

УДК 639.216.043:577.217

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.22>

ВПЛИВ ПРОТЕЇНОВОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦЬОГОЛІТКІВ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ

Кондратюк В.М. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів з різним рівнем протеїну під час вирощування цьоголітків райдужної форелі. Мета досліджу – установити вплив різних рівнів протеїнового живлення цьоголітків форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 55 днів і поділявся на два періоди: зрівняльний (5 днів) та основний (50 днів). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень протеїну в експериментальних комбікормах для різних піддослідних груп форелі коливався від 46 до 54% у 1 кг. Доведено, що збільшення вмісту протеїну в комбікормі для цьоголітків форелі з 50 до 54% сприяє збільшенню їхньої маси на 12,3% та інтенсивності росту на 11,1–25,9%, тоді як за зменшення вмісту протеїну до 46% існують тенденції до зменшення маси на 8,9% і зниження інтенсивності росту на 12,0–21,5%. Розраховані поліноміальні рівняння визначення маси риб на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп. Витрати корму на 1 кг приросту маси в цьоголітків форелі, які отримували комбікорми з умістом протеїну 54%, були меншими на 17,0%, а за його вмісту на рівні 46 – на 15,7% більшими, порівняно з рибами, що споживали корм з умістом протеїну на рівні 50%. Використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями протеїну суттєво не позначилося на збереженості риб, яка перебувала в межах 82,1–83,7%. За виробництва продукції форелівництва за критеріями максимальної продуктивності рекомендується для годівлі цьоголітків форелі використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем протеїну 54%, а за економічними критеріями оптимізації рівень протеїну в комбікормі має становити 50%.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, протеїн, продуктивність, економічна ефективність.

Kondratiuk V.M. The influence of protein nutrition on the productivity of rainbow trout

The article considers the effectiveness of the use of complete feed with different protein levels for the cultivation of rainbow trout fingerlings. The aim of the experiment was to establish the effect of different levels of protein nutrition of trout fingerlings on its performance. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 55 days and was divided into two periods: equalization (5 days) and main (50 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of protein in experimental feeds for different experimental groups of trout ranged from 46 to 54 % per 1 kg. It is proved that increasing the protein content in compound feed for trout fingerlings from 50 to 54 % contributes to an increase in their weight by 12.3% and growth intensity – by 11.1-25.9 %, while with a decrease in protein content to 46 % there are trends to a decrease in weight by 8.9 % and a decrease in growth intensity by 12.0-21.5%. Polynomial equations for determining the weight of fish at any stage of rearing at a high level of determination for each of the experimental groups are calculated. Feed consumption per 1 kg of weight gain in trout fingerlings, which received feed with a protein content of 54 %, was lower by 17.0 %, and with its content at 46 – 15.7 % higher compared to fish that consumed feed containing protein at 50 %. The use of complete feed with different levels of protein for feeding trout fingerlings did not significantly affect the safety of fish, which was in the range of 82.1-83.7 %. In the production of trout products according to the criteria of maximum productivity, it is recommended to use complete feed with a protein level of 54 % for feeding trout fingerlings, and according to economic optimization criteria – the protein level in the feed should be 50 %.

Key words: rainbow trout, fish feeding, mixed feeds, protein, productivity, economic efficiency.

Постановка проблеми й аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначає низка дослідників, важлива роль у вирішенні питання забезпечення населення високоякісним білком належить форелівництву [5; 8]. Поряд з усіма іншими факторами у вирощуванні молоді райдужної форелі фактор годівлі відіграє чи не найбільшу роль [2; 13]. Уміст протеїну в комбікормі має великий вплив на показники росту та якість м'яса райдужної форелі. Збалансованість раціонів за протеїном та всіма іншими поживними речовинами суттєво впливає на продуктивність райдужної форелі на всіх етапах її вирощування [12; 14]. Наявність у раціоні форелі протеїну хорошої якості в поєднанні з необхідною кількістю обмінної енергії є критичним фактором для отримання показників оптимального росту й витрат корму на одиницю продукції [6; 9; 11]. Але якщо в комбікормі білок знаходиться в надлишку, тоді саме енергія може бути лімітуючим фактором, що призводить до визначення неправильних потреб у поживних речовинах [7; 10].

