

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

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОНДРАТЮК ВАДИМ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 639.3.043:636.085.13:639.211.3

ДИСЕРТАЦІЯ
ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТА ПРОТЕЇНОВОГО ЖИВЛЕННЯ РАЙДУЖНОЇ
ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів»
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських
наук

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

_____ В.М. Кондратюк

Біла Церква – 2022

АНОТАЦІЯ

Кондратюк В.М. Теоретичне та експериментальне обґрунтування енергетичного та протеїнового живлення райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2022; Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква, 2022.

У дисертаційній роботі розглянуто ряд актуальних питань, які стосуються теоретичного і практичного обґрунтування особливостей енергетичного та протеїнового живлення райдужної форелі на всіх етапах її вирощування. На основі проведених досліджень встановлено взаємозв'язки між живленням і продуктивністю форелі, розроблено параметри нормування її живлення з урахуванням вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах.

У роботі теоретично обґрунтовано й експериментально встановлено оптимальні рівні енергії, протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах для форелі, визначено їхній вплив на продуктивність риби та якість продукції.

Під час реалізації поставленої мети було вирішено такі завдання:

- вивчено вплив різного вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину і метіоніну у комбікормах на ріст форелі, її збереженість та витрати корму;
- оцінено морфологічний склад тіла райдужної форелі під впливом різного енергетичного та протеїнового живлення;
- досліджено біохімічні показники крові форелі і встановлено їх зв'язок із вмістом у комбікормах обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну;
- з'ясовано вплив різного енергетичного і протеїнового живлення на хімічний, амінокислотний та ліпідний склад м'яса товарної риби;

- розроблено математичні моделі росту різних вікових груп райдужної форелі залежно від різного вмісту енергії, протеїну та амінокислот у комбікормах;

- встановлено кореляційні залежності нормованих елементів живлення та показників продуктивності райдужної форелі на всіх етапах її вирощування;

- обґрунтовано оптимальні рівні обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах за вирощування форелі;

- проведено розрахунок економічної ефективності застосування розроблених норм у форелівництві.

Під час виконання кваліфікаційної наукової праці використано наступні методи досліджень: зоотехнічні (постановка дослідів, аналіз живлення, визначення рибопродуктивності), гематологічні (біохімічні й морфологічні), статистичні (біометрична обробка дослідних даних, кореляційний аналіз) та аналітичні (огляд літератури, аналіз та узагальнення результатів).

Дисертантом особисто обґрунтовано нові наукові положення, які покладено в основу дисертаційної роботи, сформульовано мету і визначено основні етапи досліджень, здійснено аналіз та узагальнення, впровадження результатів досліджень у виробництво. З усіх публікацій, наявних у здобувача у співавторстві, за згодою співвиконавців, використано лише його особисті дослідження.

Дисертаційне дослідження виконували у три етапи. Завданням першого етапу досліджень стало вивчення різних рівнів енергетичного живлення райдужної форелі на її продуктивні ознаки, а також встановлення зв'язків між ними й обґрунтування оптимальних параметрів енергетичного живлення форелі. Другий етап досліджень було спрямовано на розробку параметрів оптимального протеїнового живлення форелі. На третьому етапі дослідження визначали вплив на продуктивні й функціональні показники форелі двох основних лімітуючих амінокислот – лізину та метіоніну.

У результаті проведених досліджень вперше теоретично обґрунтовано та експериментально встановлено основні закономірності й оптимальні параметри енергетичного і протеїнового живлення райдужної форелі у різні періоди її вирощування в умовах холодноводних господарств Закарпаття України.

Набула подальшого розвитку теорія адекватного живлення з огляду на виявлення синергічної дії оптимальних рівнів енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну. Розширено розуміння концепції «ідеального протеїну» в годівлі райдужної форелі, а саме визначено оптимальне співвідношення лізин : метіонін у різні періоди вирощування риби.

Встановлено лінійний характер відповіді організму форелі на різні рівні надходження енергії і протеїну та нелінійний – на рівні лізину і метіоніну, що надає підставу до перегляду принципів нормування годівлі райдужної форелі та свідчить про складність інтерпретації результатів досліджень.

Виявлено, що із збільшенням обмінної енергії у продукційному комбікормі від 18 до 20 МДж/кг маса риби збільшується на 11,5 %, а інтенсивність її росту підвищується – на 5,8-14,3 %.

Доведено, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі для личинок і мальків форелі від 54 до 58 % викликає збільшення їхньої маси тіла на 14,4 % та інтенсивності росту – на 8,4-19,2 %, а вміст протеїну у кормах для цьоголіток райдужної форелі на рівні 56 % (маса до 10 г) та 54 % (маса понад 10 г) призводить до збільшення їхньої маси тіла на 8,2-12,3 %.

Відзначено стимулюючий вплив лізину і метіоніну у кількості 3,2 і 1,1 % відповідно на збільшення маси тіла личинок і мальків райдужної форелі на 10,7 % та підвищення інтенсивності росту – на 6,4-11,1 % відповідно.

Обґрунтовано, що ефективний вміст лізину і метіоніну у продукційному комбікормі для товарної райдужної форелі становить 2,8 та

0,95 % відповідно, за незмінної його поживності за енергією, протеїном і жиром.

Потреба мальків, цьоголіток і товарної райдужної форелі щодо лізину й метіоніну залежно від її віку та на одиницю виробленої маси тіла має криволінійну залежність.

Дисертантом встановлено, що зміна рівня протеїну у комбікормах райдужної форелі на усіх етапах вирощування останньої виявляє більший ступінь впливу на її продуктивність, ніж зміна рівнів енергетичного та амінокислотного живлення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у встановленні особливостей впливу рівнів енергії, протеїну, лізину й метіоніну у раціонах райдужної форелі на її продуктивність на всіх етапах вирощування.

Удосконалено параметри нормування вмісту енергії, протеїну і зазначених амінокислот у комбікормах для форелі залежно від їхнього рівня та періоду вирощування риби. Це дозволяє оптимізувати ріст райдужної форелі за етапами її вирощування, підвищити продуктивність та знизити витрати корму на одержання одиниці продукції від 6 до 15 %, собівартість її виробництва від 8 до 32 % та підвищити рівень рентабельності загалом від 4 до 15 %.

Розроблені рівняння регресії щодо взаємозв'язку між різними рівнями енергії, протеїну й амінокислот у раціонах форелі різного віку дозволяють прогнозувати і контролювати енергетичне, протеїнове та амінокислотне живлення форелі залежно від періоду її вирощування.

На основі проведених досліджень встановлено, що для підвищення продуктивності райдужної форелі, якості продукції, зниження витрат кормів та підвищення ефективності виробництва продукції форелівництва слід використовувати комбікори, які містять:

- за виробництва продукції за економічними критеріями оптимізації: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 16 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування

цьоголіток масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 50 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 48 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %;

- за виробництва продукції за критеріями максимальної продуктивності: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 58 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування цьоголіток масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 19 МДж, сирого протеїну – 56 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %.

Ключові слова: райдужна форель, обмінна енергія, сирий протеїн, лізин, метіонін, живлення, комбїкорми, економічна ефективність.

ABSTRACT

Kondratyuk V.M. Theoretical and experimental substantiation of energy and protein nutrition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation thesis for a scientific degree of the doctor of agricultural sciences on a specialty 06.02.02 «Feeding of animals and technology of forages». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2022; Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2022.

The dissertation considers a number of topical issues related to the theoretical and practical justification of the features of energy and protein nutrition of rainbow trout at all stages of its cultivation. Based on the studies, the relationship between nutrition and trout productivity has been established, the

parameters of trout nutrition normalization have been developed, taking into account the content of metabolic energy, crude protein, lysine and methionine in compound feeds.

The paper theoretically substantiates and experimentally establishes the optimal levels of energy, protein, lysine and methionine in trout feed and determines their impact on fish productivity and product quality.

During the implementation of this goal the following tasks were solved:

- the influence of different content of metabolic energy, crude protein, lysine and methionine in compound feeds on trout growth, its preservation and feed consumption were studied;

- the morphological composition of the rainbow trout's body under the influence of different energy and protein nutrition was assessed;

- the biochemical parameters of trout blood were studied and their connection with the content of metabolic energy, crude protein, lysine and methionine in compound feeds was established;

- the influence of different energy and protein nutrition on the chemical, amino acid and lipid composition of commercial fish meat was clarified;

- mathematical models of growth in different age groups of rainbow trout depending on different content of energy, protein and amino acids in compound feeds were developed;

- correlations of normalized nutrients and productivity indices of rainbow trout at all stages of its cultivation have been established;

- the optimal levels of metabolic energy, crude protein, lysine and methionine in feed for trout farming were substantiated;

- the calculation of economic efficiency of the developed norms applied in trout farming was carried out.

The following study methods were used during the qualification research: zootechnical (experiments, nutrition analysis, determination of fish productivity), hematological (biochemical and morphological), statistical (biometric processing

of study data, correlation analysis) and analytical (literature review, analysis and generalization of results).

The dissertator has personally substantiated the new scientific provisions underlying the dissertation, formulated the purpose and determined the main stages of the study , analysis and generalization, implementation of study results into production. Of all the publications made by the applicant in co-authorship, with the consent of the co-performers, only his personal studies were used.

The dissertation research was performed in three stages. The first stage of the research was aimed at studying the different levels of energy nutrition of rainbow trout for its productive characteristics and establishing links between them to substantiate the optimal parameters of trouts' energy nutrition. The second stage of the research was aimed at developing the parameters of optimal protein nutrition of trout. In the third stage of the study, the impact on the productive and functional trouts' indices of two main limiting amino acids - lysine and methionine - was determined.

As a result of the performed studies for the first time the basic laws and optimal parameters of energy and protein nutrition of rainbow trout in different periods of its cultivation in the conditions of cold-water farms of Ukrainian Transcarpathia were theoretically substantiated and experimentally established.

The theory of adequate nutrition was further developed in view of establishing the synergistic action of optimal levels of energy, crude protein, lysine and methionine. Understanding of the concept of «ideal protein» in rainbow trouts' feeding has been expanded, namely the optimal ratio of lysine: methionine in different periods of fish farming has been established.

The linear nature of the trout body's response to different levels of energy and protein intake and the nonlinear nature of lysine and methionine levels have been established, which gives grounds for revising the principles of rainbow trouts' feeding rationing and indicates the difficulty of interpreting the study results.

It is established that with the increase of metabolic energy in productive feed from 18 to 20 MJ/kg the weight of fish increases by 11.5 %, its growth intensity increases - by 5.8-14.3 %.

It has been proved that the increase in protein content in feed for trout larvae and fry from 54 to 58 % causes an increase in their body weight by 14.4 % and growth rate - by 8.4-19.2 %, and the protein content in feed for rainbow trout at the level of 56 % (weight up to 10 g) and 54 % (weight over 10 g) leads to an increase in their body weight by 8.2-12.3 %.

The stimulating effect of lysine and methionine in the amount of 3.2 and 1.1 %, respectively, is on the increase in body weight of larvae and fry of rainbow trout by 10.7 % and on increase in growth intensity - by 6.4-11.1 %, respectively.

It was substantiated that the effective content of lysine and methionine in the production feed for commercial rainbow trout is 2.8 and 0.95 %, respectively, with its constant nutritional value in terms of energy, protein and fat.

The need for fry, this year and marketable rainbow trout in lysine and methionine, depending on its age and per a unit of body weight, has a curvilinear dependence.

The dissertator found that the change in the level of protein in the feed of rainbow trout at all stages of its cultivation has a greater degree of impact on its productivity than the change in levels of energy and amino acid nutrition.

The practical significance of the obtained results is that the peculiarities of the influence of energy levels, protein and lysine and methionine content in the diets of rainbow trout on its productivity at all stages of cultivation have been established.

The parameters of normalizing the content of energy, protein and these amino acids in trout feed depending on their level and period of fish farming have been improved. This permits to optimize the growth of rainbow trout by stages of its cultivation, to increase productivity and to reduce feed costs per a unit of production from 6 to 15 %, the cost of production from 8 to 32 % and to increase profitability from 4 to 15 %.

The regression equations developed for the relationship between different levels of energy, protein and amino acids in trout diets of different ages permits to predict and control the energy, protein and amino acid nutrition of trout depending on the period of its cultivation.

Based on the study, it has been established that to increase the productivity of rainbow trout, product quality, to reduce feed costs and to increase the efficiency of trout production, compound feeds should be used that contain:

- for production according to economic optimization criteria:

for the cultivation of larvae and fry - the level of metabolic energy - 16 MJ, crude protein – 54 %, lysine - 3.2 %, methionine - 1.1 %; for growing this year weighing up to 10 g - the level of metabolic energy - 17 MJ, crude protein – 52 %, lysine - 3.1 %, methionine - 1.05 %; for growing this year weighing more than 10 g - the level of metabolic energy - 18 MJ, crude protein – 50 %, lysine - 3.0 %, methionine - 1.0 %; for the cultivation of commercial trout - the level of metabolic energy - 17 MJ, crude protein – 48 %, lysine - 2.8 %, methionine - 0.95 %;

- for production according to the criteria of maximum productivity:

for the cultivation of larvae and fry - the level of metabolic energy - 18 MJ, crude protein – 58 %, lysine - 3.2 %, methionine - 1.1 %; for growing this year weighing up to 10 g - the level of metabolic energy - 19 MJ, crude protein – 56 %, lysine - 3.1 %, methionine - 1.05 %; for growing this year weighing more than 10 g - the level of metabolic energy - 20 MJ, crude protein – 54 %, lysine - 3.0 %, methionine - 1.0 %; for the cultivation of commercial trout - the level of metabolic energy - 20 MJ, crude protein – 52 %, lysine - 2.8 %, methionine - 0.95 %.

