. 55–71. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90357-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90357-7)
109. Mai K., Wan Ju., Ai Qi., Xu W., Liufu Z., Zhang L., Zhang Ch., Li H. Dietary methionine requirement of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* R. *Aquaculture*. 2006. Vol. 253. No. 1–4. P. 564–572. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.010>
110. Manickavasagan A., Lim L.-T., Ali A. Plant protein foods. Cham: Springer International Publishing. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-91206-2>
111. Manual on seed production of african catfish (*Clarias gariepinus*). Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations.
112. Martínez Yo., Li Xu., Liu G., Bin P., Yan W., Más D., Valdivié M., Hu Ch.-A. A., Ren W., Yin Yu. The role of methionine on metabolism, oxidative stress, and diseases. *Amino Acids*. 2017. Vol. 49. No. 12. P. 2091–2098. URL: <https://doi.org/10.1007/s00726-017-2494-2>
113. Matani Bour H. A., Esmaeili M., Abedian Kenari A. Growth performance, muscle and liver composition, blood traits, digestibility and gut bacteria of beluga (*Huso huso*) juvenile fed different levels of soybean meal and lactic acid.

Aquaculture nutrition. 2018. Vol. 24. No. 4. P. 1361–1368. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12673>

114. Mato J. M., Corrales F. J., Lu Sh. C., Avila M. A. S-Adenosylmethionine: a control switch that regulates liver function. *The Faseb Journal*. 2002. Vol. 16. No. 1. P. 15–26. URL: <https://doi.org/10.1096/fj.01-0401rev>

115. Mookerjee H. K., Mazumdar S. R. Some aspects of the life history of *Clarias batrachus* (Linn.). *Proc. Zool. Soc. Bengal*, 1950. Vol. 3. P. 71–79.

116. Mwebaza-Ndawula L. Food and feeding habits of *Clarias mossambicus* from four areas in the Lake Victoria basin, East Africa. *Environmental Biology of Fishes*. 1984. Vol. 10. No. 1–2. P. 69–76. URL: <https://doi.org/10.1007/bf00001663>

117. Ng W.-K., Ang L.-P., Liew F.-L. An evaluation of mineral supplementation of fish meal-based diets for African catfish. *Aquaculture international*. 2001. Vol. 9. No. 3. P. 273–283. URL: <https://doi.org/10.1023/a:1015359715815>

118. Nose T., Lee D. L. A Note on Amino Acids Essential for Growth of Young Carp. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1974. Vol. 40. P. 903–908.

119. Nwana L. C., Lemme A., Metwally A., Schwarz F. J. Response of common carp (*Cyprinus carpio* L.) to supplemental DL-methionine and different feeding strategies. *Aquaculture*. 2012. Vol. 356–357. P. 365–370. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.044>

120. Ortuno J., Cuesta A., Rodriguez A., Esteban M. A., Meseguer J. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2002. Vol. 85. Iss. 1–2. P. 41–50.

121. Osuigwe D. I., Obiekezie A. I., Ogunji J. O. Preliminary evaluation of jackbean (*Canavalia ensiformis* L.DC) seed meal as a substitute for fishmeal in diets for *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *International journal of agriculture and rural development*. 2007. Vol. 9. No. 1. URL: <https://doi.org/10.4314/ijard.v9i1.2656>

122. Ovie S. O., Eze S. Effect of supplementing methionine in *Clarias gariepinus* fry diet. Report Opinion. 2010. Vol. 2. No. 84–88. P. 84–88.

123. Ovie S., Eze S. Utilization of *Saccharomyces cerevisiae* in the partial replacement of fishmeal in *Clarias gariepinus* diets. International Journal of Advance Agricultural Research. 2014. Vol. 2. P. 83–88.

124. Oyedokun J., Ogunwole O., Oyelese O. Growth Performance and Blood Profile of *Clarias Gariepinus* fed Processed Soybean Based Diets Supplemented With Amino Acids. International journal of scientific & technology research. 2019. Vol. 8. Iss. 10.