Тому в сучасних промислових умовах холодноводних рибиницьких господарств України вивчення питання впливу різного протеїнового живлення цьоголітків райдужної форелі на їхні продуктивні показники є актуальним і має велике народногосподарське значення.

Постановка завдання. Експериментальні дослідження на цьоголітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Метою науково-господарського дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів протеїнового живлення цьоголітків форелі на показники їхньої продуктивності.

Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп (таблиця 1). У зрівняльній період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень протеїну в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti).

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослідження

| Група риб | Щільність посадки на початок дослідження, екз./м ² | Середня маса на початок дослідження, г | Періоди дослідження | |
|--------------|---|--|--|-------------------|
| | | | зрівняльний (5 діб) | основний (50 діб) |
| | | | уміст сирого протеїну в 1 кг комбікорму, % | |
| 1 контрольна | 200 | 10,58±0,389 | 50 | 50 |
| 2 дослідна | 200 | 10,70±0,429 | | 46 |
| 3 дослідна | 200 | 10,74±0,395 | | 48 |
| 4 дослідна | 200 | 10,61±0,370 | | 52 |
| 5 дослідна | 200 | 10,42±0,324 | | 54 |

Цьоголітків форелі впродовж вегетаційного періоду годували 6 разів на добу. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді й температури середовища на момент годівлі. Вирощування цьоголітків проводили в ставах за щільності посадки 200 екз./м² за рівня води в них 1 м.

Зважування піддослідної молоді форелі проводили раз на 5 днів. Умови утримання цьоголітків відповідали загальноновизначеним у форелівництві [1; 4].

Дослідження темпу росту цьоголітків райдужної форелі здійснювали за результатами контрольних ловів. Не менше ніж 100 екз. із кожної групи піддавали зважуванню на електронних вагах. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [3] за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Установлено, що різний протеїновий рівень живлення цьоголітків райдужної форелі впродовж усього періоду досліду позначився на показниках їхньої маси (таблиця 2).

Таблиця 2

Маса піддослідних цьоголітків форелі за різного протеїнового живлення, г

| Доба досліді | Групи риб | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 1-а | 2-а | 3-я | 4-а | 5-а |
| 1 | 10,58±0,389 | 10,70±0,429 | 10,74±0,395 | 10,61±0,370 | 10,42±0,324 |
| 5 | 11,43±0,367 | 11,57±0,475 | 11,61±0,454 | 11,49±0,337 | 11,29±0,376 |
| 10 | 12,52±0,432 | 12,52±0,517 | 12,62±0,538 | 12,60±0,411 | 12,57±0,420 |
| 15 | 13,69±0,480 | 13,49±0,528 | 13,71±0,589 | 13,95±0,488 | 14,03±0,512 |
| 20 | 14,96±0,537 | 14,61±0,620 | 14,92±0,667 | 15,43±0,518 | 15,68±0,548 |
| 25 | 16,32±0,586 | 15,72±0,574 | 16,17±0,638 | 16,94±0,692 | 17,39±0,593 |
| 30 | 17,74±0,613 | 16,88±0,683 | 17,44±0,594 | 18,67±0,652 | 19,28±0,649 |
| 35 | 19,05±0,721 | 17,97±0,608 | 18,63±0,672 | 20,19±0,711 | 20,94±0,608* |
| 40 | 20,32±0,684 | 19,01±0,715 | 19,79±0,635 | 21,50±0,694 | 22,37±0,704* |
| 45 | 21,25±0,753 | 19,74±0,770 | 20,61±0,688 | 22,61±0,776 | 23,62±0,782* |
| 50 | 22,07±0,798 | 20,37±0,862 | 21,34±0,725 | 23,54±0,819 | 24,6±0,840* |
| 55 | 22,74±0,824 | 20,89±0,846 | 21,93±0,782 | 24,35±0,855 | 25,53±0,897* |

* $p < 0,05$ порівняно з контрольною групою.