Key words: rainbow trout, metabolic energy, crude protein, lysine, methionine, nutrition, feed, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України та закордонних виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus і WoS

1. Ібатуллін І. І., Ільчук І. І., Кондратюк В. М., Кривенок М. Я. Актуальні проблеми нормованої годівлі корошових та лососевих риб. Науковий вісник НУБіП України. 2012. Вип. 179. С. 143–149. *(Здобувачем проаналізовано особливості нормованої годівлі лососевих риб).*
2. Кондратюк В. М. Ефективність використання комбікормів з різним рівнем енергії у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. *Animal science and food technology*. 2020. Т. 11, № 2. С. 48–55.
3. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі за різних рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С. 174–180.
4. Кондратюк В. М. Використання комбікормів із різним рівнем протеїну у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С. 182–188.
5. Кондратюк В. Вплив енергетичного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 5 (87) URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14157>.
6. Kondratiuk V. M. Rearing rainbow trout juvenile fish of this year at different levels of protein in feed stuffs. *Animal science and food technology*. 2020. Т. 11, № 3. Р. 34–42.
7. Кондратюк В. М. Вплив протеїнового живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 159–165.
8. Kondratiuk V. M. Productivity of rainbow trout depending on protein levels in productive feed. *Animal science and food technology*. 2020. Т. 11, № 4. Р. 45–53.

9. Kondratiuk V. M. Rearing larvae and juveniles of rainbow trout with different amino acid nutrition. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. № 6 (88). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14288>.
10. Кондратюк В. М. Вплив амінокислотного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Науково-технічний бюлетень інституту тваринництва НААН. 2020. № 124. С. 104–114.
11. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі залежно від рівнів лізину та метіоніну у продукційних комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 103–111.
12. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі (*Oncorhynchus Mykiss*) за різного вмісту лізину та метіоніну у кормах. Агроекологічний журнал. 2021. № 1. С. 173–181.
13. Kondratiuk V. Productivity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Aquaculture Depending on Consumed Energy. Hydrobiological Journal. 2021. Vol. 57, № 6. P. 63–72.
14. Kondratiuk V., Otchenashko V. Investigation of dependences of the morphological composition of body and amino acid composition of trout meat proteins (*Oncorhynchus Mykiss*) on levels of the energy value of feeds. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. Vol. 15. P. 497–505. (Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).
15. Кондратюк В. М. Гематологічні та біохімічні показники крові форелі залежно від рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 222–229.
16. Kondratyuk V. M. Biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids depending on energy levels in feeds. Таврійський науковий вісник. 2021. № 118. С. 235–240.
17. Kondratyuk V. M. Hematological and biochemical blood indices of rainbow trout depending on the level of protein in feeds. Animal science and food technology. 2021. T. 12, № 1. P. 5–13.

18. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh depending on protein levels in feeds. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 2 (90). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14927/13273>

(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).

19. Kondratiuk V., Slobodyanyuk N., Ivaniuta A. Effect of feeding conditions on the quality traits of rainbow trout. Acta fytotechnica et zootechnica. 2021 (3). № 24 P. 256–264. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*

20. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 188–195. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*

21. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical indicators of rainbow trout blood depending on lysin and methionine levels in combined feed. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 3 (91). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15134/13448>.

22. Kondratiuk V. M. Bioefficacy of rainbow trout flesh lipids depending on the level of amino acids in compound feeds. Animal science and food technology. 2021. Т. 12, № 2. С.34–42.

Тези наукових доповідей:

23. Кондратюк В. М. Вплив енергетичного живлення на ріст личинок і мальків форелі. Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті : Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 12–14 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 53–55.

24. Кондратюк В. М. Вирощування цьоголіток райдужної форелі за різного енергетичного живлення. Сучасні технології у тваринництві і

рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми. 74-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 26–27 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 98–99.

25. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі у промислових умовах. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми. 75-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 березня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 147–148.

26. Кондратюк В. М. Ефективність використання продукційних комбікормів з різними рівнями енергії у форелівництві. Аквакультура ХХІ століття – проблеми та перспективи. Міжнародна науково-практична онлайн конференція, м. Київ, 27 травня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 25–26.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	18
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	27
1.1. Біологічні особливості райдужної форелі.....	27
1.2. Особливості енергетичного живлення форелі.....	34
1.3. Білки та амінокислоти і їх значення у живленні риби.....	47
1.4. Обґрунтування напрямів досліджень.....	62
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	65
2.1. Загальна методика.....	65
2.2. Методи досліджень.....	71
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПИРЕМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ... ..	77
3.1. Характеристика температурного режиму та хімічних показників води	77
3.2. Оцінювання ефективності використання різних рівнів енергії у комбікормах за вирощування райдужної форелі....	82
3.2.1. Вирощування личинок і мальків	82
3.2.1.1. Характеристика живлення	82
3.2.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків	83
3.2.1.3. Витрати корму та збереженість.....	96
3.2.2. Вирощування цьоголіток	98
3.2.2.1. Характеристика живлення	98
3.2.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток	101
3.2.2.3. Витрати корму та збереженість	130
3.2.3. Вирощування товарної форелі	135
3.2.3.1. Характеристика живлення	135
3.2.3.2. Динаміка маси тіла форелі	136
3.2.3.3. Витрати корму та збереженість.....	161

3.2.3.4. Гематологічні та біохімічні показники крові	163
3.2.3.5. Морфологічний склад тіла форелі.....	170
3.3. Визначення ефективності використання різних рівнів протеїну в комбікормах за вирощування райдужної форелі.....	185
3.3.1. Вирощування личинок і мальків	185
3.3.1.1. Характеристика живлення.....	185
3.3.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків	186
3.3.1.3. Витрати корму та збереженість.....	197
3.3.2. Вирощування цьоголіток	200
3.3.2.1. Характеристика живлення	200
3.3.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток	202
3.3.2.3. Витрати корму та збереженість	229
3.3.3. Вирощування товарної форелі.....	233
3.3.3.1. Характеристика живлення	233
3.3.3.2. Динаміка маси тіла товарної форелі	235
3.3.3.3. Витрати корму та збереженість.....	256
3.3.3.4. Гематологічні та біохімічні показники крові	259
3.3.3.5. Морфологічний склад тіла форелі.....	265
3.4. Визначення ефективності використання різних рівнів лізину і метіоніну у живленні райдужної форелі.....	281
3.4.1. Вирощування личинок і мальків	281
3.4.1.1. Характеристика живлення.....	281
3.4.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків форелі.....	282
3.4.1.3. Витрати корму та збереженість.....	291
3.4.2. Вирощування цьоголіток	294
3.4.2.1. Характеристика живлення	294
3.4.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток	296
3.4.2.3. Витрати корму та збереженість	319
3.4.3. Вирощування товарної форелі.....	323

3.4.3.1. Характеристика живлення	323
3.4.3.2. Динаміка маси тіла товарної форелі	325
3.4.3.3. Витрати корму та збереженість.....	342
3.4.3.4. Гематологічні та біохімічні показники крові	345
3.4.3.5. Морфологічний склад тіла форелі.....	350
3.5. Економічна ефективність вирощування райдужної форелі....	360
3.5.1. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів енергії у комбікормах.....	360
3.5.2. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів протеїну у комбікормах	366
3.5.3. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів лізину і метіоніну у комбікормах.....	371
РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	377
ВИСНОВКИ.....	399
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	403
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	404
ДОДАТКИ.....	433

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

OE	–	обмінна енергія
СП	–	сирий протеїн
Л	–	лізин
М	–	метіонін
ОР	–	основний раціон
$M \pm m$	–	середнє арифметичне ознаки та її похибка
n	–	кількість експериментального матеріалу (екземплярів, проб)
$p < 0,001$	–	ступінь вірогідності за критерієм Ст'юдента
НАК	–	незамінні амінокислоти
ЗАК	–	замінні амінокислоти
БЦп	–	потенційна біологічна цінність
КРАС	–	коефіцієнт різниці амінокислотного скору
ЖК	–	жирні кислоти
НЖК	–	ненасичені жирні кислоти
МНЖК	–	мононенасичені жирні кислоти
ПНЖК	–	поліненасичені жирні кислоти
БВК	–	білково-водний коефіцієнт
БВЖК	–	білково-водно-жировий коефіцієнт
БЕР	–	безазотисті екстрактивні речовини
U	–	коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка
σ_c	–	коефіцієнт порівнюваної надлишковості білка

ВСТУП

Форелівництво – важлива галузь прісноводного рибництва України, обсяги виробництва якої постійно зростають. Разом із тим, як відомо, витрати на спеціалізовані високопродуктивні корми досягають 70 % від загальної собівартості риби. Це актуалізує дослідження, спрямовані на оптимізацію живлення риби.

Сьогодні на українському ринку за об'ємом продажу комбікормів для форелі лідирують іноземні фірми: Aller Aqua, Biomar, Skretting, Le Gouessant, Rasio та ін. Якість такої продукції вітчизняних виробників часто не відповідає технологічним вимогам до комбікормів для форелі, у зв'язку з чим вона не витримує конкуренції. За сучасних темпів розвитку форелівництва і відповідного попиту на комбікорми для цінних видів риби подібна висока залежність від імпорту нині значно знижує темп росту об'ємів виробництва цього необхідного дієтичного делікатесного товару.

Основними причинами стримування розвитку виробництва вітчизняних комбікормів для форелі визначено: відсутність сучасних вітчизняних технологій виготовлення комбікормів для цінних видів риби; обґрунтованих поетапних норм живлення; відсутність збалансованих рецептів комбікормів, які б за ефективністю не поступалися перед зарубіжними аналогами; технічна непристосованість комбікормових підприємств до виготовлення специфічних комбікормів. При цьому в існуючих джерелах літератури спостерігається суттєва нестача науково обґрунтованих технологій та рекомендацій із живлення форелі, які б базувалися на даних експериментальних досліджень та характері взаємодії між параметрами живлення риби з їхньою продуктивністю й морфолого-біохімічними показниками.

У зв'язку з цим, нормування живлення райдужної форелі відноситься до числа надзвичайно актуальних питань, оскільки існуючі нормативні документи недостатньо науково обґрунтовані.

Актуальність теми. Сучасні тенденції щодо раціональної та ефективної годівлі риби спрямовані на посилення інтенсифікації виробництва продукції рибництва шляхом розробки ефективних рецептів комбікормів, вдосконалення системи нормування живлення, оцінки поживності кормів і використання різноманітних кормових добавок, що сприяє підвищенню біологічної цінності раціонів та перетравності поживних речовин кормів. Ці зміни зумовлені впровадженням нових, перспективних в економічному відношенні технологій виробництва продукції рибництва, селекційними досягненнями та суттєвим зростанням вимог до якості і безпеки продуктів харчування для здоров'я людини.

Важливою умовою успішного ведення цієї галузі рибництва виступає забезпечення біологічно повноцінного живлення райдужної форелі. Як зазначають ряд дослідників [13, 17, 37, 48, 78, 142, 145, 181], на продуктивність риби та якість продукції суттєво впливає вміст у комбікормах енергії, сирого протеїну, амінокислот та їх співвідношення. Деякі автори вважають, що на ріст і розвиток молоді райдужної форелі суттєвий вплив виявляють рівень сирого протеїну та амінокислот у їх раціоні.

До цього часу досліджень, зосереджених на нормованій годівлі згаданого виду риб проведено ще недостатньо і вони значно різняться між собою. Зокрема, за даними низки зарубіжних компаній та висновками і напрацюваннями NRC і FAO науковці рекомендують для різних стадій вирощування форелі комбікорми, які містять від 40 до 65 % сирого протеїну; від 15 до 28 МДж/кг обмінної енергії. Аналогічна ситуація спостерігається і за амінокислотами [232, 280].

У форелевих господарствах України за використання комбікормів власного виробництва постає питання щодо з'ясування потреби райдужної форелі в енергії, протеїні та амінокислотах з метою досягнення максимальної реалізації її біологічного потенціалу продуктивності.

Таким чином, незважаючи на помітні досягнення у вирішенні важливих проблем нормованого живлення райдужної форелі, на даний час

існує необхідність поглиблення й удосконалення теоретичних і практичних положень щодо визначення оптимальних норм живлення, а також принципів та критеріїв його повноцінності, розробки способів управління розвитком морфо-функціональних і наростанням продуктивних ознак організму шляхом кількісної регуляції основних параметрів живлення форелі. У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на розробку нових науково обґрунтованих підходів до технологічних основ підвищення ефективності використання поживних речовин комбікормів у форелівництві з метою забезпечення високої рибопродуктивності актуальні та мають важливе народногосподарське значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного НУБіП України за ініціативною науково-дослідною темою: «Обґрунтування енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення райдужної форелі» (номер державної реєстрації 0119U103468) та за грантовою програмою Erasmus + «Improving skills in laboratory practice for agro-food specialists in Eastern Europe» (проект КА2 n° 586383-EPP-1-2017-1-SI-ERPKA2-SVNE-JP (2017-2978/001-001)).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – теоретично обґрунтувати й експериментально встановити оптимальні рівні енергії, протеїну, лізину і метіоніну у комбікормах для форелі, вивчити їхній вплив на продуктивність риби та якість продукції.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання:

- вивчити вплив різного вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину і метіоніну у комбікормах на ріст форелі, її збереженість та витрати корму;
- оцінити морфологічний склад тіла райдужної форелі під впливом різного енергетичного та протеїнового живлення;
- дослідити біохімічні показники крові форелі і встановити їх зв'язок із вмістом у комбікормах обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та

метіоніну;

-з'ясувати вплив різного енергетичного і протеїнового живлення на хімічний, амінокислотний та ліпідний склад м'яса товарної риби;

-розробити математичні моделі росту різних вікових груп райдужної форелі залежно від різного вмісту енергії, протеїну та амінокислот у комбікормах;

- встановити кореляційні залежності нормованих елементів живлення та показників продуктивності райдужної форелі на усіх етапах її вирощування;

-обґрунтувати оптимальні рівні обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах за вирощування форелі;

-провести розрахунок економічної ефективності застосування розроблених норм у форелівництві.

Об'єкт дослідження – енергетичне і протеїнове живлення райдужної форелі та його вплив на показники рибопродуктивності.