125. Patra B. C., Ray A. K. Performance of the air-breathing fish, *Clarias batrachus* (Linn.) at variable dietary protein levels. Indian J. Anirn. Sci. 1988. Vol. 58. P. 882–886.

126. Peres H., Oliva-Teles A. The effect of dietary protein replacement by crystalline amino acid on growth and nitrogen utilization of turbot *Scophthalmus maximus* juveniles. Aquaculture. 2005. Vol. 250. No. 3–4. P. 755–764. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.046>

127. Phillips A. M. Nutrition, Digestion, and Energy Utilization. Fish Physiology. 1969. P. 391–432. URL: [https://doi.org/10.1016/s1546-5098\(08\)60088-6](https://doi.org/10.1016/s1546-5098(08)60088-6)

128. Phinyo M., Pumma S., Thinjan Ph., Wangkahart E., Soonthornchai W. Effects of dietary fermented soybean meal with *Thua nao* starter on the growth performance, body composition, and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture reports. 2024. Vol. 34. Article number 101890. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101890>

129. Plakas S. M., Katayama T. Apparent digestibilities of amino acids from three regions of the gastrointestinal tract of carp (*Cyprinus carpio*) after ingestion of a protein and a corresponding free amino acid diet. Aquaculture. 1981. Vol. 24. P. 309–314. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(81\)90065-x](https://doi.org/10.1016/0044-8486(81)90065-x)

130. Poppi D. A., Moore S. S., Glencross B. D. Redefining the requirement for total sulfur amino acids in the diet of barramundi (*Lates calcarifer*) including

assessment of the cystine replacement value. *Aquaculture*. 2017. Vol. 471. P. 213–222. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.01.009>

131. Primaningtyas A. W., Hastuti S., Subandiyono. Performa produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dalam sistem budidaya berbeda. *J Aquac Manag Technol*. 2015. Vol. 4. No. 4. P. 51–60.

132. Putra I., Rusliadi R., Fauzi M., Tang U. M., Muchlisin Z. A. Growth performance and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* fed a commercial diet and reared in the biofloc system enhanced with probiotic. *Research note*. 2017. Vol. 6. Article number 1545. URL: <https://doi.org/10.12688/f1000research.12438.1>

133. Rahimnejad S., Zhang Ji.-Ji., Wang L., Sun Yu., Zhang Ch. Evaluation of *Bacillus pumillus* SE5 fermented soybean meal as a fish meal replacer in spotted seabass (*Lateolabrax maculatus*) feed. *Aquaculture*. 2021. Vol. 531. Article number 735975. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735975>

134. Rahmdel K. Ja., Noveirian H. A., Falahatkar B., Lashkan A. B. Effects of replacing fish meal with sunflower meal on growth performance, body composition, hematological and biochemical indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Archives of polish fisheries*. 2018. Vol. 26. No. 2. P. 121–129. URL: <https://doi.org/10.2478/aopf-2018-0013>

135. Ramachandran S., Ray A. K. Nutritional evaluation of fermented black gram (*Phaseolus mungo*) seed meal in compound diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Journal of applied ichthyology*. 2007. Vol. 23. No. 1. P. 74–79. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00772.x>

136. Rasowo J., Okoth O. E., Ngugi C. C. Effects of formaldehyde, sodium chloride, potassium permanganate and hydrogen peroxide on hatch rate of African catfish *Clarias gariepinus* eggs. *Aquaculture*. 2007. Vol. 269. No. 1–4. P. 271–277. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.087>

137. Rawles S. D., Thompson K. R., Brady Y. J., Metts L. S., Aksoy M. Y., Gannam A. L., Twibell R. G., Ostrand S., Webster C. D. Effects of replacing fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reduced protein level on the performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone*

chrysops×*M. saxatilis*). *Aquaculture Nutrition*. 2010. Vol. 17. No. 3. P. e708–e721. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00831.x>

138. Robinson E. H., Li M. H. Low Protein Diets for Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Raised in Earthen Ponds at High Density. *Journal of the World Aquaculture Society*. 1997. Vol. 28. No. 3. P. 224–229. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1997.tb00637.x>

139. Robinson E. H., Li M. H., Manning B. B. A practical guide to nutrition, feeds, and feeding of catfish (second revision). Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Bulletin. 2001. Bulletin 1113. 44 p.