Під кінець досліду на 55 добу вищої маси досягли цьоголітки 4-ї та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи, відповідно, на 7,1 та 12,3% ($p < 0,05$). У цей же час аналоги 2-ї і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам, відповідно, на 1,85 і 0,81 г, або на 8,1 і 3,6%. Різниця між показниками маси риб 2-ї і 5-ї груп, які споживали комбікорм з умістом протеїну на рівні 46 і 54% відповідно, по завершенні досліду становила 22,2% на користь останніх.

Опис росту цьоголітків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 1).

Ріст цьоголітків форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція х залежно від рівня протеїну в комбікормі можна спрогнозувати їхню живу масу (функція у):

1 група (50% СП):

$$y = -0,0007x^2 + 0,2766x + 9,9958 (R^2 = 0,9965);$$

2 група (46% СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,2448x + 10,263 (R^2 = 0,9970);$$

3 група (48% СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,263x + 10,226 (R^2 = 0,9968);$$

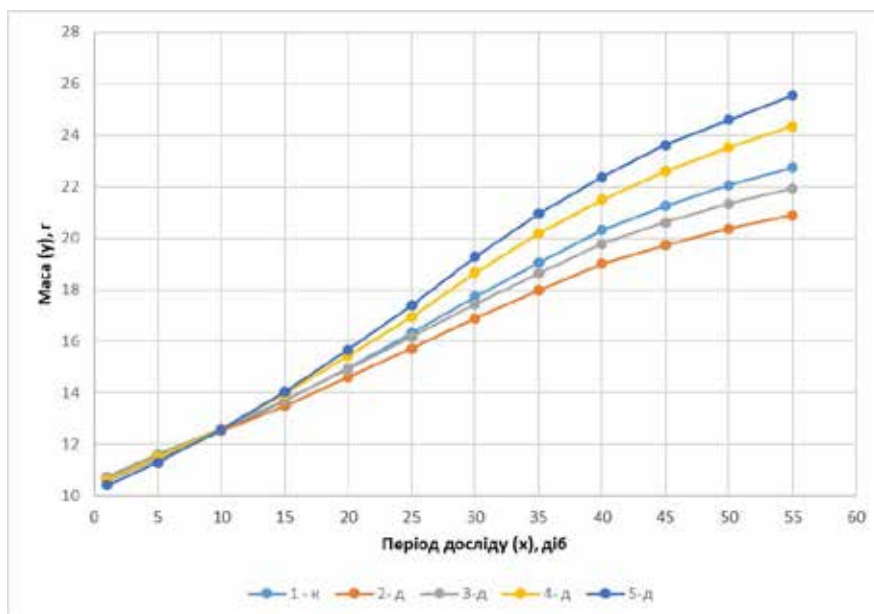


Рис. 1. Графічна модель росту цьоголітків форелі за різного протеїнового живлення

4 група (52 СП):

$$y = -0,0007x^2 + 0,3079x + 9,8786 \quad (R^2 = 0,9956);$$

5 група (54% СП):

$$y = -0,0008x^2 + 0,3399x + 9,5643 \quad (R^2 = 0,9954).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень протеїнового живлення цьоголітків форелі до моменту входження їх у зимівлю з високою часткою достовірності ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідних риб. Частка впливу цього фактору становить 85,3%, що майже у 6 разів більше, ніж вплив інших факторів.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування характер змін середньодобових приростів маси цьоголітків форелі залежав від умісту протеїну в комбікормі та відповідної зміни маси риби (таблиця 3).

Таблиця 3

Середньодобові прирости маси цьоголіток форелі за різного протеїнового живлення, г

| Періоди дослідження, діб | Групи риб | | | | |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 1-а | 2-а | 3-я | 4-а | 5-а |
| 1–5 | 0,170 | 0,174 | 0,174 | 0,176 | 0,174 |
| 6–10 | 0,218 | 0,190 | 0,202 | 0,222 | 0,256 |
| 11–15 | 0,234 | 0,194 | 0,218 | 0,270 | 0,292 |
| 16–20 | 0,254 | 0,224 | 0,242 | 0,296 | 0,330 |
| 21–25 | 0,272 | 0,222 | 0,250 | 0,302 | 0,342 |
| 26–30 | 0,284 | 0,232 | 0,254 | 0,346 | 0,378 |
| 31–35 | 0,262 | 0,218 | 0,238 | 0,304 | 0,332 |

