

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ КОРМОВИХ ДОБАВОК В АКВАКУЛЬТУРІ

О.О.ХУДИЙ, Л.М. ЧЕБАН, Л.В. ХУДА

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
вул. Коцюбинського 2, м. Чернівці, 58012

khudyi.oleksandr@chnu.edu.ua, l.cheban@chnu.edu.ua, lkhuda@chnu.edu.ua

Створення недороговартісних кормів, що забезпечуватимуть підвищення продуктивності рибогосподарської діяльності шляхом пришвидшення набору маси, підвищення рівня виживаності молоді та покращення імунітету риб стало основним завданням сучасної аквакультури. Потенційним вирішенням даної проблеми може бути внесення до існуючих кормів різноманітних кормових добавок, зокрема ферментних препаратів, атрактантів, мікроводоростей та їх композицій. В даному дослідженні було проведено порівняння впливу різних типів кормових добавок та їх комбінацій на приріст маси, лінійних розмірів тіла та рівень загальних протеїнів у м'язах *Carassius gibelio*. Дослідження проводили в умовах рециркуляційної системи лабораторії біотехнології гідробіонтів Навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича. Вигодовування відбувалося протягом 42 днів перегранульованими кормами з функціональними добавками. Як основу використовували комерційний корм для риб «Aller Bronze» діаметром гранул 3 мм. Як кормові добавки використовували ферментний препарат «Протосубтилін ГЗх А-120», промисловий зразок препарату бетаїн гідрохлорид 96% фірми «Carp Classic Baits» та біомасу зелених водоростей *Chlorella vulgaris*. Встановлено, що найбільші показники середньодобового відносного приросту маси карася сріблястого притаманні групам риб, раціон яких містив мультиензимний препарат та його композицію з мікроводоростями. Дані показники істотно відрізнялися від показників контрольної групи, різниця між якими склала майже 74% і 72% відповідно. Щодо решти дослідних груп, то на першому етапі експерименту спостерігалася втрата маси *Carassius gibelio*. Найбільший середньодобовий відносний приріст лінійних розмірів карася сріблястого відмічено у групах, яких годували композиціями мультиензимного препарату з мікроводоростями та атрактанту з мікроводоростями. Значення цих груп склали 0,30% і 0,37% відповідно. В результаті порівняння з контрольною групою можна констатувати, що різниця склала близько 27% і 40,5% відповідно. Показники решти дослідних груп протягом експерименту майже не відрізнялися від показників контрольної групи. Також встановлено, що найвищий вміст протеїнів у м'язах *Carassius gibelio* як на 21 так і на 42 добу спостерігається у риб, яких годували композиціями ферментного препарату з мікроводоростями: 57,2 мг/г і 52 мг/г. Дані показники істотно відрізнялися від показників контрольної групи, різниця між якими склала 23% і 15% відповідно. Найменші показники, в порівнянні з контролем, на 21 добу були в групі, яка споживала корм з атрактантами, а саме 37,19 мг/г. На 42 добу показники решти груп були на рівні з показниками контрольної групи. Отже, можемо підсумувати, що використання мультиензимного препарату «Протосубтилін А-120» та мікроводоростей як кормових добавок позитивно впливає на зміни як лінійних розмірів, набору маси *Carassius gibelio* так і на загальний вміст протеїнів в м'язах риб.

Ключові слова: аквакультура, корм, кормові добавки

Вступ. Годівля риб в аквакультурі є одним з найважливіших аспектів, що визначає продуктивність даного виду господарської діяльності. Вигодовування якісними кормами, що у своєму складі містять збалансований комплекс основних поживних речовин (білків, вуглеводів, ліпідів та різних мікронутрієнтів, зокрема вітамінів, антиоксидантів тощо) забезпечує пришвидшений ріст, максимальний рівень виживаності особин та стабільне й своєчасне їх відтворення (Encarnação, 2016).

Однак, саме цей процес формує основу вартості утримання господарства, оскільки до

70% усіх витрат припадає на закупівлю кормів для швидкого росту та розвитку риб. Для здешевлення вартості рибної продукції, замість традиційного і дорогівартісного рибного борошна, як основу гранульованого корму часто використовують різні замітники, створені на основі рослинної сировини, такі як соєве, пшеничне чи кукурудзяне борошно. Однак, таке рішення несе за собою ряд проблем, пов'язані з важкодоступністю поживних речовин рослинного походження для організму риби. Це, в свою чергу, може викликати погіршення показників набору маси рибами і привести до

збільшення кількості використаного корму, що може бути не рентабельним для власника господарства.