Предмет дослідження – показники росту райдужної форелі, збереженість, витрати корму, хімічний склад м'язів, гематологічні та біохімічні показники крові.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішували з використанням таких методів: зоотехнічних (постановка дослідів, аналіз живлення, визначення рибопродуктивності), гематологічних (біохімічні й морфологічні), статистичних (біометрична обробка дослідних даних, кореляційний аналіз), аналітичних (огляд літератури, аналіз і узагальнення результатів) та виробничої апробації.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше теоретично обґрунтовано й експериментально встановлено основні закономірності та оптимальні параметри енергетичного і протеїнового живлення райдужної форелі у різні періоди її вирощування в умовах холодноводних господарств Закарпаття України. Набула подальшого розвитку теорія адекватного живлення з огляду на виявлення синергічної дії оптимальних рівнів енергії,

сирого протеїну, лізину та метіоніну. Розширено розуміння концепції «ідеального протеїну» в годівлі райдужної форелі, а саме визначено оптимальне співвідношення лізин : метіонін у різні періоди вирощування риби.

Встановлено лінійний характер відповіді організму форелі на різні рівні надходження енергії і протеїну та нелінійний – на рівні лізину і метіоніну, що надає підставу до перегляду принципів нормування годівлі райдужної форелі та свідчить про складність інтерпретації результатів досліджень.

Виявлено, що із збільшенням обмінної енергії у продукційному комбікормі від 18 до 20 МДж/кг маса риби збільшується на 11,5 %, а інтенсивність її росту підвищується – на 5,8-14,3 %.

Доведено, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі для личинок і мальків форелі від 54 до 58 % викликає збільшення їхньої маси тіла на 14,4 % та інтенсивності росту – на 8,4-19,2 %, а вміст протеїну у кормах для цьоголіток райдужної форелі на рівні 56 % (маса до 10 г) та 54 % (маса понад 10 г) призводить до збільшення їхньої маси тіла на 8,2-12,3 %.

Відзначено стимулюючий вплив лізину й метіоніну у кількості 3,2 і 1,1 % відповідно на збільшення маси тіла личинок і мальків райдужної форелі на 10,7 % та підвищення інтенсивності росту – на 6,4-11,1 % відповідно.

Обґрунтовано, що ефективний вміст лізину і метіоніну у продукційному комбікормі для товарної райдужної форелі становить 2,8 та 0,95 % відповідно, за незмінної його поживності за енергією, протеїном і жиром.

Потреба мальків, цьоголіток і товарної райдужної форелі щодо лізину й метіоніну залежно від її віку та на одиницю виробленої маси тіла має криволінійну залежність.

Встановлено, що зміна рівня протеїну у комбікормах райдужної форелі на усіх етапах вирощування останньої виявляє більший ступінь впливу на її

продуктивність, ніж зміна рівнів енергетичного та амінокислотного живлення.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлено особливості впливу рівнів енергії, протеїну та лізину і метіоніну у раціонах райдужної форелі на її продуктивність на всіх етапах вирощування.

Удосконалено параметри нормування вмісту енергії, протеїну та зазначених амінокислот у комбікормах для форелі залежно від їхнього рівня та періоду вирощування риби. Це дозволяє оптимізувати ріст райдужної форелі за етапами її вирощування, підвищити продуктивність та знизити витрати корму на одержання одиниці продукції від 6 до 15 %, собівартість виробництва такої від 8 до 32 % та підвищити рівень рентабельності загалом від 4 до 15 %.

Розроблені рівняння регресії щодо взаємозв'язку між різними рівнями енергії, протеїну й амінокислот у раціонах форелі різного віку дозволяють прогнозувати і контролювати енергетичне та протеїнове живлення форелі залежно від періоду її вирощування.

Розроблені норми і програми живлення райдужної форелі впроваджені в умовах товариства з додатковою відповідальністю «Закарпатський рибокомбінат» Мукачівського району Закарпатської області. Одержані результати досліджень можуть бути використані у підготовці фахівців ОС «Бакалавр» і «Магістр» за спеціальностями «Водні біоресурси та аквакультура» і «Технологія виробництва і переробки продуктів тваринництва» у закладах вищої освіти.

Особистий внесок здобувача. Дисертант особисто обґрунтував нові наукові положення, які покладено в основу дисертаційної роботи, сформулював мету та визначив основні етапи досліджень. Усі матеріали досліджень опрацьовані здобувачем самостійно, систематизовані та оформлені у вигляді дисертаційної роботи; він є автором викладених у дисертації ідей, гіпотез, наукових висновків та положень. З усіх публікацій, наявних у здобувача у співавторстві, за згодою співвиконавців, використано

лише його особисті дослідження. Аналіз та узагальнення, впровадження результатів досліджень у виробництво виконані здобувачем особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися і схвалені на: засіданнях кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного; щорічних звітних науково-практичних конференціях факультету тваринництва та водних біоресурсів і вчених радах НУБіП України (м. Київ, 2014-2021 рр.); наукових конференціях:

- міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми годівлі сільськогосподарських тварин і технології кормів» (м. Київ, 2015 р.);

- міжнародній науково-практичній конференції «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті» (м. Київ, 2020 р.);

- 74-й всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 2020 р.);

- міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми виробництва екологічно чистої продукції тваринництва» (м. Біла Церква, 2020 р.);

- міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Сучасні підходи до вивчення та нормування амінокислотного живлення тварин» (м. Київ, 2020 р.);

- міжнародній науково-практичній конференції «Наука про годівлю в інтелектуальному просторі сучасності» (м. Харків, 2020 р.);

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

- міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи» (м. Київ, 2021 р.).

Публікації. Результати дисертаційної роботи висвітлено у 26 наукових публікаціях як в українських, так і закордонних виданнях, з яких 22

статті у періодичних виданнях, у тому числі 3 публікації, що входять до науково-метричних баз Scopus і WoS.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 444 сторінках тексту комп'ютерного набору і складається із вступу, огляду літератури, матеріалу й методики досліджень, результатів досліджень та їх узагальнення, висновків, списку використаних джерел і додатків. Робота містить 163 таблиці і 52 рисунки. Список використаних літературних джерел налічує 309 найменувань, з яких 107 – іноземною мовою.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості райдужної форелі

Обґрунтування раціональних норм живлення риби, зокрема райдужної форелі, як одного з найперспективніших об'єктів аквакультури визначено актуальним завданням сільськогосподарської галузі України. Відповідно, вивчення біологічних особливостей райдужної форелі являє собою важливий етап розробки високоефективних кормів, що цілеспрямовано впливають на якість готової продукції.

Форель – об'єднана назва кількох видів прісноводних риб, що відносяться до родини Лососеві. Завдяки високим смаковим якостям та простоті розведення це один з основних об'єктів холодноводної аквакультури. У форелевих господарствах світу культивують в основному такі породи райдужної форелі: Рофор, Камлоопс, Дональдсона, Росталь, Адлер, стальноголовий лосось [7, 18, 58, 66, 122].

Райдужна форель відноситься до найпопулярніших видів риби для промислового вирощування в усьому світі [131, 178, 232]. Їстівна частина її тушки становить 75–80 %, на частку філе припадає 60–70 %. Дослідженнями науковців встановлено, що у м'ясі форелі містяться усі незамінні для людини амінокислоти та значна кількість жирних поліненасичених кислот, що підтверджує її високу харчову цінність [126, 201, 275].

За характером травлення райдужна форель – хижак, травний канал якої здатний перетравлювати велику кількість білків тваринного походження завдяки високій активності протеолітичних ферментів. Потреба форелі у пластичному матеріалі може бути задоволена тваринними, рослинними і мікробними білками, а також білковими компонентами рослинного походження з додаванням синтетичних амінокислот [28, 31, 117].

Разом із цим, у райдужної форелі спостерігається вікова мінливість пластичних ознак. Це значить, що зростання більшості частин тіла риби відбувається не пропорційно зростанню його довжини. Одні ознаки з віком зменшуються, інші – збільшуються [127, 130].

Із віком зменшується відносна довжина всієї риби, постдорсальна відстань, довжина хвостового стебла, відстань P-V, довжина підстави D, висота D, вертикальний діаметр ока. Інші ознаки з віком також збільшуються. Так, довжина голови по відношенню до довжини тіла в середньому становить 22 %. Голова форелі з віком змінюється. У цьоголіток і дволіток вона округла, невелика, тоді як у старших вікових груп, особливо у самців, довжина її значно більша. Також збільшується довжина рила і нижньої щелепи, на кінці якої з'являється потовщений хрящовий горбик. Рот кільцевий. Кути рота заходять за край ока. Самці менші за самок, при цьому нижня щелепа самців трохи вигнута вгору. У самок більш округла голова. Варто зауважити, що деякі ознаки у райдужної форелі змінюються залежно від умов вирощування, генетичного походження [140, 142, 162].

Тіло форелі приплюснуте з боків, рило коротке й усічене, на задньому краї передньої трикутної пластинки наявні 3-4 зуби, на піднебінні – 2 ряди сильних зубів. У спинному плавці знаходиться 3-4 простих і 9-10 гіллястих променів, у грудних – 112, черевних – 118, анальному – 317-318, у хвостових – 17-19.

В одній десятій частині тіла під бічною лінією попереду вертикалі, опущеної від початку спинного плавця, нараховується від 15 до 24 лусок, над анальним плавцем – від 13 до 19.

За зовнішнім виглядом райдужна форель має сріблясте виблискуюче забарвлення. Вище бічної лінії зосереджена велика кількість дрібних чорних плям, які на боках крупніші, проте їхня кількість менша, черевце світле. Чорні плями відзначають також на голові і непарних плавниках. Забарвлення тіла у самців темніше, кількість плям на тілі менша. Спинна ділянка тулуба зеленуватого кольору, черевце сріблясто-біле, в деяких

випадках з мідно-жовтим блиском, червні плавники жовті. Зазвичай переважає темний окрас, який час від часу переходить в майже чорний, проте трапляється й світліше забарвлення, інколи практично безбарвне. Колір форелі найчастіше залежить від кольору води, складу кормів і пори року [21,179, 217].

Один із факторів росту райдужної форелі – величина ікринок, з яких виплоджується личинка. З великих ікринок розвиваються більші риби, ніж з маленьких, різниця в темпі зростання таких риб досить значна – майже 50 %. Велику ікру відкладають самки старших вікових груп (4–6 років) [34, 84, 85].

Ріст райдужної форелі залежить як від генетичних, так і від паратипових факторів. Так, у ставкових господарствах маса тіла цьоголіток може бути 10-20 г, дволіток –150-200 г, трирічок – 300-900 г. У 5-річному віці форель досягає маси тіла 2-3 кг і довжини 50-65 см [4, 5, 9, 114, 119, 123, 129, 168].

За результатами наукових досліджень П. Д. Мендришора, В. М. Шумової встановлено, що найвищий темп її росту (за умови оптимального вмісту розчиненого у воді кисню) відбувається за температури води в межах 15-20 °С [118, 119]. Форель вибаглива до високого вмісту розчиненого у воді кисню. Споживання кисню райдужною фореллю прямо пропорційне температурі води та обернено пропорційне її масі [183].

В умовах природної життєдіяльності вона віддає перевагу температурі води 18-19 °С, тоді як температуру вище 21 °С форель переносить погано. Максимальна швидкість росту форелі досягається за температури води 15-18 °С [73].

У зимовий період форель активно живиться і за температури води нижче 4-5 °С. Низькі температури води стримують інтенсивність росту форелі, за температури близької до 0 °С форель втрачає жвавість, стає малорухомою [20, 29, 132, 160, 177].

Температурний спектр життєдіяльності встановлюється спадковістю, хоча в його межах обмін речовин може відбуватися як більш інтенсивно, так і менш інтенсивно. Зокрема, у холодних водах метаболізм перебігає повільніше, ніж у теплих. Причиною цього виступає активація в теплих водах у тканинах форелі окислювальних процесів, збільшується потреба в кисні, відбувається розпад оксигемоглобіну на гемоглобін і кисень. У разі підвищення температури води у риби знижується вміст розчиненого кисню та зростає інтенсивність дихання. За підвищення температури першою реакцією організму стає збільшення споживання корму, що супроводжується збільшенням швидкості проходження його через кишківник. Під час підвищення температури води від 10 °С до 18 °С починає поліпшуватися засвоєння енергії і білка. Найповніше засвоєння корму відбувається за температури води 10-15 °С, тоді як максимальна інтенсивність росту при найменшому використанні енергії корму спостерігається за температури 16 -18 °С [30, 198, 200, 238, 302, 306].

Оптимальні параметри вмісту розчиненого у воді кисню за вирощування райдужної форелі достатньо відомі і становлять 10-12 мг/л. Водночас пригнічення дихання настає за зниження вмісту кисню до 5 мг/л. Порогова його величина у період ембріогенезу знаходиться на рівні 7 мг/л, у період вирощування – 3 мг/л. За оптимального рівня вмісту розчиненого кисню у воді рибоводних місткостей допускається вміст вільної вуглекислоти в межах 10 мг/л. За дещо вищої концентрації з'являються ознаки погіршення обміну речовин і росту риби, за концентрації 30 мг/л – ознаки кисневого голодування, порушення рівноваги й задуха. Оптимальна величина водневого показника води (рН) для неї становить 6,5-7,5. Утримання райдужної форелі можливе також і за інших рівнів рН, але при цьому виникає пригнічення її життєдіяльності. Надзвичайно чутлива райдужна форель до різноманітних домішок та токсичних речовин у воді (мідь, цинк, хлор, сірководень та ін.) [239, 269].

Райдужна форель – прісноводна риба, однак відносно легко витримує значну солоність води. Відношення до солоності змінюється з віком: личинки та мальки адаптуються до солоності до 5-6 %, цьоголітки – до 12-14 %, однорічки і старші вікові групи – до 30-35 % [123, 147, 199]. Доросла райдужна форель здатна переносити океанічну солоність у межах 35 %. Риба з товарною масою 250-500 г добре почувається при 20-30 % [6, 26, 44].

Для розробки норм живлення форелі та оптимізації його менеджменту видається доцільним розглянути матеріали відносно будови органів травлення та фізіології живлення. Так, дрібні й гострі щелепні зуби дозволяють захоплювати, розривати та утримувати корм, не допускаючи його пережовування. За ротовою порожниною знаходиться глотка, що має численні залозисті клітини, які виділяють слиз, що полегшує заковтування жертви. Глотка переходить у короткий м'язистий стравохід, що впадає у шлунок. Сифоноподібний шлунок характеризується добре розвиненою мускулатурою.