Продовження таблиці 3

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 36–40 | 0,254 | 0,208 | 0,232 | 0,262 | 0,286 |
| 41–45 | 0,186 | 0,146 | 0,164 | 0,222 | 0,250 |
| 46–50 | 0,164 | 0,126 | 0,146 | 0,186 | 0,196 |
| 51–55 | 0,134 | 0,104 | 0,118 | 0,162 | 0,186 |
| У середньому за основний період дослід (6–55 діб) | 0,226 | 0,186 | 0,206 | 0,257 | 0,285 |

Варто зазначити, що збільшення вмісту протеїну в комбікормі сприяє зменшенню витрат останнього на одиницю приросту маси цьоголітків. Зокрема, у середньому за основний період дослід витрати корму в цьоголітків форелі 5-ї групи (54% протеїну) дорівнювали 0,806 кг, що на 0,137; 0,285; 0,210 і 0,060 кг менше порівняно з аналогами 1-ї, 2-ї, 3-ї і 4-ї груп, які отримували комбікорм із нижчими рівнями протеїну.

Згідно з проведеними дослідженнями, використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями протеїну суттєво не позначилося на збереженості форелі (таблиця 4). Цей показник у досліді був високим і коливався в межах від 82,1 до 83,7%.

Таблиця 4

Збереженість цьоголітків форелі за різного протеїнового живлення, %

| Доба дослід | Групи риб | | | | |
|-------------|-----------|------|------|------|------|
| | 1-а | 2-а | 3-я | 4-а | 5-а |
| 5 | 98,6 | 98,7 | 98,4 | 98,3 | 98,7 |
| 10 | 97,0 | 97,2 | 96,9 | 96,8 | 97,0 |
| 15 | 95,5 | 95,4 | 95,2 | 95,1 | 95,2 |
| 20 | 93,8 | 93,6 | 93,6 | 93,7 | 94,0 |
| 25 | 92,1 | 91,9 | 92,1 | 92,7 | 92,6 |
| 30 | 91,0 | 90,4 | 90,9 | 91,5 | 91,4 |
| 35 | 89,2 | 88,6 | 89,3 | 89,9 | 89,6 |
| 40 | 87,6 | 86,7 | 87,3 | 88,4 | 88,0 |
| 45 | 86,1 | 85,0 | 85,6 | 87,0 | 86,1 |
| 50 | 84,7 | 83,5 | 84,1 | 85,3 | 84,5 |
| 55 | 83,4 | 82,1 | 82,8 | 83,7 | 83,2 |

За результатами проведених досліджень встановлено, що вирощування цьоголітків форелі з використанням комбікормів з різним рівнем у них протеїну позначалося на показниках як їхньої продуктивності, так й економічної ефективності вирощування (таблиця 5).

Найвищий загальний приріст іхтіомаси за основний період дослід притаманний ридам 5-ї групи, які споживали корм з умістом протеїну 54%. Цей показник у них становив 424,8 кг, що на 45,5; 81,8; 61,6 і 17,2 кг більше, ніж в аналогів 1-ї, 2-ї, 3-ї і 4-ї груп відповідно. Найнижчою собівартість 1 кг приросту маси характеризувалися особини, які отримували корм з умістом протеїну на рівні 50%. Цей показник у них становив 89,92 грн, що нижче на 31,7; 26,9; 6,4 і 1,0%, ніж у риб 2-ї, 3-ї, 4-ї і 5-ї груп.

