

**ВПЛИВ ЗАМІНИ В КОМБІКОРМІ РИБНОГО БОРОШНА
ФЕРМЕНТОВАНИМ СОЄВИМ ШРОТОМ НА
МОРФОЛОГІЧНИЙ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТІЛА МОЛОДІ
КЛАРІЄВОГО СОМА (CLARIAS GARIEPINUS)**

Р. Р. ВОЗНЮК, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-4710-5371>

E-mail: roman_vz@ukr.net

М. Ю. СИЧОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-6319-9876>

E-mail: sychov@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.014](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.014)

Анотація. У статті висвітлені питання впливу згодовування комбікормів з різним рівнем заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом на морфологічний та хімічний склад тіла молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Експериментальні дослідження проводились в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України. Було проведено науково-господарський дослід за методом груп-аналогів тривалістю 56 днів, який був поділений на 4 підперіоди тривалістю 14 днів кожний.

Для досліджу було відібрано 600 екземпляр молоді кларієвого сома середньою масою 25 грам та сформовано за методом аналогів шість груп по 100 екземплярів в кожній – контрольну та 5 дослідних. Годівлю молоді кларієвого сома здійснювали комбікормами, які відрізнялися рівнями введенням ферментованого соєвого шроту. Так, комбікорм контрольної групи в своєму складі мав 36 % рибного борошна без додавання ферментованого соєвого шроту EP500, тоді як в комбікормі 2 групи вміст рибного борошна був знижений до 26 % та додано 10 % ферментованого соєвого шроту EP500.

У комбікормі для 3 групи рівень рибного борошна знизився до 21 % та збільшено рівень ферментованого соєвого шроту EP500 до 15 %. Вміст рибного борошна у комбікормах 4, 5 та 6 груп становив 16 %, 11 % та 0 %, тоді як ферментованого соєвого шроту EP500 в цих групах було відповідно 20 %, 25 % та 36 %.

У кінці досліджу визначали морфологічний і хімічний склад тіла на 10 екземплярах найтиповіших за масою риб. Для вивчення хімічного складу використовували м'язову тканину риб без шкіри. До аналізу всі зразки зберігалися у холодильнику.

Було встановлено, що використання в годівлі молоді кларієвого сома комбікормів з заміною рибного борошна та введення ферментованого соєвого шроту до його складу на рівні 25 – 36 % призвело до збільшення: маси патраної риби з головою на 3,69 ($p \leq 0,05$) – 4,12 % ($p \leq 0,01$); маси тушки на 4,10 – 4,67

($p \leq 0,01$); маси м'язової тканини на 3,99 – 4,98 ($p \leq 0,01$) порівняно з контрольною групою.

При цьому слід зазначити, що згодовування комбікормів з різним рівнем ферментованого соєвого шроту не мала помітного впливу на хімічний склад м'язової тканини молоді кларієвого сома.

Ключові слова: молодь кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), комбікорм, ферментований соєвий шрот, рибне борошно, патрана тушка, хімічний склад

Актуальність. У сфері світового виробництва харчових продуктів вирощування риби в аквакультурі є сектором що розвивається найбільш динамічно. Цей сектор вже забезпечує майже половину світового попиту на рибні продукти та за прогнозами зросте до 60 – 70 % до 2030 року (Subasinghe et al., 2009). 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. Він 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 (Tacon et al., 2011; Slawski et al., 2011).

Для зменшення частки рибного борошна в структурі комбікормів, для риб в цілому та кларієвого сома зокрема, 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 (Elesho et al., 2021; Hoffman et al., 1997; Jia et al., 2021; Fontaínhas-Fernandes et al., 1999).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вченими було проведено ряд досліджень стосовно можливості використання рослинних кормів, які можуть бути включені до складу комбікормів у якості альтернативи рибному борошну (Gatlin et al., 2007). Альтернативні корми рослинного походження можна поділити на три групи залежно від їхнього походження та використання. Перша група – має регіональне значення, вирощуються та використовуються в певних регіонах через їх доступність та придатність для місцевих умов. Друга група – традиційні корми, які широко

Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю.