Відомо, що слизова оболонка відзначається потужним залозистим апаратом, на який припадає 80 % площі, а також численними поздовжніми складками. За рахунок цих складок шлунок при наповненні кормом здатний дуже розтягуватися, корм перетравлюється шлунковим соком, що містить HCl і ферменти та перетворюється в хімус. Склад шлункового секрету відповідає якості і кількості корму. Механічна обробка (перетирання) корму відбувається за скорочення м'язів шлунка одночасно з його хімічною обробкою. Реакція середовища в шлунку у голодних риб лужна або слабокисла. З початком поїдання корму вона підкислюється до рН 4,0 і вище. При адаптації до сухих гранульованих комбікормів рН знижується до 5,0. Хімус періодично, порціями евакуується в кишківник [25, 73, 86, 113].

Кишківник у риби – це коротка трубка, відношення довжини якої до довжини риби становить 0,7-1,0. Реакцію середовища визначає рН жовчі і змінюється у вузькому діапазоні: від 7,7 до 8,3. Епітелій всіх відділів кишківника складається з ентероцитів та численних залозистих,

келихоподібних клітин, які виробляють слиз, що сприяє просуванню харчової грудки по кишківнику. Структура епітелію пілоричних придатків подібна до будови слизової переднього відділу кишківника. За переднім знаходяться середній і задній відділи кишківника. Слизова оболонка задньої (товстої) кишки має добре виражену спіральну складку, що збільшує поверхню слизової і сповільнює швидкість проходження їжі.

Печінка у райдужної форелі досить компактна й об'ємна, з невеликою кількістю часток. Жовчний міхур розташовується на її внутрішній стороні. Дифузна підшлункова залоза утворює з печінкою єдину структуру і відкривається загальною гепатопанкреатичною протокою безпосередньо в шлунок. Травний апарат виділяє ферменти, що діють на основні групи органічних речовин (протеази, амілази і ліпази). Найактивніший фермент шлунка – пепсин, з оптимумом дії в межах рН 2-4 [114, 116, 152].

У шлунку форелі виявлені також амілаза і ліпаза, активність яких значно нижча за ферменти панкреатичного походження. Підшлункова залоза виділяє високоактивні ферменти типу трипсину, хімотрипсину, а також ліпазу й амілазу. В екстрактах слизової оболонки визначені трипсиноподібні ферменти, ендопептидази, амілаза, мальтаза, ліпаза [136].

Відносно травної системи у форелі встановлено, що вона досить швидко реагує на фізико-хімічні властивості корму. Так, за згодовування форелі сухого гранульованого корму, порівняно з пастоподібним, відбувається подовження травного каналу. Як показали дослідження, переважання в комбікормах рослинних компонентів призводить до його подовження на 25 %, тваринних компонентів – на 12-19 %. Також виявлено, що найбільше подовження простежується у швидкозростаючих особин [148].

У райдужної форелі перетравлення біополімерів і всмоктування продуктів їх розщеплення відбувається уздовж усього травного каналу в середовищі з високим вмістом води. Біохімічний склад хімусу при загальній тенденції до зниження концентрації всіх нутрієнтів до ануса має найбільше

коливання в шлунку. Це залежить від складу корму, часу травлення і термінів адаптації до корму. Вміст різних відділів кишківника характеризується відносною сталістю, виявляючи тенденцію до зниження концентрації азотовмісних речовин і ліпідів, а також до збільшення концентрації вуглеводів і мінеральних елементів до кінця кишківника [114, 116].

Високий ступінь виведення (екскреції) у форелі свідчить про підвищену напруженість в роботі всього організму і слугує показником незбалансованості раціону, вказуючи на невідповідність рівня вмісту поживних речовин в кормі потребам риби.

Варто зауважити про специфіку живлення форелі в онтогенезі. Зокрема, у личинковий і мальковий періоди життя лососевих риб відбуваються швидкі зміни в розвитку організму, обміні речовин, формуванні органів і тканин, травної та ферментної систем.

Загибель слабких личинок, із порушенням органів і тканин або за споживання низькоякісного корму, спостерігається саме в період личинкового розвитку. Тому наявність повноцінного корму, що сприяє формуванню травної системи і дефінітивних органів, на цьому етапі розвитку особливо важлива [22, 137, 148, 175, 197].

Райдужна форель, як і більшість лососевих риб, чутлива до різних захворювань. Серед хвороб райдужної форелі виділяють захворювання вірусної етіології (вірусна геморагічна септицемія, герпесвірусні інфекції, інфекційний некроз гемопоетичної тканини, інфекційний некроз підшлункової залози); бактеріальної етіології (фурункульоз (аеромоноз) лососевих, вібріоз, псевдомоноз, міксобактеріози (флексибактеріоз – сіре сідло, бактеріальна холодноводна хвороба, бактеріальна зяберна хвороба), ієрсиніоз, бактеріальна ниркова хвороба, стрептококоз), мікози (бранхіомікоз, сапролегніоз, іхтіофоз (п'яна хвороба), мікоз плавального міхура, кандидомікоз (кандидоз)); інвазійні (гексамітоз (октомітоз), іхтіободоз (костіоз), криптобіоз, хлоромікоз (жовтяниця) лососевих,

міксозомоз (вертячка) лососевих, проліферативна ниркова хвороба, гліюгеоз, хілодонельоз, іхтіофтиріоз, триходиоз, гіродактильоз лососевих, дискокотильоз лососевих, ціатоцефальоз, еуботріоз, диплостомоз, метехіноринхоз лососевих (акантоцефальоз), цистидикольоз лососевих (нематодози), ергазильоз, аргульоз.

Із незаразних хвороб найчастіше реєструють захворювання аліментарної природи (цироїдна дегенерація печінки форелі та гепатома форелі) і порушення, що виникають внаслідок невідповідності умов вирощування – перенасичення води азотом чи киснем в умовах індустріальних господарств, при заводському відтворенні (газопухирцева хвороба), різке зниження вмісту кисню, значне коливання температури, що викликає коагуляцію жовтка в ранній стадії постембріонального розвитку личинок і загибель молоді (білоплямиста хвороба личинок лососевих) [21, 47, 138, 148, 171].

Таким чином, результати проведених аналітичних досліджень біологічних особливостей райдужної форелі підтверджують необхідність вивчення закономірностей взаємодії між параметрами живлення, іншими паратиповими факторами з продуктивністю, фізіолого-біохімічними показниками та розробки норм її живлення.

1.2. Особливості енергетичного живлення форелі

Питання живлення райдужної форелі визнано однією із найважливіших умов її вирощування. У природних умовах до основного раціону молоді райдужної форелі входять зоопланктон та зообентос, дорослі ж особини живляться рибою, ракоподібними, личинками комах тощо.

Природні корми в переважній більшості випадків вирощування форелі в спеціально створених водоймах не відіграють особливого значення. Всі необхідні поживні речовини, у тому числі мікроелементи та вітаміни, форель отримує із згодованих комбікормів. Тому важливо

підбирати такі корми, що якнайповніше задовольняють природні потреби форелі [40, 82, 204].

При цьому слід враховувати, що райдужна форель за високих щільностей посадки веде зграйний спосіб життя та інтенсивно споживає корми. Зграя рухається по колу проти годинникової стрілки. За згодовування шматочків свіжої риби і гранульованих кормів безладні рухи і захоплення корму змінюються надалі зграйною поведінкою. Форель рухається щільною зграєю навкруги місця роздавання корму, устанавлюється своєрідна черга риби за споживанням такого. Схопивши шматочок риби, форель, продовжуючи рухатися у зграї, проковтує його у процесі руху.

Складність нормування живлення форелі зумовлена низкою фізіологічних змін в організмі та сезонними факторами. Зокрема, розмножується райдужна форель рано навесні – у березні, квітні, початку травня, тоді як у південних районах – у січні, лютому. Терміни нересту залежать від температури, за якої утримуються плідники форелі взимку. При утриманні взимку плідників на теплій джерельній воді з температурою 5-6 °С – нерест відбувається у березні. При зимовому утриманні у водоймах за температури нижче 6 °С терміни нересту зміщуються на кінець квітня, початок травня. Форель може успішно дозрівати у садкових умовах утримання. Статеве дозрівання настає на 2-3-й роки життя. Плодючість змінюється з віком та збільшенням маси тіла самок. Чотирилітні самки відкладають до 2,5 тис. ікринок, семилітні від 4,2 до 4,4 тис. Забарвлення ікри залежить від якості та забарвлення корму. Нерест райдужної форелі відбувається у південних районах з грудня – січня по березень, у центральних та північних районах – від березня до початку травня за температури води 7-9°С. Розвиток ікри за такої температури продовжується до 40 діб, що в середньому становить близько 360 градусоднів [8, 24, 107, 155, 156].

Під час нересту самка відкладає ікру в заглиблення, які формує своїм хвостом. Після цього самець запліднює ікру, а самка закопує заглиблення. Через 5-6 тижнів, якщо умови виявляться сприятливими, з ікри з'являються мальки форелі [46, 77, 88, 89].

Важливе значення у перебігу фізіолого-біохімічних процесів у райдужної форелі має світловий режим. Цей вид чутливий до яскравого сонячного освітлення і ховається у глибокі, менш освітлені місця водойм. У сонячні дні вона підіймається до поверхні води неохоче. У неглибоких, яскраво освітлених садках і басейнах, за відсутності захисту від сонця, форель знаходиться у пригніченому, малоактивному стані, а серед молоді форелі може спостерігатися навіть загибель. Різко зростає активність райдужної форелі при зменшенні освітленості у похмурі дні, а також у ранішні та вечірні години. За таких умов форель виходить на поверхню води, захоплює повітряних комах, а також інтенсивно споживає штучні корми. Складним для райдужної форелі стає різке скорочення освітленості взимку у підлідних умовах існування в цей період; на відміну від більшості прісноводних риб, з негативним фототаксисом, форель відзначається позитивним фототаксисом. При відкритті навісів та ополонків над садками уся зимуюча форель підіймається наверх, прямуючи до світла. Досить важливий для життя райдужної форелі її зв'язок з повітряним середовищем [37, 140, 194, 256].

Для всіх живих організмів характерна витрата частини корму на енергетичні потреби, які досить варіабельні у різних видів, що повною мірою стосується і риби. У зв'язку з цим енергетичний аспект у нормуванні живлення риби має досить вагомий значення, що орієнтує на потребу енергетичного оцінювання кормів, вивчення ефектів різного енергетичного живлення риби.

Відомо, що корми як природні, так і штучні та їх енергія незамінні в живленні риби і повинні регулярно, у визначених кількостях, надходити до організму для одержання потрібної продукції [143, 192, 204].

Водночас кількісне споживання рибою корму й енергії залежить від інтенсивності обміну поживних речовин у організмі. При цьому хижі риби можуть споживати значно більшу кількість корму, ніж рослиноїдні. Разом із тим більшість риб споживає корму у межах 2-2,5 % від власної маси тіла. Проте щука може захопити до 24 %, осетер і стерлядь – 2-7, лососеві риби – до 10, карпові – до 20 % від маси тіла [42, 79, 90, 106, 247].

Для вирощування різних вікових груп карпових, лососевих, осетрових, сомових, вугревих видів риби, а також із метою профілактики їх хвороб на основі кормових продуктів, провідними науково-дослідними установами рибогосподарської галузі як національними, так і закордонними європейськими фірмами, розроблені спеціальні рецепти комбікормів [290, 247].

Для живлення форелі у виробничих умовах застосовують вискоєфективні стартові та продукційні гранульовані корми, які виготовляють у Данії, Німеччині, Великобританії та інших країнах (Aller Aqua, BioMar, Coppens, MerkeFish Aqua-Garant, Raisioagro) [83, 207, 280].

Досліджено, що корм Aller Aqua відноситься до групи стартових кормів, характеризується порівняно невисокими витратами на закупівлю. В умовах сертифікованої лабораторії Львівського контрольного інституту ветеринарних препаратів і кормових добавок проведено аналіз згаданого корму та визначено його поживну цінність. За отриманими результатами поживної цінності корму встановлено, що вміст протеїну, жиру та вуглеводів перебуває в межах: 40–48 %, 24–32 %, 12,8–13,6 % відповідно. При цьому також відзначається його висока енергетична цінність – 23,3–24,6 МДж/кг [17].

Енергетична цінність розроблених комбікормів «Агрос» визначалася за вмістом і співвідношенням основних джерел енергії, протеїну і жиру та перебувала в межах 19-21 МДж/кг, тобто відповідала показнику імпортованих аналогів [292]. У зв'язку з цим за розробки рецептури корму торгової марки «Агрос» підбір сировини та його співвідношення формували для отримання

корму із заданою енергетичною цінністю, яка б відповідала потребам форелі та знаходилася на рівні імпорتنих аналогів [53].

Установлено, що корми, виготовлені методом експандування, містили 34,8-47,8 % протеїну, 17,4-23,9 % жиру, 15,6-21,9 % БЕР, 18,7-21,7 МДж валової енергії при ЕПВ від 35,0 до 40,8 кДж/г, що відповідало потребам форелі в основних поживних елементах. За такими параметрами незамінних елементів живлення форелі, як амінокислотний склад білка, жирнокислотний і фракційний спектр жиру, вміст жиророзчинних вітамінів, корми «Агрос» забезпечують добрий фізіологічний стан форелі в період вирощування [53].

Рецепти комбікормів для форелі звичайно складають шляхом комбінування окремих компонентів за їх хімічним складом. У найбільшій кількості до складу рецептів входить рибне борошно, як основне джерело тваринного протеїну, серед рослинних компонентів – шроти (соевий і соняшниковий). Тенденція сьогодення – використання відходів ріпаку, глютенів (пшеничного і кукурудзяного). Для забезпечення необхідного вмісту сирого жиру у комбікорм вводять жири (риб'ячий, кальмаровий) та олії (соняшникову, лляну, ріпакову і т.п.). До 75 % (за масою) до складу форелевих комбікормів входять рибне борошно і риб'ячий жир [70, 203, 215, 226, 235, 237, 243, 300].

Середні значення частки рибного борошна і риб'ячого жиру, які використовують у лососевих комбікормах знаходяться на рівні 35 і 25 % відповідно [238, 253, 293].