Таблиця 5

**Економічна ефективність вирощування цьоголітків форелі
за різного протеїнового живлення**

| Показник | Група риб | | | | |
|---|-----------|---------|----------|----------|----------|
| | 1-а | 2-а | 3-я | 4-а | 5-а |
| Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг | 225,4 | 228,39 | 228,48 | 225,89 | 222,86 |
| Збереженість, % | 83,4 | 82,1 | 82,8 | 83,7 | 83,2 |
| Іхтіомаса в кінці дослідів, кг | 379,3 | 343,01 | 363,16 | 407,62 | 424,82 |
| Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг | 153,9 | 114,62 | 134,68 | 181,73 | 201,96 |
| Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг | 0,943 | 1,091 | 1,016 | 0,868 | 0,806 |
| Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг | 145,13 | 125,05 | 136,83 | 157,74 | 162,78 |
| Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн | 66,75 | 75,98 | 78,61 | 77,14 | 78,83 |
| Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн | 9687,27 | 9501,33 | 10756,59 | 12168,19 | 12831,93 |
| Вартість корму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн | 62,95 | 82,89 | 79,87 | 66,96 | 63,54 |
| Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн | 89,92 | 118,42 | 114,10 | 95,65 | 90,77 |

Примітка: у цінах 2016 року.

Виходячи з одержаних результатів, можна стверджувати, що найбільш економічно доцільним є вирощування цьоголітків форелі масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю за рівня протеїну в комбікормі 50%.

Висновки і пропозиції. Доведено, що збільшення вмісту протеїну в комбікормі цьоголітків форелі з 50 до 54% сприяє збільшенню їхньої маси на 12,3% та інтенсивності росту на 11,1–25,9%, тоді як за зменшення вмісту протеїну до 46% існують тенденції до пониження маси на 8,9% та інтенсивності росту на 12,0–21,5%.

Опис росту цьоголітків райдужної форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої їхнього росту. Розраховані поліноміальні рівняння визначення маси риб на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Установлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси в цьоголіток форелі, які отримували комбікорми з умістом протеїну 54%, були меншими на 17,0%, а за його вмісту на рівні 46 – на 15,7% більшими, порівняно з рибами, що споживали корм з умістом протеїну на рівні 50%.

Використання для годівлі цьоголіток райдужної форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями протеїну суттєво не позначилося на збереженості риб, яка перебувала в межах 82,1–83,7%.

За виробництва продукції форелівництва за критеріями максимальної продуктивності рекомендується для годівлі цьоголіток форелі використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем протеїну 54%, а за економічними критеріями оптимізації рівень протеїну в комбікормі має становити 50%.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням використання комбікормів з різним рівнем протеїну та закономірностей протікання фізіолого-біохімічних і морфологічних показників у товарної райдужної форелі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Канидєв А.Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
 2. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб : довідково-навчальний посібник / І.М. Шерман та ін. Київ : Вища освіта, 2002. 126 с.
 3. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.
 4. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України, 2006. 15 с.
 5. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : ВНИРО, 2006. 360 с.
 6. Alami-Durante H., Wrutniak-Cabello C., Kaushik S.J. et al. Skeletal muscle cellularity and expression of myogenic regulatory factors and myosin heavy chains in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects of changes in dietary plant protein sources and amino acid profiles. *Comparative Biochemistry and physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*. 2010. № 156. P. 561–568.
 7. Bureau D.P., Kaushik S.J., Cho C.Y. Bioenergetics. In Fish Nutrition, 3rd ed., [J.E. Halver and R.W. Hardy, editors]. San Diego, CA : Academic Press. 2003. P. 1–59.
 8. Cowey C.B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177–189.
 9. Glencross B. A comparison of the digestibility of diets and ingredients fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) or barramundi (*Lates calcarifer*) – the potential for inference of digestibility values among species. *Aquaculture Nutrition*. 2010. № 17 (2). P. 207–215.
- Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.
- Karabulut H.A., Yandi I., Aras N.M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9 (22). P. 2818–2823.
- Khan K., Rodrigues A., Cleber M et al. Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2019. № 47 (2). P. 232–239
- Mahmud S., Chakraborty S. C., Das M. Performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on different dietary protein with fixed energy ratio *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 1996. № 9 (1). P. 31–35.
- Van Larebeke M, Dockx G, Larondelle Y et al. Relative influence of dietary protein and energy contents on lysine requirements and voluntary feed intake of rainbow trout fry. 2018. *British Journal of Nutrition*. № 119. P. 42–56.