140. Rombenso A., Crouse C., Trushenski J. Comparison of traditional and fermented soybean meals as alternatives to fish meal in hybrid striped bass feeds. *North american journal of aquaculture*. 2013. Vol. 75. No. 2. P. 197–204. URL: <https://doi.org/10.1080/15222055.2012.756440>

141. Rosa R., Bandarra N. M., Nunes M. L. Nutritional quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): a positive criterion for the future development of the European production of Siluroidei. *International journal of food science & technology*. 2007. Vol. 42. No. 3. P. 342–351. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01256.x>

142. Sahu A. K., Sahoo S. K., Giri S. S. Efficacy of water hyacinth compost in nursery ponds for larval rearing of Indian major carp, *Labeo rohita*. *Bioresource technology*. 2002. Vol. 85. No. 3. P. 309–311. URL: [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(02\)00100-1](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(02)00100-1)

143. Sheikhlar A., Goh Yo. M., Ebrahimi M., Romano N., Webster C. D., Alimon A. R., Daud H., Javanmard A. Replacement of dietary fishmeal for fenugreek seed meal on the growth, body composition, innate immunological responses and gene expression of hepatic insulin-like growth factors in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture Nutrition*. 2018. Vol. 24. No. 6. P. 1718–1728. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12806>

144. Shiu Ya-Li, Hsieh Shu-L., Guei W.-Ch., Tsai Yi.-T., Chiu Ch.-H., Liu Ch.-H. Using *Bacillus subtilis* E20-fermented soybean meal as replacement for fish

meal in the diet of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*, Hamilton). Aquaculture research. 2013. Vol. 46. No. 6. P. 1403–1416. URL: <https://doi.org/10.1111/are.12294>

145. Singh K., Singh R. P. Effect of different levels of protein on the absorption efficiency in siluroid catfish *Clarias batrachus* (Linn.). Isr. J. Aquac. 1992. Vol. 44. P. 3–6.

146. Singh S., Khan M. A. Dietary arginine requirement of fingerling hybrid *Clarias* (*Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*). Aquaculture Research. 2006. Vol. 38. No. 1. P. 17–25. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01618.x>

147. Slawski H., Adem H., Tressel R.-P., Wysujack K., Koops U., Kotzamanis Y., Wuertz S., Schulz C. Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture international. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 443–453. URL: <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9476-2>

148. Smith G. A., De Beer K. Processing of *clarias gariepinus* and product presentation. The culture of sharptooth Catfish. 1988. P. 73–80.

149. Soetan K. O., Oyewole O. E. The need for adequate processing to reduce the antinutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: a review. African journal of food science. 2009. No. 3. P. 223–232.

150. Spataru P., Viveen W. J. A. R., Gophen M. Food composition of *Clarias gariepinus* (= *C. lazera*) (Cypriniformes, Clariidae) in lake Kinneret (Israel). Hydrobiologia. 1987. Vol. 144. No. 1. P. 77–82. URL: <https://doi.org/10.1007/bf00008053>

151. Subasinghe R., Soto D., Jia J. Global aquaculture and its role in sustainable development. Reviews in aquaculture. 2009. Vol. 1. No. 1. P. 2–9. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>

152. Tacon A. G. J., Hasan M. R., Metian M. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. FAO, 2011. No. 564. 87 p.