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.

Група дослідників на чолі з А. Е. Iragor 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 (Iragor et al., 2021).

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

Тому також були досліджені рослинні компоненти, які виробляються у промислових масштабах.

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*) (H. Yang et al., 2020).

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 (He et al., 2020).

Такі самі результати отримав 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 (Azarm and Lee, 2012).

Проведені дослідження на японському сібасі (*Lateolabrax japonicus*) підтвердили, що ферментований соєвий шрот, з додаванням мікробних штамів, може замінити 25 % рибного борошна в комбікормі, при цьому кількість антипоживних речовин після ферментації у порівнянні зі

Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю.

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 (Liang et al., 2017).

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 при цьому позитивний вплив на гістоморфологічні зміни в печінці та активність травних ферментів, що покращує засвоюваність поживних речовин (Shiu et al., 2013).

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 (Wang et al., 2016).

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. При цьому риба мала

найбільшу живу масу в кінці досліду, а перетравність протеїну становила високий рівень понад 92 % (Kari et al., 2022).

Додатково, дослідження Zakaria та інших виявило, що заміна рибного борошна на ферментований соєвий шрот, ферментований бактеріями *Staphylococcus succinus*, 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 % (Zakaria et al., 2022).

Мета – встановити вплив згодовування комбікорму зі заміною рибного борошна ферментованим соєвим шротом на морфологічний та хімічний склад тіла молоді кларієвого сома.

Методи. Дослідження проводилися в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Матеріалом для першого науково-господарського досліду була молодь кларієвого сома (табл. 1).

1. Схема першого науково-господарського досліді

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%

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

Відповідно до схеми досліді було відібрано 600 екземплярів молоді кларієвого сома, з яких за принципом груп сформовано 6 груп – контрольну та 5 дослідних по 100 екземплярів у кожній. При відборі враховувались такі показники: маса тіла, походження та вік.

Риб утримували у акваріумах об'ємом 100 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 АСО - 001. Температура води підтримувалась за рахунок нагрівачів зовнішнього типу JBL ProTemp e500 потужністю 500 Вт та коливалась в межах 27,9 – 28,1 °С. Якість води та щільність посадки риб відповідала рекомендаціям по вирощуванню кларієвого сома (Necht, 1988, Кононенко та ін., 2016).

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

У кінці досліді визначали морфологічний і хімічний склад тіла на 10 екземплярах найтипівіших за масою риб. Для вивчення хімічного складу використовували м'язову тканину риб без шкірою. До аналізу всі зразки зберігалися у холодильнику.

При оцінці хімічного складу м'язевих тканин тіла риб, визначали такі показники: вміст вологи, сирого жиру, сирого протеїну, сирого золи згідно чинних ДСТУ (Держспоживстандарт України, 2005, Держспоживстандарт України, 2010, Держстандарт України, 2006а, Держстандарт України, 2006b), БЕР розраховували за різницею між масовою часткою сухої речовини та суми масових часток сирих золи, жиру та протеїну.

При оцінці морфологічного складу тіла визначали такі показники (Smith & De Beer, 1988):

- 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;

Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю.

- 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 точність вимірювання 0,1 г та максимальним порогом зважування в 3 кг.

Статичну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій. Для показників критерію вірогідності (р) були використані такі рівні значущості: $p < 0,05$; 0,01 і 0,001.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час проведення науково-господарського дослідження молодь кларієвого сома усіх груп годували повнораціонними комбікормами, збалансованими за усіма поживними речовинами згідно рекомендацій ФАО (табл. 2, та 3).