Досліджено, що енергетична цінність вітчизняних комбікормів на основі рибного борошна з добавками порівняно з фінським кормом «Respons» становить 21-23 МДж/кг. Енерго-протеїнове співвідношення в цих кормах змінюється від 29 до 31 кДж/г білка і в основному перевершує ці показники відповідно до фінського зразка. Калорійність кормів на основі рибного фаршу з добавками становить 18-19 МДж/кг і зумовлює зниження

енерго-протеїнового співвідношення нижче оптимального на 24-29 кДж/г білка [134].

Основними факторами, що впливають на живлення риби, визнано температуру води та вміст розчиненого у ній кисню. Встановлено, що мінімальна межа вмісту розчиненого у воді кисню для коропових риб – це 4 мг/л, для лососевих, осетрових, сомових – 5-6 мг/л. Разом із тим, зі зменшенням мінімальної кількості розчиненого у воді кисню знижується потреба в кормах та енергії, що призводить до гальмування обмінних процесів в організмі риб [229, 241, 283]. Зокрема, експериментально встановлено, що для вирощування коропа масою від 25 до 500 г потрібно за вегетаційний період енергії в межах 2400-4100 Ккал, 1000 г – 8200 Ккал, а потреба корму на 1 кг приросту маси тіла коропа досягає 2,2-2,4 кг [26,49].

Однак, використання новітніх високоенергетичних кормів для риби потребує відповідної обережності. Важливою умовою є детальний розрахунок і кількість корму при годівлі. Так, коригування кількості корму потрібно виконувати протягом 3-5 днів (для личинки і малька – щоденно). Необхідно вести контроль поїдання корму та своєчасно зменшувати даванку в 2-3 рази або повністю зупинити згодовування за погіршення фізіологічного стану риби і підвищених витратах [3, 17, 190].

Установлено, що до складу різноманітних комбікормів для різних видів і вікових груп риби необхідно вводити різну кількість кормових компонентів залежно від їх потреби у поживних речовинах [71, 274].

Особливістю форелі порівняно з іншими рибами слід вказати типово хижий характер живлення [229]. Саме тому форелеві комбікорми вирізняються високим вмістом протеїну (до 60 %). Суміші протеїнів різного походження засвоюються організмом повніше, ніж однотипний протеїн окремо. Тому поживна цінність комбікормів підвищується за розширення різноманітності сировини [39]. Також вважається, що поживна цінність комбікорму залежить від багатьох факторів: умов утримання і

навколишнього середовища, призначення риби, проте найбільшою мірою впливає її вік (маса) [68, 72, 196, 222, 298].

За визначенням, оптимальний вміст енергії у комбікормах для молоді форелі залежно від віку має становити від 705,2 до 1049,0 кДж, протеїну – від 27,1 до 36,5 % у 100 г корму. Це забезпечує максимальну масу тіла форелі та її виживання. Невелика середня маса цьоголіток форелі зумовлюється низькою температурою води в ставках упродовж року [159].

Оцінювання якості комбікормів і кормових добавок для живлення риби розпочинають із дослідження кількісного та якісного складу комбікормової сировини тваринного, рослинного, мікробіологічного походження і стимулюючих ріст речовин. При цьому враховують концентрацію й співвідношення вмісту протеїну, амінокислот, жиру, вуглеводів, енергії, вітамінів, мінеральних речовин, перетравність кормів окремо та у комплексі, а також потребу риби в кормах за їх цінністю [186, 195, 272].

Найважливішу складову частину форелевих кормів становить жир. По-перше, жир являє собою найважливіше джерело енергії, адже його калорійність у 2 рази вища, ніж білка і в 5 разів, ніж вуглеводів. По-друге, жир слугує важливим джерелом незамінних ненасичених жирних кислот і вітамінів А, Д і Е [71, 166, 295].

Жири є основними з легкозасвоєваних джерел енергії в кормах. При окисленні в організмі 1 г жиру утворюється 9,5 ккал енергії. Особливо важливе значення жирів виявляється при проходженні молоддю риби зимівлі [195, 270].

Вважається, що повноцінні комбікорми повинні містити переважно рідкі жири, багаті на ненасичені жирні кислоти. Водночас у складі продукційних комбікормів для вирощування товарної риби можна застосовувати й тверді жири. Мабуть, тверді жири виконують в основному енергетичну функцію, однак при цьому комбікорми повинні обов'язково містити комплекс полієнових жирних кислот: ліноленової, лінолевої і

олеїнової [81, 82].

Вважається, що потреба райдужної форелі як найповніше задовольняється за вмісту в кормі 0,5 % поліненасичених жирних кислот – ейкозапентаєнової і докозагексаєнової. Дещо менший ефект ліноленової кислоти (необхідно 1 %), ще менший – лінолевої. Прохідним лососям потрібно одержувати з кормом по 1 % ліноленової і лінолевої кислот. Як нестача, так і надлишок у кормах ω -3 і ω -6 кислот негативно впливає на ліпідний обмін форелі, тому рекомендується встановлювати їх співвідношення в межах 1,6-1,8 [38, 42, 205].

Більшість дослідників обмежували рівень жиру в кормах лососевих до 5-6 % вважаючи, що підвищена жирність викликає набряк порожнини тіла, церозне переродження печінки та нирок. Однак ця точка зору ґрунтувалася, мабуть, на використанні низькоякісних тугоплавких жирів. Пізніше була встановлена можливість підвищення жирності кормів для лососевих риб до 25 % за рахунок високоякісних рідких жирів [223, 309], і навіть до 30 % [244]. Проте вважається, що досить високе використання поживних речовин комбікормів для форелі, з урахуванням факторів економічного характеру, спостерігається за вмісту ліпідів від 8 до 12 %, для прохідних лососів – до 16 % [38].

Збалансований комбікорм повинен бути забезпечений необхідною кількістю поліненасичених жирних кислот, що містять 20-22 атоми вуглецю з п'ятьма і шістьма ненасиченими зв'язками. Характерно, що при надзвичайній важливості жиру не бажаний його надлишок через можливість викликати порушення різних фізіологічних функцій. При цьому оптимальний рівень жиру ще не цілком зрозумілий, оскільки залежить не тільки від видової приналежності, віку і фізіологічного стану риби, а й від багатьох факторів середовища та місцезнаходження. Вважають, що для лососевих риб необхідно 10-12 %, для осетрових риб – від 10-12 % у ранній постембріональний період до 6-8 % жиру на стадії малька і цьоголіток [108].

Нестача жиру в кормі веде до зниження темпу росту лососевих риб і

викликає ряд захворювань [115, 187, 188], а патологічне накопичення жиру в печінці риби може бути наслідком нестачі метіоніну (незамінної амінокислоти). Тому збагачення раціону форелі соняшниковим фосфатидами з високим вмістом фосфоліпідів і лецитинів захищає рибу від жирової дегенерації печінки та анемії [164, 165, 170]. У зв'язку з цим як джерело жиру для лососевих риб рекомендують використовувати фосфатиди, рослинні олії і риб'ячий жир [167].

На даний час практика виготовлення кормів для форелі свідчить про досить широкий діапазон введення жирів, що становить 9–30 % [181].

Вченими доведено, що збалансований корм із великою кількістю в ньому білка, навіть за значного вмісту жиру, не викликає ожиріння риби, оскільки енергія жиру, забезпечуючи функціональні потреби організму, дозволяє максимально реалізувати енергію білка на ріст риби [166, 301]. У разі низького рівня білка в кормі підвищуються відкладення баластного жиру [164, 174], за вмістом якого в черевній порожнині риби можна оцінити рівень збалансованості корму.

Найдешевші і найдоступніші з господарської точки зору джерела енергії в кормах це вуглеводи. Вміст останніх у комбікормах визначає рівень енергетичного живлення.

Вуглеводи надходять в комбікорми в основному за рахунок злакових, макухи та шротів. Вуглеводний обмін у різних видів риб різний. Зокрема, у лососевих риб найменш ефективно використовують вуглеводи за рахунок зниженої функції щитовидної залози і недостатньої активності амілолітичних ферментів. На думку дослідників, у кормах для лососевих, залежно від їх виду і віку, вміст вуглеводів обмежується 20-35 % [285, 286].

Один із найперспективніших шляхів підвищення ступеня утилізації вуглеводів рибами це фізико-механічна обробка комбікормів, або їх вуглеводних компонентів – насамперед екструдувannya або гідробаротермічна обробка. Так, якщо гранулювання комбікормів сухим пресуванням зумовлює желатинування не більше 10 % крохмалю, то

екструдювання – в кілька разів більше. Якщо перетравність натурального крохмалю фореллю становить 40-50 %, то желатинованого – 85-90 %. Желатинізація крохмалю (переведення його з β - в α -форму) також сприяє повнішому використанню кормового протеїну. Застосування крохмалю, який пройшов гідробаротермічну обробку дає можливість знизити вміст протеїну в форелевих комбікормах до 35-38 %. [40, 41, 43, 108].

Вуглеводи безпосередньо впливають на інтенсивність обміну жирів і протеїнів, а їхня нестача у кормах здатна спричинити розлад обміну речовин. Так, якщо в кормосумішах для риби джерелом енергії слугують вуглеводи, то білки забезпечують вищий приріст маси тіла риби порівняно з енергозабезпеченістю за рахунок жирів [47].

Разом із тим риба використовує вуглеводи неефективно через особливість травної системи. За надлишку вуглеводів чи незбалансованості поживних речовин і вітамінів у кормах спостерігається ожиріння печінки, що впливає на ріст риби і витрати корму. У лососевих риб вуглеводи засвоюються в середньому на 40 %, у вугра і канального сома – на 50 %, у коропових – на 70-80 %. Засвоєння вуглеводів лососевими рибами знаходиться на рівні осетрових та вугрових риб – у межах 40-50 %.

Оскільки на вуглеводи у складі рецептури комбікормів припадає невелика частина, калорійність корму форелі визначається в основному енергією білка і жиру та їх співвідношенням [106, 174, 184].

Якщо у стартових кормах для лососевих вміст жиру обмежують 8-10 %, вуглеводів 15-20 %, що узгоджується з особливостями обміну речовин молоді, то в продукційних кормах вміст жиру в окремих рецептурах може досягати 32 % і вуглеводів до 25-30 %. Високий вміст жиру в рецептурах (за 20 %) пояснюється властивістю лососевих накопичувати в органах і тканинах велику кількість жиру, що, зокрема, забезпечує високі смакові якості вирощуваних лососевих риб. Здатність лососевих засвоювати більш високу кількість вуглеводів визначається їх попереднім гідролізом при екструдюванні корму [154, 199].

В енергетичному живленні одне з основних місць відводиться також і протеїну. Необхідний рівень протеїну в комбікормі для оптимального розвитку і росту риби різних видів і вікових груп у комбікормах не однаковий [211, 245, 299].

Оптимальний рівень протеїну в кормах для молоді лососевих риб знаходиться в межах 45-55 %, для дорослих особин – 35-45 % [42, 82]. Ефективність утилізації протеїну перебуває у тісному взаємозв'язку з енергетичною цінністю корму. Найефективніші комбікорми із загальним вмістом не менше 40 % енергії за рахунок білка. При використанні повноцінних комбікормів, представлених в гранульованому вигляді, на 1 кг приросту риби потрібно 550-650 г протеїну. Перевищення вказаного рівня свідчить про незбалансованість дієти та неповноцінність білка [38, 297].

Перетравність протеїну залежить від амінокислотного складу, вмісту у кормі жиру і вуглеводів. За недостатньої кількості у кормі жиру і вуглеводів протеїн може використовуватися як джерело енергії [282].

У продукційних кормах «Aller Aqua» як джерело протеїну поряд із різними видами борошна також можуть слугувати компоненти рослинного походження: пшеничний глютеїн, спеціальні горіхові та соєві концентрати, ріпаковий і соняшниковий шрот. Для надання м'язовій тканині форелі стійкого специфічного рожевого забарвлення додаються каротиноїдні пігменти. До складу таких кормів входить крилеве борошно, що надає корму ряд позитивних властивостей: відбувається поліпшення смакових якостей та збагачення натуральним пігментом, фосфоліпідами, хітозином, мінеральними речовинами [147]. Аналізуючи отримані результати поживної цінності корму встановлено, що вміст протеїну, жиру та вуглеводів знаходиться в оптимальних межах – відповідно 41–45 %, 20–24 %, 18 %, а також згаданий корм вирізняється високою енергетичною цінністю – 5253-5405 Ккал, або у перерахунку 21,9-22,6 МДж обмінної енергії [143].

Також слід враховувати потребу форелі в енергії не лише для підтримання життя, а й для забезпечення високої інтенсивності росту. Як

відомо, для розщеплення протеїну рослинного походження потрібно більше енергії, ніж для розщеплення тваринного протеїну. Тому для зниження непродуктивних витрат білка, що використовується на енергетичні потреби організму, необхідний підвищений вміст жиру в комбікормі. Крім того, жир стимулює активність ферментів травного каналу, що позитивно позначається на рівні росту риби [247].

Якщо раніше вміст протеїну і жиру у комбікормах для форелі характеризували енерго-протеїновим співвідношенням, то останнім часом з метою зменшення витрати протеїну на енергетичні потреби у форелевих комбікормах підвищують вміст жирів (до 30 %). У сучасних комбікормах для однакового віку риби за однакового вмісту протеїну вміст жиру може різнитися до 10 %. Навіть для риби одного віку в межах одного виробника виготовляють комбікорми, які значно відрізняються вмістом сирого жиру і сирого протеїну [67, 68].

У сучасних екологічних умовах і методах приготування кормів існує необхідність збагачення їх сорбентами, енергетичними добавками і вітамінами, оскільки живлення риби без спеціалізованих й адаптованих добавок може не забезпечувати очікувані результати [64, 206, 214].

На даний час застосування кормових добавок як для лососевих, так і для інших риб знаходиться в стадії пошуку. Проте їхнє використання постає гострою потребою, оскільки особливості живлення риби полягають у наявності в рецептурі великої кількості рибного борошна. Найважливіший бік проблеми – високі потреби риби в поживних речовинах, однак рибне борошно (основне джерело енергії) неухильно дорожчає. Як наслідок – рибоводи зацікавлені замінити, хоча б частково, надто дорогі інгредієнти (рибне борошно, жири), на інші, які дешевші і продаються на місцевих ринках, або застосовувати при тих же нормах годівлі добавки. Останні інтенсифікують енергію росту і оптимізують хімічний склад риби, таким чином, поліпшуючи економічні та товарні показники виходу рибної продукції. Загалом необхідні такі корми, які б найбільшою мірою

забезпечували перебіг обмінних процесів в організмі риби. Разом із тим не лише склад кормів і їх якість впливають на використання поживних речовин та енергії на ріст риби, а й застосування біологічно активних речовин [167].