Відповідно, створення недороговартісних кормів, що забезпечуватимуть підвищення продуктивності рибогосподарської діяльності шляхом пришвидшення набору маси, підвищення рівня виживаності молоді та покращення імунітету риб стало основним завданням сучасної аквакультури. Потенційним вирішенням даної проблеми може бути внесення до існуючих кормів різноманітних кормових добавок, зокрема:

1) Ферментних препаратів класу гідролаз, використання яких в аквакультурі забезпечує:

- покращення рівня засвоєння протеїнів, вуглеводів та жирів корму завдяки руйнуванню клітинних стінок рослинних складників корму та гідролізу високомолекулярних сполук до мономерів;
- зростання активності власних травних ферментів риби і процесів всмоктування;
- зниження дефіциту травних ферментів на початкових стадіях розвитку, а також в умовах стресу (Liang et al, 2021).

2) Атрактантів – сполук, що здатні покращити смакові якості корму, чим забезпечують посилене його споживання рибою. Це, в свою чергу, впливає на інтенсифікацію росту особин, мінімізує втрати корму та запобігає забрудненню води залишками корму.

Крім того, в аквакультурі дедалі частіше застосовують різноманітні мікробіододатки як кормові добавки. Це зумовлено тим, що вони є природним та доступним джерелом білків, вуглеводів, ліпідів, а також великої кількості вітамінів і важливих макро- та мікроелементів. Залежно від виду, мікробіододатки містять до 60% протеїнів, до 25% вуглеводів і 15–35% ліпідів. Окрім цього, їх використання стимулює синтез травних ферментів у риб, що сприяє покращенню ростових процесів і загальному розвитку організму.

Відповідно, метою нашої роботи стало порівняння впливу різних типів кормових добавок та їх комбінацій на приріст маси, лінійних розмірів тіла та рівень загальних протеїнів у м'язах *Carassius gibelio*.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в умовах рециркуляційної системи лабораторії біотехнології гідробіотів Навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Дослідними об'єктами були риби виду карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), маса яких на початок експерименту знаходилася у межах 35,8–40,3 г, а середні лінійні розміри становили 13±0,5 см..

Вигодування відбувалося протягом 42 днів перегранульованими кормами з функціональними добавками. Наважка корму для споживання розраховувалася як 2,5 % від загальної маси конкретної групи риб.

Як основу використовували комерційний корм для риб «Aller Bronze» діаметром гранул 3 мм. Як кормові добавки використовували ферментний препарат «Протосубтилін ГЗх А-120», промисловий зразок препарату бетаїн гідрохлорид 96% фірми «Carp Classic Baits» та біомасу зелених водоростей *Chlorella vulgaris*.

На початку експерименту дослідних тварин *Carassius gibelio* було поділено на 6 дослідних груп, по 10 риб кожна:

Група К — тварини, які споживали корм без добавок (контрольна група);

Група П – до корму додавали мультиензимний препарат «Протосубтилін А-120» у кількості 1 г/кг корму;

Група БТ – тварини, яким до корму вносили атрактант бетаїн гідрохлорид 96% у кількості 0,750 г на 100 г корму;

Група В – як кормову добавку використовували біомасу мікробіододатки *Chlorella vulgaris* (конц. $6,1 \times 10^6$ /мл) у кількості 5 мл на 100 г корму.

Група П+В — до корму вносили композицію з ферментним препаратом «Протосубтилін А-120» (1 г/кг корму) та *Chlorella vulgaris* (конц. $6,1 \times 10^6$ /мл) (5 мл на 100 г корму).

Група БТ+В — до корму вносили композицію з атрактантом (0,750 г на 100 г корму) та *Chlorella vulgaris* (конц. $6,1 \times 10^6$ /мл) (5 мл на 100 г корму).

Через 21 та 42 доби експерименту у дослідних тварин відбирали проби м'язів, з метою визначення вмісту загальних протеїнів в них. Також проводили заміри лінійних розмірів та зважування дослідних тварин з метою розрахунку середньодобового приросту.

Результати та їх обговорення. Згідно результатів проведених досліджень, щодо визначення середньодобового відносного приросту маси дослідних груп *Carassius gibelio*, можна стверджувати, що позитивна динаміка спостерігається у групах П та П+В від першого до останнього дня експерименту (табл. 1).

Таблиця 1.

Середньодобовий відносний приріст маси *Carassius gibelio*

Table 1.