153. Teshima S. Effects of methionine-enriched plastein supplemented to soybean protein based diets on common carp, *Cyprinus carpio* and tilapia *Oreochromis niloticus*. The Second Asia Fisheries Forum. The Asian Fisheries Society. 1990. P. 279–282.
154. Teugels G., Adriaens D. Catfishes. Science Publishers, 2003. 487 p.
155. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. FAO, 2020. URL: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
156. Tiamiyu L. O., Okomoda V. T., Iber B. Growth response of *Clarias gariepinus* fingerlings fed diet substituted groundnut cake meal and cotton seed meal. Livestock Research for Rural Development. 2013. Vol. 25. No. 5. 2013.
157. Uys W. Aspects of the nutritional physiology and dietary requirements of juvenile and adult sharp tooth catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). PhD Thesis, Rhodes University, South Africa, 1989. 190 p.
158. Uys W., Hecht T., Walters M. Changes in digestive enzyme activities of *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae) after feeding. Aquaculture. 1987. Vol. 63. No. 1–4. P. 243–250. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90076-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90076-7)
159. Van den Borne J. J. Nutrient Synchrony in Preruminant Calves. PhD thesis: Wageningen University, The Netherlands., 2006. P. 2–7.
160. Vasylev A. A., Kiyashko V. V., Maspanova S. A. Reserves for increasing fish productivity. Agrarian scientific journal. 2013. № 2. P. 14–16.
161. Venkatesh B., Mukherji A. P., Mukhopadhyay P. K., Dehadrai P. V. Growth and metabolism of the catfish *Clarias batrachus* (Linn.) fed with different experimental diets. Proceedings: Animal Sciences. 1986. Vol. 95. No. 4. P. 457–462. URL: <https://doi.org/10.1007/bf03179382>
162. Verreth J. A. J., Eding E. H. European farming industry of African catfish (*Clarias gariepinus*): facts and figures. Aquaculture Europe Magazine. 1993. Vol. 18. P. 6–13.
163. Verreth J., Eding E. H., Rao G. R. M., Huskens F., Segner H. A. Review of Feeding Practices, Growth and Nutritional Physiology in Larvae of the Catfishes

Clarias gariepinus and *Clarias batrachus*. World Aquaculture Society. 1993. Vol. 24. No. 2. P. 135–144. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1993.tb00002.x>

164. Wachirachaikarn A., Rungsin W., Srisapoome P., Na-Nakorn U. Crossing of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), strains based on strain selection using genetic diversity data. *Aquaculture*. 2009. Vol. 290. No. 1–2. P. 53–60. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.01.036>

165. Wang P., Zhou Q., Feng Ji., He Ji., Lou Yu., Zhu Ju. Effect of dietary fermented soybean meal on growth, intestinal morphology and microbiota in juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. *Aquaculture research*. 2019. Vol. 50. No. 3. P. 748–757. URL: <https://doi.org/10.1111/are.13929>

166. Wang Y. Y., Che J. F., Tang B. B., Yu S. L., Wang Y. Y., Yang Y. H. Dietary methionine requirement of juvenile *Pseudobagrus ussuriensis*. *Aquaculture nutrition*. 2015. Vol. 22. No. 6. P. 1293–1300. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12335>

167. Welker T., Barrows F., Overturf K., Gaylord G., Sealey W. Optimizing zinc supplementation levels of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical type fishmeal- and plant-based diets. *Aquaculture nutrition*. 2015. Vol. 22. No. 1. P. 91–108. URL: <https://doi.org/10.1111/anu.12232>

168. Xie F., Ai Q., Mai K., Xu W., Wang X. Dietary lysine requirement of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson 1846) larvae. *Aquaculture research*. 2011. Vol. 43. No. 6. P. 917–928. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02906.x>

169. Yamada S., Tanaka Y., Katayama T. Feeding Experiments with Carp Fry Fed an Amino Acid Diet by Increasing the Number of Feedings Per Day. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 1981. Vol. 47. No. 9. Article number 1247. URL: <https://doi.org/10.2331/suisan.47.1247>

170. Yamamoto T., Iwashita Y., Matsunari H., Sugita T., Furuita H., Akimoto A., Okamatsu K., Suzuki N. Influence of fermentation conditions for soybean meal in a non-fish meal diet on the growth performance and physiological condition

of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 2010. Vol. 309. No. 1–4. P. 173–180. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.021>