До складу рецептур комбікормів для риби входять пшеничні висівки, рослинне борошно, кормові відходи переробки олійних культур, корми тваринного походження, корми мікробіологічного синтезу, біологічно активні речовини та інші добавки.

Дослідженнями доведено, що для ранньої молоді атлантичного лосося оптимальний рівень введення до комбікорму білкових гідролізатів (зі ступенем розщеплення білків 16–17 %) становить 10 % корму від маси тіла і 30 % – для вітазара і пшеничних зародкових пластівців [134].

У кормосуміші для вирощування різновікових груп лососевих, осетрових, вугрових, сигових і сомових риб рекомендується вводити до 5 % протеїно-мінеральної добавки [69, 72], за вмісту протеїну – 23-26 %, жиру – 0,2-8,0 %, енергії – 362-3744 ккал/кг чи 15,2-15,7 МДж, суми амінокислот – 221-307 г/кг, у тому числі незамінних – 83-161 г, із них метіоніну – 0,5-1,0 г, лізину – 6,1-6,5 г.

Також у рибництві для вирощування цінних видів риби (молоді та старшого віку) рекомендується згодовувати спіруліну залежно від потреби в протеїні. Її поживні властивості наступні: протеїну – 38,5 %, жиру – 10,0, енергії – 4695 ккал/кг чи 19,7 МДж, сума амінокислот 347,6 г/кг, у тому числі незамінних 163 г, із них метіоніну – 4,6 г, лізину – 14,4 г. При вирощуванні до товарної маси цінних видів риби рекомендується вводити до комбікорму 3 % спіруліни [71, 295].

Дослідження щодо ефективності введення крабового борошна та жиру до форелевого корму в дозуванні 5 і 1,5 % відповідно, підвищують продуктивність і надають, в основному, стимулюючий ефект, що пов'язано насамперед із наявністю в їхньому складі каротиноїдів і незамінних жирних кислот. При включенні до корму 5 % крабового борошна приріст молоді виявився вищим, ніж у контролі на 9-10 %, тоді як витрати корму нижчі

на 7 %. Також встановлено позитивний вплив цієї добавки на життєстійкість риби.

Добавка крабового жиру стимулює зростання молоді форелі незалежно від рівня згаданого компонента в раціоні. Середня маса риби на досліджуваних кормах була вищою на 12,6-15,3 % (за різними варіантами) порівняно з контрольним кормом АК-1ФС стандартної рецептури, що містить 7 % риб'ячого жиру [192].

Таким чином, успішний розвиток аквакультури базується на застосуванні повноцінних кормів. Енергетичне живлення залишається актуальною проблемою в галузі рибництва, а питання його нормування у комбікормах з урахуванням виду, віку, типу живлення і температурних коливань води на теперішній час потребує вирішення.

1.3. Білки та амінокислоти і їх значення у живленні риби

Білки й амінокислоти виступають критичними речовинами через ту роль, яку вони відіграють у структурі та обміні речовин усіх живих організмів. Риба не здатна синтезувати всі необхідні амінокислоти, і тому має отримувати їх зі свого раціону, через споживання білка або суміші амінокислот.

Білкам притаманні численні структурні та метаболічні функції. Серед подібних – надання стійкості рідким біологічним компонентам. Колаген і еластин являють собою найважливіші компоненти сполучної тканини, такої як хрящі. Інші білки, до прикладу міозин, також виявляють механічну функцію і здатні генерувати механічні сили, такі як скорочуваність м'язів. Багато білків це ферменти, що каталізують біохімічні реакції або транспортери, за яких відбувається рух молекул через клітини. Деякі білки відіграють важливу роль в клітинах, імунних реакціях, клітинній адгезії, забезпечують функціонування клітинного циклу [225].

Таким чином, білок слугує важливим компонентом для кожного типу клітин в організмі, у тому числі м'язів, кісток, органів, сухожиль і зв'язок. Тканини тіла безперервно формуються й оновлюються. При вирощуванні тварин синтез білка перевищує дисиміляцію, і баланс між цими процесами зумовлює відкладення білка [276], який, мабуть, можна вважати основним фактором, що визначає масу та коефіцієнт вгодованості риби [230]. Низкою вчених виявлено тісний взаємозв'язок між приростом маси тіла і маси білка тіла [173, 218, 279, 299].

Тисячі різних білків виробляються біологічними організмами, і кожен із них характеризується специфічною структурою, функціями і унікальною послідовністю амінокислот [225, 234, 307].

Різні тканини містять різні білки або одні й ті ж білки у різних пропорціях. Так, у м'язових клітинах на актин припадає орієнтовно 20 % від загального вмісту білка, тоді як у не м'язових клітинах його вміст становить 5-10 %. Амінокислотний склад різних білків в організмі також істотно різниться. Як встановлено, колаген, основний компонент сполучної тканини, містить лише близько 3% лізину, тоді як міозин і тропоміозин – основні компоненти м'язової тканини, містять його понад 14 % [182, 284]. Невеликі видові відмінності виявлено також в амінокислотному складі всього тіла [251, 307, 309].

Деякі відмінності існують між амінокислотним складом м'язової тканини органів всього тіла риби і креветок, проте загалом ці відмінності незначні. Дослідження показали, що амінокислотний склад всього тіла мало залежить від розміру тіла риби, принаймні, порівняно з молодими рибами [16, 252, 287].

Білкова недостатність у живих організмів розвивається у разі одноманітної білкової годівлі, або за нестачі окремих амінокислот у складі корму, коли відзначено розвиток від'ємного азотистого балансу, гіпопротеїнемію, порушення колоїдно-осмотичного і водносолевого

балансу, припинення регенерації білків, втрату апетиту, патологічні зміни в нервовій системі, органах внутрішньої секреції і т.п. [54, 105].

Більшість мікроорганізмів і рослин здатні синтезувати всі 20 первинних амінокислот, водночас тварини і риби повинні отримувати деякі з раціону.

Амінокислоти, які організм не утворює сам (або не здатний синтезувати достатню кількість), називаються «незамінними амінокислотами». Так само визначено «замінні амінокислоти», які можуть бути синтезовані з попередників, до прикладу, додаванням аміногрупи до трикарбонових кислот [51, 137, 199].

Особливо важливим значенням вирізняються амінокислоти, які в організмі риби не синтезуються. Це такі незамінні амінокислоти, як лізин, метіонін, цистин, триптофан, аргінін, гістидин, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, треонін, валін і гліцин [137].

На білковий обмін негативно впливає порушення співвідношення як замінних, так і незамінних амінокислот. За нестачі замінних амінокислот збільшується потреба в незамінних амінокислотах, що призводить до низького використання загального протеїну корму, і навпаки. На засвоюваність тих чи інших амінокислот впливають теплова обробка кормів, вміст в них антипоживних речовин та інші фактори. Багато замінних амінокислот всмоктуються в кишківнику повільніше за незамінні, що порушує одночасне надходження до організму усіх структурних одиниць, з яких будуються специфічні білки різних тканин, ферменти, гормони.

Вільні амінокислоти завдяки своїм функціональним властивостям не резервуються в організмі, а їх кількісний та якісний склад у крові значною мірою залежить від поживної цінності раціону, ступеня засвоєння кормового протеїну. Вміст вільних амінокислот регулюється організмом через виведення надлишку, що з'явився після споживання корму, з крові до клітин тіла. При цьому основною ланкою в регуляції обміну амінокислот виступає синтез білка, який у свою чергу стимулюється.

Отримані білки розщеплюються в процесі травлення шляхом гідролізу травними ферментами до вільних амінокислот, дипептидів, трипептидів. Ці продукти поглинаються клітинами слизової, де відбувається внутрішньоклітинне перетравлення малих пептидів. Таким чином, лише амінокислоти надходять до ворітної вени як продукти перетравлення білків. За деякими даними невеликі кількості певних цілих білків можуть всмоктуватися через стінки травного каналу.

Дефіцит незамінних амінокислот у раціонах призводить до підвищеного споживання білка, що спричиняє більші витрати корму на одиницю приросту маси тіла риби. Тому корми за вмістом незамінних амінокислот поділяються на повноцінні і неповноцінні [199].

Зазвичай у комбікормах одночасно спостерігається дефіцит і надлишок однієї або кількох амінокислот. Тому щоб уникнути порушень в обміні речовин потрібно визначати відповідність вмісту амінокислоти в комбікормі до потреби тварин.

У кількісному відношенні основна маса білка відкладається у білих м'язах. Крім того, у білих м'язах відкладення протеїну у риби відбувається швидше і в основному спрямовується на ріст. Білки слугують структурним елементом тканин, тому не відкладаються у запас. За недостатнього надходження білків до організму з кормом або при голодуванні їх витрата призводить до руйнування протоплазми клітин і, що найперше, клітин м'язів і печінки. Це означає, що якість і кількість білка, засвоєння його в організмі тварини і ступінь перетравлюваності визначають поживну цінність корму [137, 149].

У ранньому онтогенезі риби відбувається формування білково-амінокислотного обміну та його закономірні зміни, що становлять основу фізіологічного розвитку і росту організму [54]. Вміст вільних амінокислот: нейтральних (гліцину й аланіну); що містять сірку (метіоніну, цистеїнової кислоти та цистину); ароматичних (фенілаланіну й тирозину); дикарбонових (глутамінової та аспаргінової кислот) і основних (лізіну, гістидину та

арганіну) - у різних тканинах може бути адекватним і чутливим показником фізіологічного стану організму окремих видів риби на різних етапах онтогенезу. М'язова тканина містить більше 50 % амінокислот від загальної маси тіла риби [57, 221].

Таким чином постає актуальним питання вивчення закономірностей взаємодії параметрів протеїнового живлення райдужної форелі на усіх етапах її вирощування з продуктивністю та перебігом фізіолого-біохімічних процесів у її організмі.

Важливою складовою повноцінного живлення форелі визнано амінокислотний склад кормів. Нестача в кормі хоча б однієї амінокислоти немунуче призводить до обмеження її використання для синтезу інших амінокислот, що знижує його ефективність.

Амінокислоти слугують структурними елементами білків, а також виконують важливі функції в процесі обміну речовин. Амінокислоти – найважливіші субстрати обміну азотистих речовин в організмі риби. З амінокислот утворюються білки, ферменти, пуринові й піримідинові основи, пептидні гормони, такі найважливіші біологічно активні сполуки, як адреналін (із тирозину), серотонін (із триптофану), гістамін (із гістидину), креатин (із гліцину, аргініну, метіоніну), глутатіон, кофермент А, нікотинамід, фолієва кислота. З багатьох амінокислот – гліцину, аланіну, серину, треоніну, валіну, аспарганової і глутамінової кислот, аргініну, гістидину, проліну, оксипроліну, за певних умов, можуть утворюватися вуглеводи. Так, із природних амінокислот виникає меланін, який має важливе значення для утворення забарвлення риби, а метіонін бере участь у багатьох реакціях метилювання, зокрема, в синтезі холіну, що є одним із найважливіших компонентів фосфатидилхоліну [54, 133, 233]. Проте перетворення амінокислот в ці з'єднання вважається незначним порівняно з тими, що використовуються для синтезу білка у живих організмах [228, 277].

Амінокислоти, які входять до складу протеїнів кормів, відповідно до їх будови поділяють на шість груп:

- прості моноамінокарбонові (аланін, валін, гліцин, лейцин, ізолейцин);
- двоосновні карбонові (аспарагін і глютамін);
- оксивмісні (серин, треонін);
- сірковмісні (метіонін, цистин, цистеїн);
- діамінокислоти (аргінін, лізин);
- циклічні (гістидин, оксипролін, пролін, триптофан, тирозин, фенілаланін).

Перелічені амінокислоти входять до складу білків у найрізноманітніших поєднаннях, кількостях і співвідношеннях, що визначає різну цінність протеїнів у кормах для риби. Деякі з незамінних амінокислот беруть участь в утворенні замінних. До прикладу, цистин дозволяє скоротити потреби в метіоніні, тирозин здатний на 30-50 % задовольняти потребу риби в фенілаланіні. Тому цистин і тирозин відносять до умовно незамінних амінокислот.

Біологічна цінність білка для риби визначається наявністю незамінних амінокислот. Дефіцит або відсутність незамінних амінокислот в раціоні впродовж перших двох тижнів викликає у риби втрату апетиту і знижує інтенсивність росту, а в подальшому – захворювання [52].

Саме з причини білкової недостатності знання амінокислотного складу штучних кормів для риби необхідні за інтенсивного вирощування об'єктів товарної аквакультури. Повністю збалансований комбікорм має вирішальне значення як для росту, так і для зведення до мінімуму забруднення води азотними метаболітами [50, 273].

Орієнтовні потреби райдужної форелі в незамінних амінокислотах наступні (табл. 1.1) [227, 248, 254, 281, 294].

Потреба в амінокислотах змінюється залежно від умов утримання риби, і насамперед – від температури води. До прикладу, за температури

води 8 °C корм для молоді райдужної форелі повинен містити 40-42 % білка, тоді як за 15 °C – 52-55 %.

Таблиця 1.1

Потреби форелі у незамінних амінокислотах

Амінокислота	Потреба, % до білка				Потреба, % до корму***
	Ogino, 1980	Cho, Cowei, 1991	Ketola, 1982	Kaushik, Cuzon, 1999	Ogino, 1980
Валін	3,1	–	6,1	6,2	1,2
Ізолейцин	2,4	–	5,3	4,7	1,0
Лейцин	4,5	9,1	6,8	9,6	1,8
Лізін	5,3	6,1	6,3	7,3	2,1
Метіонін	1,8+1,0*	2,9	3,4	2,9	0,7+0,4*
Треонін	3,5	–	4,4	4,8	1,4
Триптофан	0,5	0,5–1,4	0,5	0,5	0,2
Фенілаланін	3+0,5**	4,3+2,0**	5,5	5,5	1,2
Аргінін	3,5	5,9	6,2	5,7	1,4
Гістидин	1,6	–	3,8	2,3	0,6

* Цистин.