Average daily relative weight gain of *Carassius gibelio*

Група тварин	I етап експерименту (1-20 день)	II етап експерименту (21-42 день)	Весь період експерименту
К	0,15	0,06	0,10
В	-0,63*	0,90*	0,07
БТ	-0,20*	0,41*	0,12
БТ+В	-0,30*	0,40*	0,03*
П	0,50*	0,24*	0,38*
П+В	0,58*	0,06	0,36*

Примітка: * - різниця з контролем достовірна ($p \leq 0,05$)

Note: * - the difference with the control is significant ($p \leq 0,05$)

Найбільші показники середньодобового відносного приросту маси карася сріблястого відмічено для груп П та П+В, раціон яких містив мультиензимний препарат окремо та його композицію з мікрододоростями. Дані показники істотно відрізнялися від показників контрольної групи, різниця між якими склала майже 74% і 72% відповідно. Щодо решти дослідних груп, то на першому етапі експерименту спостерігалася втрата маси *Carassius gibelio*, при цьому, найменші показники були в групі В (-0,6%). Ймовірно, біомаса мікрододоростей надала корму специфічного присмаку, який є незнайомий рибі, що тривалий час харчувалася

виключно гранульованим кормом і до якого їй треба звикнути. На другому етапі у всіх групах спостерігався позитивний приріст біомаси.

Найбільший середньодобовий відносний приріст лінійних розмірів карася сріблястого відмічено у групі П+В та БТ+В, порівняно з контролем та іншими групами тварин. Значення цих груп склали 0,30% і 0,37% відповідно (табл. 3.2). В результаті порівняння з контрольною групою, можна констатувати, що різниця склала близько 27% і 40,5% відповідно. Показники решти дослідних груп протягом експерименту майже не відрізнялися від показників контрольної групи.

Таблиця 2.

Середньодобовий відносний приріст лінійних розмірів *Carassius gibelio*

Table 2.

Average daily relative growth of linear dimensions of *Carassius gibelio*

Група тварин	I етап експерименту (1-20 день)	II етап експерименту (21-42 день)	Весь період експерименту
К	0,25	0,19	0,22
В	0,37*	0,14	0,26
БТ	0,22	0,09*	0,16
БТ+В	0,20	0,52*	0,37*
П	0,16*	0,35*	0,26
П+В	0,41*	0,17	0,30

Примітка: * - різниця з контролем достовірна ($p \leq 0,05$)

Note: * - the difference with the control is significant ($p \leq 0,05$)

Як відомо, риби відрізняються від інших сільськогосподарських тварин вищою потребою в білку, оскільки їх ріст напряму пов'язаний з інтенсифікацією білкового синтезу. Відповідно, наступним етапом дослідів було визначення вмісту загальних протеїнів в м'язах дослідних груп.

Відмічено, що найвищий вміст протеїнів у м'язах *Carassius gibelio* як на 21 так і на 42 добу

спостерігається в групі П+В: 57,2 мг/г і 52 мг/г (рис. 3). Дані показники істотно відрізнялися від показників контрольної групи, різниця між якими склала 23% і 15% відповідно. Найменші показники в порівнянні з контролем на 21 добу були в групі БТ, а саме 37,19 мг/г. На 42 добу показники решти груп були на рівні з показниками контрольної групи.

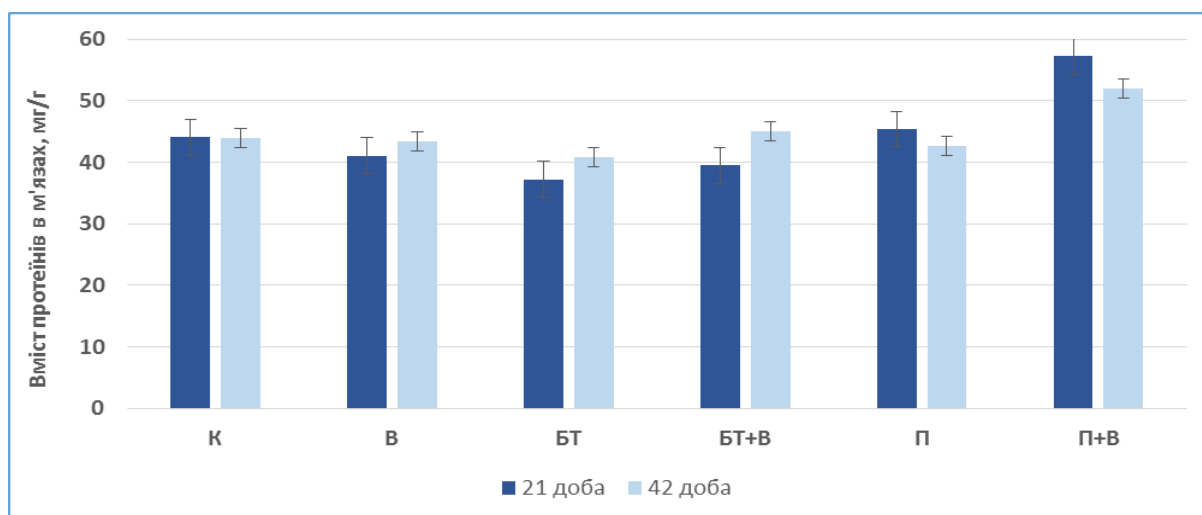


Рис. 3. Загальний вміст протеїнів в м'язах *Carassius gibelio* за умов вигодовування кормом з додаванням різних типів кормових добавок та їх комбінацій