171. Yang H., Bian Yu., Huang L., Lan Q., Ma L., Li Xi., Leng Xi. Effects of replacing fish meal with fermented soybean meal on the growth performance, intestinal microbiota, morphology and disease resistance of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 22. Article number 100954. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100954>

172. Yuan Y. C., Lin Y. C., Yang H. J., Gong Y., Gong S. Y., Yu D. H. Evaluation of fermented soybean meal in the practical diets for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. *Aquaculture nutrition*. 2012. Vol. 19. No. 1. P. 74–83. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00939.x>

173. Yun B., Ai Qi., Mai K., Xu W., Qi G., Luo Yi. Yiwen Luo Synergistic effects of dietary cholesterol and taurine on growth performance and cholesterol metabolism in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) fed high plant protein diets. *Aquaculture*. 2012. Vol. 324–325. P. 85–91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.10.012>

174. Zakaria M. Kh., Kari Z. A., Doan H. V., Kabir M. A., Harun H. Ch., Sukri S. A. M., Goh Kh. W., Wee W., Khoo M. I., Wei L. S. Fermented soybean meal (FSBM) in african catfish (*Clarias gariepinus*) diets: effects on growth performance, fish gut microbiota analysis, blood haematology, and liver morphology. *Life*. 2022. Vol. 12. No. 11. Article number 1851. URL: <https://doi.org/10.3390/life12111851>

175. Zarate D. D., Lovell R. T., Payne M. Effects of feeding frequency and rate of stomach evacuation on utilization of dietary free and protein-bound lysine for growth by channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture Nutrition*. 1999. Vol. 5. No. 1. P. 17–22. URL: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1999.00083.x>

176. Zhang Q., Li F., Guo M., Qin M., Wang Ji., Yu H., Xu Ji., Liu Yo., Tong T. Growth performance, antioxidant and immunity capacity were significantly affected by feeding fermented soybean meal in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Animals*. 2023. Vol. 13. No. 5. Article number 945. URL: <https://doi.org/10.3390/ani13050945>

177. Zhang Xi., Wang H., Zhang Ji., Lin B., Chen L., Wang Qi., Li G., Deng J. Utilization of different lysine isomers: A case study on the growth, metabolic enzymes, antioxidant capacity and muscle amino acid composition in *Macrobrachium rosenbergii*. *Animal Feed Science and Technology*. 2021. Vol. 280. Article number 115078. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115078>
178. Zhao Ye, Li Jin-Ya., Jiang Q., Zhou Xi.-Qi., Feng L., Liu Ya., Jiang W.-D., Wu P., Zhou Ji., Zhao Ju., Jiang Ju. Leucine Improved Growth Performance, Muscle Growth, and Muscle Protein Deposition Through AKT/TOR and AKT/FOXO3a Signaling Pathways in Hybrid Catfish *Pelteobagrus vachelli*×*Leiocassis longirostris*. *Cells*. 2020. Vol. 9. No. 2. Article number 327. URL: <https://doi.org/10.3390/cells9020327>
179. Zheng Wembiao, Pan Jionghua, Liu Wensheng. Culture of catfish in China. *Aquaculture*. 1988. Vol. 75. No. 1–2. P. 35–44. URL: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90019-1)
180. Zhou F., Shao J., Xu R., Ma J., Xu Z. Quantitative L-lysine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*). *Aquaculture nutrition*. 2010. Vol. 16. No. 2. P. 194–204. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00651.x>
181. Zhou F., Song W., Shao Qi., Peng Xi., Xiao Ji., Hua Yi., Owari B. N. Partial replacement of fish meal by fermented soybean meal in diets for black sea bream, *acanthopagrus schlegelii*, juveniles. *Journal of the world aquaculture society*. 2011. Vol. 42. No. 2. P. 184–197. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00455.x>
182. Zhou F., Xiao J. X., Hua Y., Ngandzali B. O., Shao Q. J. Dietary l-methionine requirement of juvenile black sea bream (*Sparus macrocephalus*) at a constant dietary cystine level. *Aquaculture Nutrition*. 2010. Vol. 17. No. 5. P. 469–481. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00823.x>
183. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Енергетична поживність та перетравність поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). *Таврійський науковий вісник* 2023. № 132. С. 274–280. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.33>

184. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Ефективність використання комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 при вирощуванні кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) до товарної маси. Агроекологічний журнал. 2023. № 4. С. 73–79. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293756>

185. Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю. Продуктивність молодняку кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за використання комбікорму з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. № 3. С. 16–21. URL: <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.3.3>

186. ДСТУ ISO 13906:2013 Корми для тварин. Метод визначання вмісту кислотного-детергентної клітковини (КДК) і кислотного-детергентного лігніну (КДЛ). Чинний від 01.01.2011. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.

187. ДСТУ ISO 5985:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи, нерозчинної в соляній кислоті (ISO 5985:2002, IDT). Чинний від 01.01.2006. Київ: Держстандарт України, 2006. 16 с.

188. ДСТУ ISO 6496:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин. Чинний від 01.07.2006. Київ: Держстандарт України, 2006. 16 с.

189. ДСТУ 7169:2010 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначання вмісту азоту й сирового протеїну. Чинний від 01.07.2011. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 16 с.

190. ДСТУ 8844:2019 Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення сирової клітковини. Чинний від 01.09.2020. Київ: Держспоживстандарт України, 2020. 16 с.

191. ДСТУ ISO 6492:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT). Чинний від 01.07.2005. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 16 с.

192. Ібатуллін І. І., Мельник Ю. Ф., Отченашко В. В., Сичов М. Ю., Кривенок М. Я., Чигрин А. І., Кондратюк В. М., Ільчук І. І., Уманець Д. П., Яценко О. В., Баланчук І. М., Голубєв М. І., Кононенко В. К., Столюк В. Д.,

Панасенко Ю. О. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник. Житомир: ПП «Рута», 2015. 432 с.

193. Інтенсивні технології в аквакультурі / Р. В. Кононенко та ін. Київ : Центр учб. літ., 2016. 410 с.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Енергетична поживність та перетравність поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Таврійський науковий вісник 2023. № 132. С. 274–280. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення енергетичної поживності та перетравності поживних речовин соєвого ферментованого шроту EP500 для кларієвого сома (Clarias gariepinus). Сичовим М. Ю. взято участь у розробленні наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

2. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Продуктивність молодняка кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за використання комбікорму з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. 2023. № 3. С. 16–21. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення продуктивності молодняка кларієвого сома (Clarias gariepinus) за використання комбікорму з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500. Сичовим М. Ю. взято участь у розробці наукової гіпотези, схеми досліджень, здійснено науковий супровід).*

3. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Ефективність використання комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 при вирощуванні кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) до товарної маси. Агроєкологічний журнал. 2023. № 4. С. 73–79. *(Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних джерел, здійснено дослідження щодо встановлення ефективності використання комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 при вирощуванні кларієвого сома (Clarias gariepinus) до товарної маси. Сичовим М. Ю. взято участь у розробці наукової гіпотези, схеми*

досліджень, здійснено науковий супровід).

Тези наукових доповідей

4. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Амінокислотне живлення африканського сома (*Clarias gariepinus* (Burchell 1822)). Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 75-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 березня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 149–150. (Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).

5. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Потреба риб у лізині. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 76-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 18–19 травня 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 141–143. (Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).

6. **Вознюк Р. Р.**, Сичов М. Ю. Джерела протеїну в годівлі риб. Сучасні технології у тваринництві та рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми: 77-та Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ 5–6 квітня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 130–131. (Вознюком Р. Р. проведено аналіз літературних даних. Сичовим М. Ю. здійснено науковий супровід).