2. Рецепт повнораціонних комбікормів для молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

Компоненти комбвкорму, %	Вміст, %					
	1 - контроль	дослідні				
		2	3	4	5	6
Рибне борошно СП 71%	36,00	26,00	21,00	16,00	11,00	-
Ферментований соєвий шрот ЕР 500	-	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
Кров'яне борошно СП 90%	-	-	-	-	-	17,68
Пшениця	31,05	24,99	21,96	18,95	17,92	21,02
Вівірки пшеничні	7,00	7,00	7,00	7,00	4,73	-
Рибний жир	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Соєве масло	5,31	5,30	5,30	5,29	5,32	7,80
Лізин хлорид 78,5%	2,71	2,87	2,95	3,03	3,12	2,27
Метіонін	2,36	2,46	2,51	2,56	2,61	2,78
Триптофан	2,18	2,18	2,19	2,19	2,20	2,05
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
Монокальцій фосфат	-	-	-	-	-	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

3. Хімічний склад комбікормів молоді кларієвого сома (*Clarias gariepinus*)

Показник	Поживність, %					
	1 - контроль	дослідні				
		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
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
Лізин	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

Хімічний склад комбікормів для контрольної та дослідних груп був майже однаковим, але відрізнялись за вмістом рибного борошна, ферментованого соєвого шроту ЕР500. Рецепти комбікормів також відрізнялись кількістю м'ясокісткового борошна, пшениці та соєвого масла. Комбікорми для п'ятої та шостої групи мали в своєму складі кров'яне борошно, на відміну від інших рецептів. У комбікормах 1, 2, 3 та 4 групи вміст висівок пшеничних був однаковий, але в 5 групі кількість висівок була нижчою, а в 6 вони взагалі були відсутні. Все це було зроблено з метою збалансувати комбікорми за енергетичною цінністю та вмістом основних

поживних речовин. Комбікорми згодовували в сухому гранульованому вигляді.

Аналізуючи результати забою риби, було встановлено вплив згодовування комбікормів з різним вмістом ферментованого соєвого шроту на морфологічний склад тіла кларієвого сома (табл. 4).

Для морфологічного аналізу була відібрана риба, маса тіла якої максимально відповідала середнім показникам у групі. Проте, маса тіла риб 2-ї групи перевищувала контроль на 4,90 г або 1,63 %, 3-ї – на 7,49 г або 2,50 %; 4-ї – на 9,76 г або 3,26 % ($p \leq 0,05$); 5-ї – на 10,50 г або 3,50 % ($p \leq 0,01$) і 6-ї – на 11,68 г або 3,90 % ($p \leq 0,01$).

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

Параметр	Група					
	1	2	3	4	5	6
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**
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. * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою

Схожі результати були отримані, при дослідженні 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 (Yamamoto et al., 2010).

Подібні результати при дослідженні на молоді кижуча (*O. kisutch*), отримали Zhang та інші, так заміна рибного борошна у комбікормах соєвим шротом, який був ферментований *B. cereus* у кількості 9–18 % призвело до посилення росту риби (Zhang et al., 2023). Схожі результати встановили Li та інші, що при використанні соєвого шроту ферментованого *B. natto* в комбікормах для тилапії нільської (*Oreochromis niloticus*) на рівні 5 % покращило показники маси

Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю.

тіла риби на 18 % порівняно із контролем (Li et al., 2022).

За масою патраної риби з головою аналоги 2-ї групи переважали даний показник контрольної на 4,41 г або 1,69 %; 3-ї – 6,75 г або 2,59 %; 4-ї – 8,74 г або 3,38 % ($p \leq 0,05$); 5-ї – 9,59 г або 3,69 % ($p \leq 0,05$) і 6-ї – на 10,72 г або 4,12 % ($p \leq 0,01$).

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

Важливим показником за оцінювання якості туш риб є маса

5. 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, не

м'язової тканини. За цим показником молодь кларієвого сома 2 – 6-ї 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 % ($p \leq 0,01$).

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 наведений в таблиці 5.

виявили статистично вірогідну міжгрупову різницю.

Аналогічна закономірність була і за вмістом органічної речовини, сирого протеїну, сирого жиру, сирого золи та БЕР.

Висновки і перспективи.

Використання в годівлі молоді кларієвого сома комбікормів з заміною рибного борошна та введення ферментованого соєвого шроту до його складу на рівні 25 – 36 % призвело до збільшення: маси патраної риби з головою на 3,69 ($p \leq 0,05$) – 4,12 % ($p \leq 0,01$); маси тушки на 4,10 – 4,67 ($p \leq 0,01$); маси м'язової тканини на 3,99 – 4,98 ($p \leq 0,01$) порівняно з контрольною групою.