Fig. 3. Total protein content in the muscles of *Carassius gibelio* under conditions of feeding with feed with the addition of different types of feed additives and their combinations

Висновки. Отже, можемо підсумувати, що використання мультиензимного препарату «Протосубтилін А-120» та мікробродоростей в якості кормових добавок позитивно впливає на зміни як лінійних розмірів, набору маси *Carassius gibelio* так і на загальний вміст протеїнів в м'язах риб. Це можна пояснити тим, що протосубтилін забезпечує первинний гідроліз протеїнів корму, а мікробродорості є ймовірним джерелом БАР, що стимулюють метаболізм.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність виникнення будь-яких конфліктів

інтересів щодо виконання представленого дослідження.

References:

1. Encarnaçao P. (2016). Functional feed additives in aquaculture feeds. S.F. Nates (Ed.), *Aquafeed Formulation*, 5. Academic Press. San Diego, 217-237.
2. Liang Q., Yuan M., Xu L., Lio E., Zhang F., Mou H., Secundo F. (2021). Application of enzymes as a feed additive in aquaculture. *Marine Life Science & Technology*, 4. <https://doi.org/10.1007/s42995-022-00128-z>

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT TYPES OF FEED ADDITIVES IN AQUACULTURE

O.O. Khudyi, L.M. Cheban, L.V. Khuda

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Ukraine, 58012, Chernivtsi, Kotsiubynsky 2 Str.

khudyi.oleksandr@chnu.edu.ua, l.cheban@chnu.edu.ua, l.khuda@chnu.edu.ua

The creation of low-cost feeds that will increase the productivity of fish farming activities by accelerating weight gain, increasing the survival rate of young fish and improving fish immunity has become a major challenge for modern aquaculture. A potential solution to this problem may be the introduction of various feed additives to existing feeds, including enzyme preparations, attractants, microalgae and their compositions. In this study, we compared the effect of different types of feed additives and their combinations on weight gain, linear body size and total protein levels in the muscles of *Carassius gibelio*. The study was conducted in the recirculation system of the Laboratory of Hydrobiont Biotechnology of the Educational and Research Institute of Biology, Chemistry and Bioresources of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Feeding was carried out for 42 days with pelleted feed with functional additives. The commercial fish feed "Aller Bronze" with a pellet diameter of 3 mm was used as a basis. The enzyme preparation "Protosubtilin G3x A-120", an industrial sample of betaine hydrochloride 96% from Carp Classic Baits, and green algae biomass *Chlorella vulgaris* were used as feed additives. It was found that the highest average daily weight gain of silver carp was observed for fish whose diet contained a multi-enzyme preparation and its composition with microalgae. These indicators differed significantly from those of the control group, the difference between which was almost 74% and 72%, respectively. As for the rest of the experimental groups, at the first stage of the experiment,

weight loss of *Carassius gibelio* was observed. The highest average daily increase in linear dimensions of silver carp was observed in the groups fed with compositions of a multi-enzyme preparation with microalgae and an attractant with microalgae. The values of these groups were 0.30% and 0.37%, respectively. As a result of comparison with the control group, it can be stated that the difference was about 27% and 40.5%, respectively. The indicators of the other experimental groups during the experiment almost did not differ from those of the control group. It was also found that the highest protein content in the muscles of *Carassius gibelio* both on day 21 and 42 was observed in fish fed with compositions of the enzyme preparation with microalgae: 57.2 mg/g and 52 mg/g. These indicators differed significantly from those of the control group, the difference between which was 23% and 15%, respectively. The lowest values compared to the control on day 21 were in the group that consumed feed with attractants, namely 37.19 mg/g. On day 42, the performance of the other groups was at the level of the control group. Thus, we can summarize that the use of the multi-enzyme preparation "Protosubtilin A-120" and microalgae as feed additives has a positive effect on changes in both linear dimensions, weight gain of *Carassius gibelio* and the total protein content in fish muscles.

Keywords: aquaculture, feed, feed additives

Отримано редколегією 17.10.2024

ORCID ID

Лариса Чебан: <https://orcid.org/0000-0003-1454-0158>

Лідія Худа: <https://orcid.org/0000-0002-1098-7537>