** Тирозин.

*** Потреба визначена за вмісту у кормі білка - 40 %.

Зазвичай оцінку поживності кормових білків надають за тими амінокислотами, які містяться в меншій кількості і зветься лімітуючими. Для визначення амінокислотної повноцінності використовують поняття «амінокислотного скору» [147, 199].

У повноцінних кормах для риби рівень незамінних амінокислот становить 35-50 % від загальної кількості амінокислот. Нестача тієї чи іншої незамінної амінокислоти лімітує використання інших амінокислот у процесі біосинтезу білка. Зниження рівня перетравлення та засвоєння амінокислот білка корму призводить до зменшення кількості вільних амінокислот тканин риби.

Амінокислоти досить різнопланові за функціональною дією. Особливо важливе значення мають незамінні амінокислоти [113].

Лізин є α -амінокислотою з хімічною формулою $\text{HO}_2\text{CCH}(\text{NH}_2)(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$. Він містить дві аміногрупи (друга – ϵ -аміногрупа) і являє собою амінокислоту, яка бере участь в утворенні водневого зв'язку і виступає як загальна база в процесі перебігу каталізу.

Загальні модифікації лізину включають метилування ϵ -аміногрупи, з утворенням метилу і диметилу і забезпечує ацетилювання [225]. Колаген містить гідроксилізин, який утворюється з лізину за допомогою лізілгідроксилази [289].

Лізин необхідний для регулювання обміну азоту і вуглеводів, синтезу найважливіших білків – нуклеотидів і хромопротеїдів. Досить важлива роль лізину в оптимізації росту і розвитку організму риби, у формуванні кісткових тканин та нормалізації функцій різних органів. Нестача лізину спричинює втрату апетиту, порушення кальцієвого обміну, гальмування росту, загальне виснаження. Проте небажане й передозування лізину, що викликає раціональний дисбаланс амінокислот, внаслідок чого гальмується інтенсивність росту, погіршується фізіологічний стан, порушується обмін речовин [35, 114, 288].

У роботах деяких дослідників зазначено, що дефіцит лізину у форелі призводить до підвищеної смертності та викликає ерозію хвостового плавника [137].

Білок тваринного походження багатий на лізин. У великій кількості лізин міститься в рибному й кров'яному борошні та в низьких концентраціях у деяких білкових інгредієнтах рослинного походження, зокрема побічних продуктах зернових культур, таких як пшенична клейковина. Лізин виступає зазвичай першою лімітуючою амінокислотою в комбікормах, рецепти яких сформовано з високим вмістом білка рослинних інгредієнтів, або з білковими компонентами, обробленими в жорстких умовах.

У зв'язку з розробкою синтетичних препаратів лізину та їх використанням у живленні сільськогосподарських тварин встановлено, що він малотоксичний і його незначне передозування у раціоні не викликає серйозних негативних наслідків. Для практичних цілей мікробіологічна промисловість виробляє препарати лізину (ККЛ – кормовий концентрат лізину) у рідкому і сухому стані, з концентрацією монохлоргідрату лізину 7-16 %.

Метіонін і цистеїн – дві сірковмісні амінокислоти. Метіонін це неполярна амінокислота. Як і інші гідрофобні амінокислоти, він може відігравати певну роль у зв'язуванні гідрофобних лігандів, таких як ліпіди [221].

Із тіолами бічного ланцюга метіонін класифікується як гідрофільна амінокислота. Він слугує важливим структурним і функціональним компонентом багатьох білків і ферментів, що утворюються дисульфідними містками (димери) в деяких білках. Останні важливі для формування білкового ланцюга $-RSH + RSH - "RS-RS$ [221, 225]. Метіонін легко окислюється до цистину (Cys-Cys) у навколишньому середовищі і стрімко скорочується до двох молекул цистеїну в організмі.

Вміст метіоніну у раціонах риби досить часто наближається до межі дефіциту. В разі його нестачі гальмується інтенсивність росту, порушуються функції печінки, виникає атрофія м'язів. Дефіцит метіоніну особливо швидко призводить до жирової інфільтрації печінки, яка дещо збільшується й набуває глинистого відтінку [137]. Метіонін виступає як донор метильних груп, які беруть участь в утворенні багатьох сполук.

За дефіциту метіоніну у райдужної форелі спостерігається катаракта очей і зниження життєстійкості риби [137].

Як і інші сірковмісні амінокислоти (цистин, цистеїн), організм використовує метіонін як джерело сірки для утворення сульфонієвих сполук. Метіонін бере участь не тільки у білковому, жировому і

мінеральному обмінах, а й використовується в процесі синтезу вітамінів, гормонів, ферментів [170].

Виявлено досить виражений зв'язок між метіоніном і такими сполуками, як холін (вітамін В₄), вітамін В₁₂, амід нікотинової кислоти (вітамін В₅, або РР). Обмін метіоніну тісно пов'язаний з обміном цистину: якщо в раціоні достатня кількість цистину, метіонін для його синтезу не витрачається. Однак слід враховувати, що понаднормові дози метіоніну небажані, оскільки його висока концентрація може мати летальну дію.

Комбікормова промисловість виготовляє кормовий препарат метіоніну методом ціанування метилмеркаптопропіонового альдегіду за температури 52-84 °С. Це пожежонебезпечна речовина, пил якої концентрацією 45,4 мг/м³ з повітрям утворює вибухову суміш. Препарат містить 98 % метіоніну і не більше 0,0002 % ціаністих сполук у перерахунку на СN, арсенисті сполуки відсутні.

Цистин відіграє досить важливу роль у вуглеводному обміні, окислювальновідновних процесах, обміні жовчних кислот, сприяє утворенню речовин, які знешкоджують отруйні сполуки в кишківнику. Джерелом цистину, як уже зазначалося, в організмі може бути метіонін. Якщо метіонін відсутній або міститься у незначній концентрації, цистин втрачає свою активність. У процесі обміну речовин із цистином досить тісно пов'язаний цистеїн, хоча існує думка, що останній являє собою похідне цистину. Зважаючи на це, під час складання раціонів враховують лише потреби у цистині або сумарні потреби метіонін+цистин [114].

До амінокислот із розгалуженим ланцюгом відносяться лейцин, ізолейцин і валін, для яких характерні аліфатичні бічні ланцюги. Ключовою властивістю лейцину, ізолейцину і валіну виокремлюється їх гідрофобність. Таким чином у білках згадані амінокислоти значною мірою виключені з водних середовищ, проте добре взаємодіють з іншими гідрофобними молекулами. В основному вони розташовані в гідрофобній внутрішній серцевині глобулярних білків, де їх взаємодія з іншими аналогічними

амінокислотами відіграє ключову роль у визначенні тривимірних форм цих білків і, отже, їх функції. Зазначені три амінокислоти також відіграють важливу роль у структурних білках тіла, особливо в скелетних м'язах [221, 228]. Засвоюваність ізолейцину залежить від кількості лейцину в кормі, рівень якого не повинен перевищувати 3-5 %. Валін бере участь у синтезі мієлінового шару нервів, а дефіцит такого може привести до дегенеративних неврологічних станів. Разом із тим збільшення кількості валіну понад 3 % від маси корму здатне спричинити зниження ефективності його використання.

Аргінін слугує попередником креатину та оксиду азоту і визнаний потужним стимулятором синтезу інсуліну і гормону росту, тобто може відігравати важливу роль в анаболічних процесах [305]. Антагонізм аргініну до надлишкового дієтичного лізину – це явище, притаманне деяким видам тварин, у тому числі курчатам, пацюкам, морським свинкам і собакам [213]. Як показано, надмірний рівень дієтичного лізину викликає депресію росту, що може бути зменшено з надходженням до складу корму додаткового аргініну [210]. Лізин і аргінін переміщуються на тому ж носії двоосновної амінокислоти, і конкурентне інгібування між цими двома амінокислотами може вплинути на їх всмоктування і метаболізм [250].

Треонін разом із серином і тирозином виділяється як одна з трьох основних амінокислот, де наявна спиртова група. Залишок треоніну схильний до численних післятрансляційних модифікацій. Гідроксил бічного ланцюга здатний переходити в зв'язане глікозилування. Крім того, треонін піддається фосфорильованню через дію треонінкінази. У своїй фосфорильованій формі він може згадуватися як фосфотреонін [114].

Триптофан це амінокислота гетероциклічного ряду, яка досить часто у раціонах знаходиться на межі дефіциту. Подібне спостерігається за високої концентрації в комбікормах зернових злакових компонентів. Крім того, триптофан буває зв'язаним з іншими сполуками, що зумовлює його недоступність для організму.

Дефіцит триптофану спричиняє патологічні зміни в організмі риби. Відомо, що виключення триптофану із раціону райдужної форелі через чотири тижні призводить до викривлення хребта – сколіоз, лордоз. Ці ознаки зникають після введення триптофану до дієти форелі. Крім виникнення сколіозу у райдужної форелі за нестачі триптофану спостерігається розлад мінерального обміну та аномальне відкладання кальцію в кісткових тканинах і нирках [136, 303].

Гістидин належить до важливих амінокислот для метаболічних процесів в організмі, оскільки здатний за потреби трансформуватися в інші важливі сполуки, в тому числі гістамін та гемоглобін. Гістидин являє собою важливе джерело атомів вуглецю в синтезі пуринів. Також він бере участь у виведенні з організму важких металів, сприяє відновленню тканин та здатний посилювати імунітет і захищати організм від шкідливої дії радіаційних випромінювань. Фермент гістидину амміакліаза перетворює гістидин в аміак й уроканінову кислоту у печінці [35, 228].

Фенілаланін належить до неполярних амінокислот через гідрофобну природу бензилового бічного ланцюга. В організмі риб фенілаланін залучається виключно для синтезу білків, тоді як невикористаний запас цієї амінокислоти перетворюється в тирозин. Нестача фенілаланіну впливає на синтез гормонів [49, 182].

Тирозин, або 4-гідроксифенілаланін синтезується в організмі з фенілаланіну або умовно вважається незамінною амінокислотою. Риба легко може перетворити фенілаланін у тирозин, отже один фенілаланін здатний задовольнити вимоги у ароматичних амінокислотах [240, 309]. Проте наявність тирозину в раціоні дещо зменшує потребу у фенілаланіні. Тирозин, окрім участі в синтезі білків, слугує попередником гормону наднирників адреналіну, медіаторів норадреналіну і дофаміну, гормонів щитовидної залози тироксину і трийодтироніну та пігменту меланіну [35, 228].

Головну увагу в амінокислотному живленні форелі зазвичай надають есенціальним амінокислотам. Проте роль замінних амінокислот у раціоні форелі також дуже важлива. За даними різних авторів, замінні амінокислоти повинні становити 33-50 % від загальної кількості амінокислот раціону. Відомо, що насичення корму тільки незамінними амінокислотами викликає гальмування росту [136]. Замінні амінокислоти важливі для обміну речовин, оскільки виступають постачальниками основної кількості обмінного азоту. За нестачі замінних амінокислот зростає потреба в незамінних амінокислотах, що призводить до не повного використання загального протеїну корму, і навпаки [35].

Своєю значимістю серед незамінних амінокислот у живленні форелі вирізняється глютамінова кислота. Годівля струмкової і райдужної форелей кормом із вмістом 16 % глютаміну та глютамінової кислоти забезпечує вміст такого ж порядку вказаних амінокислот у тканинах риби [35, 36]. Переважаюча роль глютаміну в тканинах зумовлена його важливістю як переносника енергії, стимулятора синтезу м'язових білків [271], участю в синтезі глікогену, а також у регулюванні кислотного-лужного балансу в організмі. Крім того, при катаболізмі глютамін стає незамінною кислотою, оскільки підтримує синтез білка та стабілізує рівень рідини всередині клітин. За умов використання цієї амінокислоти під час фізичного навантаження, споживання глютаміну сприяє швидкому відновленню та ефективнішому перебігу анаболічних процесів. Глютамінова кислота слугує важливим джерелом аміногрупи в метаболітичних реакціях і являє собою проміжну ланку за розщеплення таких амінокислот, як пролін, гістидин, аргінін та орнітин [230]. Згадана кислота бере участь у життєво важливих процесах та у багатьох функціях: біосинтезі вуглеводів, нуклеїнових кислот, ферментів, серотоніну, знешкодженні та виведенні аміаку, підвищує проникність м'язових тканин для калію тощо [35].

Пролін – це гетероциклічна протеїногенна амінокислота, в якій атом азоту входить до складу вторинного, а не первинного аміну. Тому пролін у

складі білків здатний надто вигинати пептидний ланцюг і таким чином створювати умови для незвичної вторинної структури пептиду, до складу якого він власне і входить. Особливість будови цієї амінокислоти надає певної структурованості колагену. Чергування проліну та гідроксипроліну в молекулі сприяє створенню стабільної 3-спіральної структури колагену, яка надає молекулі міцності. Колаген виконує важливу структурну функцію, входить до складу сполучної тканини, забезпечуючи її міцність та еластичність. Такі функції виконує колаген кісток, луски риби, хрящів, стінок судин і сполучних тканин [41, 74, 135].

Важливим показником у амінокислотному живленні форелі визнано не лише достатню кількість кожної з амінокислот, що надходять з кормом, а й їх співвідношення. Білковий обмін значною мірою залежить від співвідношення як заміінних, так і незамінних амінокислот.

Порушення збалансованості амінокислотного складу білка корму призводить до розпаду синтезу власних білків, дезорганізації динамічної рівноваги білкового анаболізму і катаболізму в бік перевищення розпаду власних білків організму.

Корекція амінокислотного складу кормів повинна проводитися таким чином, щоб не змінити їх кількісного співвідношення. Риба, яка вирощується на подібному раціоні, буде використовувати лише невелику кількість амінокислот для отримання енергії, тоді як основна частина витратиться на підтримання процесів життєдіяльності, синтезу нових білків, що визначає максимальну швидкість росту [56].