Склад преміксу для риб на 1 кг

Компонент	Одиниця виміру	Кількість
Вітамін А	МО	5000
Вітамін D	МО	2000
Вітамін Е	мг	300
Вітамін К ₃	мг	10
Залізо	мг	50
Марганець	мг	40
Цинк	мг	30
Мідь	мг	5



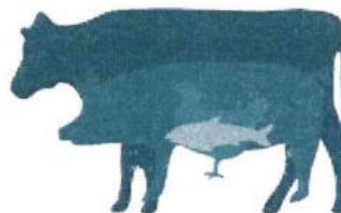
EP500

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ФЕРМЕНТОВАНИЙ ПРОТЕЇН

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Версія: 18-05-2021

EP500 - продукт ферментації соєвого шроту молочнокислими бактеріями. EP500 містить метаболіти ферментації у тому числі молочну кислоту, а також містить молочнокислі бактерії, які стабілізують кишковий мікробіом. Процес ферментації забезпечив високу засвоюваність продукту. EP500 придатний для молодих та чутливих тварин та допомагає підтримувати здоровий та функціональний стан кишечника.



Краще здоров'я
кишечника для
Ваших тварин

ПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ

Речовина	Концентрація
Суха речовина	900 г/кг
Сирий протеїн	505 г/кг
Сирий жир	20 г/кг
Сира клітковина	35 г/кг
Сира зола	65 г/кг
Крохмаль	30 г/кг
Цукор	30 г/кг

ОБМІННА ЕНЕРГІЯ

Тип тварини	Концентрація
ОЕ Свині	14.7 МДж/кг
ОЕ Птиця (бройлер)	10.0 МДж/кг
ОЕ Птиця (несучка)	10.4 МДж/кг

МІНЕРАЛИ

Мінерал	Концентрація
Кальцій	2.6 г/кг
Фосфор	7.2 г/кг
Засв. Фосфор	4.6 г/кг
Натрій	0.3 г/кг
Калій	21.7 г/кг
Хлор	0.4 г/кг

МОЛОЧНА КИСЛОТА ТА МОЛОЧНОКИСЛІ БАКТЕРІЇ

Молочна кислота	60 г/кг
Молочнокислі бактерії*	> 10 ⁶ КУО/г

* Enterococcus faecium (NCIMB 10415)

EP500 - ферментований додатковий корм виготовлений з натуральної рослинної сировини. Показники в Специфікації є середнім значенням даних отриманих в результаті лабораторних досліджень. Допустимі незначні відхилення в фізико-хімічному складі.

АМІНО-КИСЛОТИ	Загальні	Засв. свині	Засв. птиця	Концентрація
Лізин	30.7	27.0	27.3	г/кг
Метіонін	7.2	6.6	6.7	г/кг
Метіонін+цистин	14.3	12.6	13.3	г/кг
Треонін	21.5	19.2	20.2	г/кг
Триптофан	7.0	6.4	6.7	г/кг
Ізолейцин	23.9	21.7	22.5	г/кг
Аргінін	37.1	35.3	35.9	г/кг
Гістидин	13.9	12.4	13.1	г/кг
Лейцин	40.7	37.1	38.6	г/кг
Валін	25.1	22.5	23.0	г/кг
Фенілаланін	27.3	25.1	25.9	г/кг
Тірозин	18.7	17.0	17.6	г/кг

АНТИПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ

Інгібітор трипсину	< 0.5	мг/г
β-конгліцінін	< 0.5	мг/г
Лектини	< 0.05	мг/г
Рафіноза та стахіоза	< 0.5	%



Затверджую
Проректор з науково-педагогічної
роботи



Оксана ТОНХА

«25»

М.П.

березня 2024 р.

А К Т

про впровадження/використання результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня доктора філософії у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему: **Експериментальне обґрунтування використання ферментованого соєвого шроту у годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)** – є частиною проведених досліджень за науковим проектом «Науково-практичне обґрунтування протеїнового живлення тварин» № держреєстрації 0122U001640 (2022-2023 рр.) та представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю «Годівля риб» для студентів спеціальності 207 – «Водні біоресурси та аквакультура»; «Годівля тварин та технологія кормів» для студентів спеціальності 204 – «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»; у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Декан факультету
 канд. вет. наук, доцент

Руслан КОНОНЕНКО

Завідувач кафедри
 докт. с.-г. наук, професор

Михайло СИЧОВ