Список використаних джерел

1. An evaluation of replacing fish meal with fermented soybean meal in the diets of largemouth bass (*Micropterus salmoides*): Growth, nutrition utilization and intestinal histology / M. He et al. *Aquaculture Research*. 2020. Vol. 51, no. 10. P. 4302–4314.
2. 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.
3. 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 / L. Li et al. *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 26.
4. Duckweed (*Lemna minor*) meal as partial replacement for fish meal in catfish (*Clarias gariepinus*) juvenile diets / A. E. Irabor et al. *Livestock research for rural development*. 2022. Vol. 1, no. 34.
5. Effect of feeding level on the digestibility of alternative protein-rich ingredients for African catfish (*Clarias gariepinus*) / F. E. Elesho et al. *Aquaculture*. 2021. Vol. 544. P.
6. Effect of fish meal substitution with fermented soy pulp on growth performance, digestive enzyme, amino acid profile, and immune-related gene expression of African

При цьому слід зазначити, що згодовування комбікормів з різним рівнем ферментованого соєвого шроту не мала помітного впливу на хімічний склад м'язової тканини молоді кларієвого сома.

Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні ефективності згодовування комбікормів з різними рівнями ферментованого соєвого шроту при вирощуванні кларієвого сому до товарної живої маси.

catfish (*Clarias gariepinus*) / Z. A. Kari et al. *Aquaculture*. 2022. Vol. 546. P. 737418.

7. Effects of replacing fish meal with fermented soybean meal on the growth performance, intestinal microbiota, morphology and disease resistance of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) / H. Yang et al. *Aquaculture reports*. 2022. Vol. 22. P. 100954.
8. Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) / L. Wang et al. *Aquaculture*. 2016. Vol. 464. P. 87–94.
9. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review / D. M. Gatlin et al. *Aquaculture research*. 2007. Vol. 38, no. 6. P. 551–579.
10. Fermented soybean meal (FSBM) in african catfish (*clarias gariepinus*) diets: effects on growth performance, fish gut microbiota analysis, blood haematology, and liver morphology / M. K. Zakaria et al. *Life*. 2022. Vol. 12, no. 11. P. 1851.
11. Growth performance, antioxidant and immunity capacity were significantly affected by feeding fermented soybean meal in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) / Q. Zhang et al. *Animals*. 2023. Vol. 13, no. 5. P. 945.
12. Hecht T. The culture of sharptooth catfish, *clarias gariepinus*, in southern africa. Foundation for Research Development, CSIR, 1988. 133 p.

13. 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.

14. 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* / T. Yamamoto et al. *Aquaculture*. 2010. Vol. 309, no. 1-4.

15. Protein-Sourced feedstuffs for aquatic animals in nutrition research and aquaculture / S. Jia et al. *Advances in experimental medicine and biology*. Cham, 2021. P. 237–261.

16. Replacement of Fish Meal by Plant Proteins in the Diet of Nile Tilapia: Digestibility and Growth Performance / A. Fontainhas-Fernandes et al. *Aquaculture International*. 1999. Vol. 7, no. 1. P. 57–67.

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

18. 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.

19. Substitution of fish meal by fermented soybean meal affects the growth performance and flesh quality of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*) / X. F. Liang et al. *Animal feed science and technology*. 2017. Vol. 229. P. 1–12.

20. 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 No. 564*. FAO, 2011.

21. Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) / H. Slawski et al. *Aquaculture international*. 2011. Vol. 20, no. 3. P. 443–453.

22. Using *Bacillus subtilis*E20-fermented soybean meal as replacement for fish meal in the diet of orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*, Hamilton) / Y.-L. Shiu et al. *Aquaculture research*. 2013. Vol. 46, no. 6. P. 1403–1416.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

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

References

1. Azarm, H. M., & Lee, S.-M. (2012). 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 schlegelii*. *Aquaculture Research*, 45(6), 994–1003. <https://doi.org/10.1111/are.12040>

2. Elesho, F. E., Kröckel, S., Sutter, D. A. H., Nuraini, R., Chen, I. J., Verreth, J. A. J., & Schrama, J. W. (2021). Effect of feeding level on the digestibility of alternative protein-rich ingredients for African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 544, 737108. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737108>

3. Fontainhas-Fernandes, A., Gomes, E., Reis-Henriques, M. A., & Coimbra, J. (1999). Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture international*, 7, 57–67.

4. Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., J Souza, E., Stone, D., Wilson, R., & Wurtele, E. (2007).

Вознюк Р. Р., Сичов М. Ю.

Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. *Aquaculture Research*, 38(6), 551–579.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>

5. He, M., Yu, Y., Li, X., Poolsawat, L., Yang, P., Bian, Y., Guo, Z., & Leng, X. (2020). 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*, 51(10), 4302–4314. <https://doi.org/10.1111/are.14774>

6. Hecht, T. (1988). The culture of sharptooth catfish, *clarias gariepinus*, in southern africa. Foundation for Research Development, CSIR.

7. Hoffman, L. C., Prinsloo, J. F., & Rukan, G. (1997). 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*, 23(2), 181–186

8. Irabor, A. E., Obakanurhie, O., Nwachi, F. O., Ekokotu, P. A., Ekelemu, J. K., Awhefeada, O. K., ... & Adagha, O. (2022). Duckweed (*Lemna minor*) meal as partial replacement for fish meal in catfish (*Clarias gariepinus*) juvenile diets. *Livestock Research for Rural Development*, 34(1).

9. Jia, S., Li, X., He, W., & Wu, G. (2021). Protein-Sourced feedstuffs for aquatic animals in nutrition research and aquaculture. *Y Advances in experimental medicine and biology* (c. 237–261). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85686-1_12

10. 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, K., Ismail, T. A., & Wei, L. S. (2022). 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*, 546, 737418. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737418>

11. Li, L., Song, J., Peng, C., Yang, Z., Wang, L., Lin, J., Li, L., Huang, Z., & Gong, B. (2022). 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*, 26, 101280. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101280>

12. 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. (2017). 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*, 229, 1–12.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.006>

13. Shiu, Y.-L., Wong, S.-L., Guei, W.-C., Shin, Y.-C., & Liu, C.-H. (2013). Increase in the plant protein ratio in the diet of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), using *Bacillus subtilis*E20-fermented soybean meal as a replacement. *Aquaculture Research*, 46(2), 382–394. <https://doi.org/10.1111/are.12186>

14. Slawski, H., Adem, H., Tressel, R. P., Wysujack, K., Koops, U., Kotzamanis, Y., Wuertz, S., & Schulz, C. (2011). Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture International*, 20(3), 443–453. <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9476-2>

15. Smith, G. A., & De Beer, K. (1988). Processing of *clarias gariepinus* and product presentation/. *Y The culture of sharptooth Catfish* (c. 73–80). Foundation for Research Development, CSIR.

16. Subasinghe, R., Soto, D., & Jia, J. (2009). Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>

17. Tacon, A. G., Hasan, M. R., & Metian, M. (2011). Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper*, (564), I.

18. Wang, L., Zhou, H., He, R., Xu, W., Mai, K., & He, G. (2016). Effects of soybean meal fermentation by *lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*scophthalmus*

maximus L.). *Aquaculture*, 464, 87–94.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.026>

19. Yamamoto, T., Iwashita, Y., Matsunari, H., Sugita, T., Furuita, H., Akimoto, A., Okamatsu, K., & Suzuki, N. (2010). 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*, 309(1-4), 173–180.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.021>

20. Yang, H., Bian, Y., Huang, L., Lan, Q., Ma, L., Li, X., & Leng, X. (2022). 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*, 22, 100954.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100954>

21. Zakaria, M. K., Kari, Z. A., Van Doan, H., Kabir, M. A., Che Harun, H., Mohamad Sukri, S. A., Goh, K. W., Wee, W., Khoo, M. I., & Wei, L. S. (2022). Fermented soybean meal (FSBM) in african catfish (*clarias gariepinus*) diets: Effects on growth performance, fish gut microbiota analysis, blood haematology, and liver morphology. *Life*, 12(11), 1851.
<https://doi.org/10.3390/life12111851>

28.

THE EFFECT OF REPLACEMENT OF FISH MEAL WITH FERMENTED SOYBEAN MEAL IN THE COMBINED FEED ON THE MORPHOLOGICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE BODY OF YOUNG CLARIAS GARIEPINUS (*CLARIAS GARIEPINUS*)

R. R. Vozniuk, M. Yu. Sychov

Abstract. The article examines the impact of feeding compound feed with different levels of fishmeal replacement with fermented soybean meal on the morphological and chemical composition of the body of young clary catfish (*Clarias gariepinus*). Experimental studies were carried out in the conditions of the experimental base of the problematic research laboratory of feed additives of the Department of Animal Feeding and Feed Technology, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. A scientific and economic experiment was conducted using the method of groups of analogues lasting 56 days, which was divided into four subperiods of 14 days each.

For the experiment, 600 heads of young clary catfish with an average weight of 25 grams were selected, and six groups of 100 heads each—a control group and 5

22. Zhang, Q., Li, F., Guo, M., Qin, M., Wang, J., Yu, H., Xu, J., Liu, Y., & Tong, T. (2023). Growth performance, antioxidant and immunity capacity were significantly affected by feeding fermented soybean meal in juvenile coho salmon (*oncorhynchus kisutch*). *Animals*, 13(5), 945.
<https://doi.org/10.3390/ani13050945>

23. State consumer standard of Ukraine. (2005). Fodder for animals. Determination of fat content (ISO 6492:1999, IDT) (DSTU ISO 6492:2003).

24. State consumer standard of Ukraine. (2010). Fodder, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determining nitrogen and crude protein content (DSTU 7169:2010).

25. State Standard of Ukraine. (2006a). Fodder for animals. determination of moisture content and other volatile substances. (DSTU ISO 6496:2005).

26. State Standard of Ukraine. (2006b). Fodder for animals. determination of raw ash insoluble in hydrochloric acid (ISO 5985:2002, IDT). (23. DSTU ISO 5985:2004).

27. Kononenko, R. V., Shevchenko, P. G., Kondratyuk, V. M., & Kononenko, I. S. (2016). Intensive technologies in aquaculture. Center of educational literature.

experimental ones—were formed by the analogue method. Young clary catfish were fed compound feed, which differed in the level of the introduction of fermented soybean meal.

Thus, the combined feed of the control group contained 36% fish meal without the addition of fermented soybean meal EP500, while in the combined feed of group 2, the content of fish meal was reduced to 26% and 10% fermented soybean meal EP500 was added.

In compound feed for group 3, the level of fish meal continued to decrease to 21%, and the level of fermented soybean meal EP500 was increased to 15%. Focusing on 100% replacement of fishmeal, the compound feed of groups 4, 5, and 6 was characterised by a 16%, 11%, and 0% content of this ingredient, while fermented soybean meal EP500 in these groups was 20%, 25%, and 36%, respectively.

At the end of the experiment, the morphological and chemical composition of the body was determined by weight on ten specimens of the most typical fish. The muscle tissue of skinless fish was used to study the chemical composition. Before analysis, all samples were stored in a refrigerator.

It was established that the use of compound feed with the replacement of fish meal in the feeding of young clary catfish and the introduction of fermented soybean meal into its composition at the level of 25-36% led to an increase in the weight of the carcass of the cartridge by 3.69 ($p \leq 0.05$) - 4, 12% ($p \leq 0.01$); carcass weight by 4.10 – 4.67 ($p \leq 0.01$); muscle tissue mass by 3.99 - 4.98 ($p \leq 0.01$) compared to the control group.

At the same time, it should be noted that feeding compound feed with different levels of fermented soybean meal had no probable effect on the chemical composition of young clary catfish muscle tissue.

Keywords: *juvenile clary catfish (Clarias gariepinus), compound feed, fermented soybean meal, fish meal, ground meat, chemical composition*