Вміст вільних амінокислот – гліцину, аланіну, метіоніну, цистеїнової кислоти і цистину, фенілаланіну, тирозину, глютамінової та аспаргінової кислот, лізину, гістидину й арганіну – в різних тканинах може бути адекватним і чутливим показником фізіологічного стану організму окремих видів риби на різних етапах онтогенезу. Формування білково-амінокислотного обміну та його закономірні зміни, які слугують основою

фізіологічного розвитку і росту організму, відбуваються у ранньому онтогенезі риби [54].

Синтез білка, як засвідчують окремі роботи, може стимулюватися за переважання позаклітинної концентрації однієї з незамінних амінокислот над концентрацією її в крові при дотриманні якісних співвідношень між окремими амінокислотами і, навпаки, гальмуватися за різкого підвищення або надмірного вмісту амінокислот у кормі [242].

Важливу роль в регуляції клітинного обміну відіграють механізми, що забезпечують надходження амінокислот через клітинні мембрани, які істотно змінюються з віком і знаходяться під контролем різних факторів. Зокрема, на швидкість перенесення через мембрану клітин і акумулювання амінокислот позитивний ефект виявляє інсулін. Показано, що помітні вікові зрушення, які відбуваються в гормональному спектрі, пов'язані зі зниженням інсуліну до старості. Подібне слугує істотним підтвердженням змін, що відбуваються в механізмі перенесення амінокислот в онтогенезі [75, 76, 135].

Із надходженням білка в організм здатність акумулювати амінокислоти тканин у старших особин виражена слабше, ніж у молодих. Зниження інтенсивності біосинтезу амінокислот до старості найчастіше стає наслідком адаптації організму до зниженої потреби в амінокислотах. Поряд із цим старший організм значною мірою зберігає здатність до інтенсивного синтезу амінокислот, яка проявляється в разі потреби, і вищу потребу в амінокислотах (лизині, метіоніні). Це може побічно свідчити, що в пізніші періоди онтогенезу порушується не весь транспорт амінокислот загалом, а лише перенесення деяких із них [54, 139].

Кількість вільних амінокислот в тканинах пов'язана з рівнем білка, що надійшов з кормом, і з потребами організму в тих чи інших амінокислотах, змінами в механізмі надходження останніх [121].

Із дослідження динаміки амінокислот встановлено, що максимальна концентрація таких відзначається через годину після споживання корму. Через три години вміст амінокислот у сироватці крові знижується [63].

Не зважаючи на численні дослідження стосовно визначення ролі амінокислот в організмі риби, впливу останніх на обмінні процеси, актуальною проблемою залишається питання їх використання та нормування. Виходячи з цього, збагачення комбікормів для райдужної форелі додатковими джерелами амінокислот слід вважати актуальним і перспективним.

1.4. Обґрунтування напрямів досліджень

Проведений аналіз наукових основ нормування живлення райдужної форелі вказує на недостатнє вивчення цієї проблеми. Підтверджено, що дослідження показують неоднозначність думок щодо рівнів обмінної енергії, сирого протеїну, метіоніну й лізину та їх співвідношень, не повною мірою розглянуті питання впливу на продуктивність риби та якість її продукції, відсутні дані про параметри продуктивних і функціональних змін в організмі форелі на усіх стадіях її вирощування під впливом різного енергетичного та протеїнового живлення [280].

І хоча питання досить складне, разом із тим виникла об'єктивна потреба в науково-практичному обґрунтуванні нормованого енергетичного та протеїнового живлення райдужної форелі на усіх етапах її вирощування у холодноводних господарствах, де було б враховано біологічні особливості згаданого виду риб і пов'язану з цими факторами якість продукції, що забезпечує високу ефективність її виробництва.

З урахуванням накопиченого наукового досвіду, який висвітлено у першому розділі дисертації «Огляд літератури», рекомендації з нормованого живлення райдужної форелі повинні диференціюватися залежно від стадії вирощування риби, її віку і маси. Саме тому вирішення подібних питань має принциповий характер у зв'язку з наявністю різних

протиріч у теоретичному й практичному баченні, що відображається у практиці годівлі форелі шляхом пошуку ефективних засобів підвищення її продуктивності.

Принцип компромісу, який визначено одним з основних принципів еволюції функцій, пояснює функціонування будь-якого організму через постійне зрівноваження, зміни та адаптацію біологічних систем. Сучасними дослідниками і науковцями з годівлі наголошується на актуальності досліджень з вивчення формування різних функцій травної системи та впливу на це умов годівлі. Проте, слід пам'ятати й про певні екологічні аспекти, що пов'язані з можливістю освоєння певним видом риб кормової бази в нових або змінених умовах існування.

Навіть за значної кількості досліджень і літературних джерел з морфології і біохімії риби їх аналіз засвідчує недостатню повноту уявлення про закономірності розвитку внутрішніх органів і біохімічні процеси в організмі за впливу на них різноманітних факторів зовнішнього середовища. Враховуючи сучасні положення теорії живлення можна вважати, що нормоване живлення риби у промислових умовах, яке здійснюється через регуляцію кількісних і якісних параметрів комбікорму, виступає не лише як механізм налаштування системи травлення, а й інших систем та органів організму.

Здійснений аналіз стану проблеми дозволяє сформулювати наступні висновки:

- оцінка основних теоретичних положень про нормування живлення риби слугує базовим для розробки теоретико-методичних аспектів предмета проведених досліджень – вивчення закономірностей формування продуктивних і функціональних ознак у райдужної форелі на усіх етапах її вирощування під впливом енергетичного та протеїнового живлення;

- у практиці годівлі риби наявна низка можливостей з удосконалення основних властивостей комбікормів у системі забезпечення повноцінного живлення;

- спрямований ріст та розвиток організму риб можливий лише за реалізації певних рекомендацій з живлення, в яких органічно поєднуються взаємозв'язки між рівнями енергії, протеїну, амінокислот та виробничими аспектами.

Отже, на основі проведеного аналізу досліджуваної проблеми не можна недооцінювати значення будь-якого показника живлення риб у системі виробництва продукції форелівництва. Врахування усіх факторів, які визначають продуктивність риби, дозволяють запропонувати ефективну систему вирощування форелі із застосуванням необхідних рекомендацій її живлення.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛІ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна методика

Експериментальні дослідження з райдужною фореллю *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) виконано упродовж 2014-2020 рр. в умовах форелевого господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Водопостачання господарства здійснюється за рахунок гірської річки Шипот. Підземні води забезпечують відносно постійний температурний режим води, який взимку не опускається нижче 2 °С, а влітку підвищується до 18 °С. Форель у господарстві вирощують за 2-літнім циклом.

Загальна схема досліджень була наступною (рис 2.1). Основними досліджуваними факторами стали зміни в комбікормах вмісту обмінної енергії, протеїну, лізину та метіоніну. Завдання дослідження полягають у встановленні залежностей між вмістом енергії та поживних речовин у кормах і показниками продуктивності райдужної форелі, а також розробкою на цій основі програм науково обґрунтованого її живлення. З цією метою проведено 12 науково-господарських дослідів.

Зразки вивчали в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК, Інституті біохімії імені О. В. Палладіна НАН України й навчально-науковій лабораторії м'ясних, рибних та морепродуктів НУБіП України.

Усю роботу виконували у три етапи. **Перший етап досліджень** був спрямований на вивчення впливу різних рівнів енергетичного живлення райдужної форелі на її продуктивні ознаки, встановлення зв'язків між ними і обґрунтування оптимальних параметрів енергетичного живлення. Для цього проведено чотири науково-господарські досліді на личинках, мальках, цьоголітках та дволітках товарної форелі (табл. 2.1).

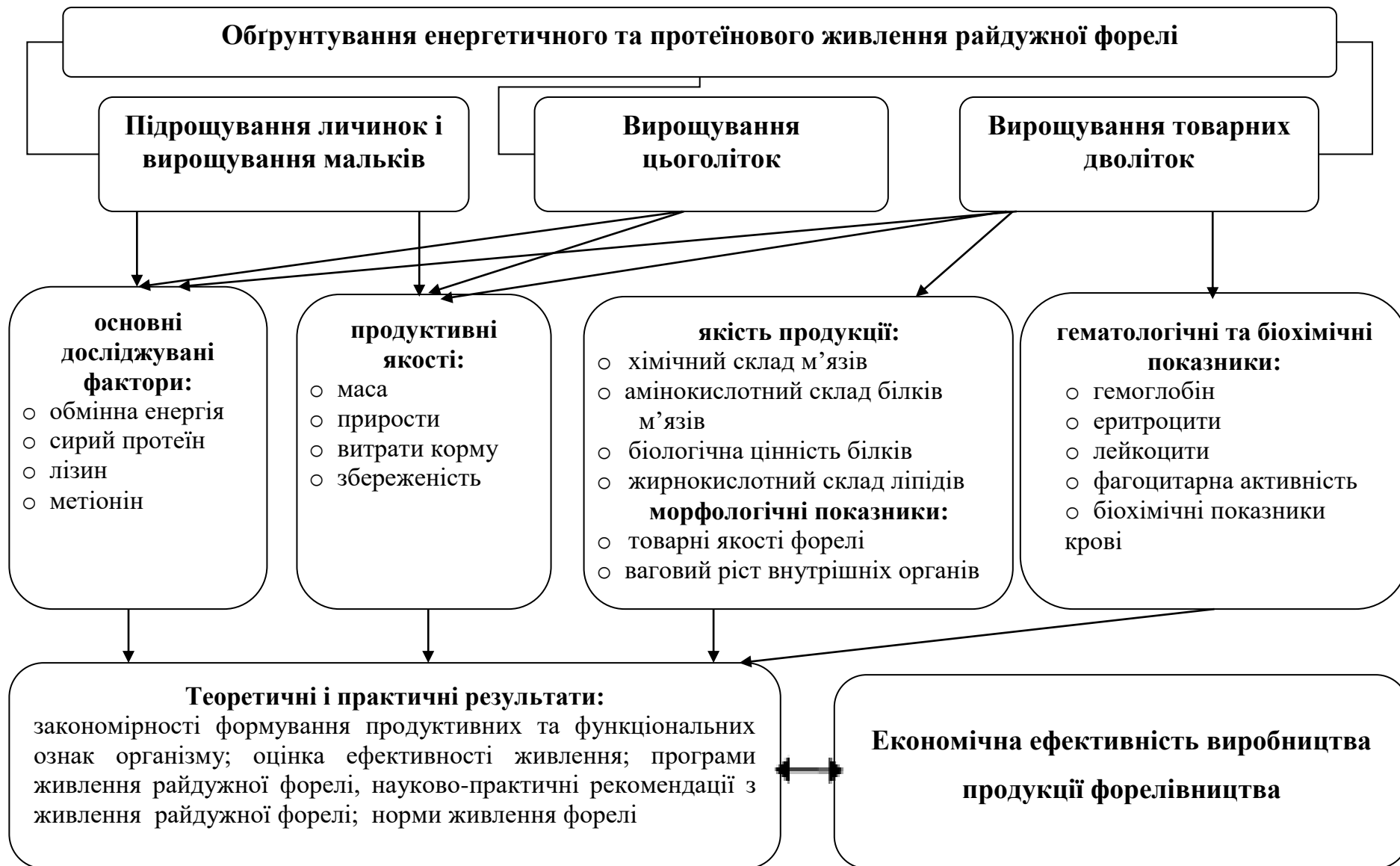


Рис. 2.1. Загальна схема досліджень

Схема науково-господарських дослідів першого етапу досліджень
(визначення рівнів енергії в комбікормах)

Група	Кількість екземплярів у групі на початок дослідів	Середня маса особини на початок дослідів, г	Період дослідів	
			зрівняльний	основний
Рівень обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж				
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30 діб)				
1-контрольна	40000	0,151±0,0072	16,0	16,0
2-дослідна	40000	0,148±0,0045		14,0
3-дослідна	40000	0,153±0,0084		15,0
4-дослідна	40000	0,150±0,0102		17,0
5-дослідна	40000	0,152±0,0093		18,0
Цьоголітки (до маси тіла 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)				
1-контрольна	20000	1,16±0,107	17,0	17,0
2-дослідна	20000	1,14 ± 0,098		15,0
3-дослідна	20000	1,17 ± 0,093		16,0
4-дослідна	20000	1,13 ± 0,101		18,0
5-дослідна	20000	1,14± 0,099		19,0
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)				
1-контрольна	20000	10,23±0,408	18,0	18,0
2-дослідна	20000	10,02±0,397		16,0
3-дослідна	20000	10,41±0,403		17,0
4-дослідна	20000	10,37±0,496		19,0
5-дослідна	20000	10,14±0,358		20,0
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)				
1-контрольна	5000	50,2±1,72	18,0	18,0
2- дослідна	5000	50,7±2,41		16,0
3- дослідна	5000	50,5±3,14		17,0
4- дослідна	5000	50,9±1,53		19,0
5- дослідна	5000	50,3±2,83		20,0

Досліди з райдужною фореллю у перший рік вирощування проводили з личинками, мальками та цьоголітками до маси тіла 25 г.

Другий етап досліджень – за завдання поставлено розробити параметри оптимального протеїнового живлення райдужної форелі. Здійснено чотири науково-господарських дослідів, що спрямовані на

встановлення змін у показниках продуктивних і функціональних якостей організму форелі за рахунок різного протеїнового живлення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема науково-господарських дослідів другого етапу досліджень
(визначення рівнів протеїну в комбікормах)

Група	Кількість екземплярів у групі на початок дослідів	Середня маса особини на початок дослідів, г	Період дослідів	
			зрівняльний	основний
			Уміст сирого протеїну в 1 кг комбікорму, %	
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30 діб)				
1-контрольна	40000	0,162±0,0123	54	54
2-дослідна	40000	0,167±0,0114		50
3-дослідна	40000	0,160±0,0147		52
4-дослідна	40000	0,165±0,0136		56
5-дослідна	40000	0,163±0,0102		58
Цьоголітки (до маси тіла 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)				
1-контрольна	20000	1,14±0,114	52	52
2-дослідна	20000	1,14±0,102		48
3-дослідна	20000	1,12±0,095		50
4-дослідна	20000	1,15±0,107		54
5-дослідна	20000	1,11±0,088		56
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)				
1-контрольна	20000	10,58±0,389	50	50
2-дослідна	20000	10,70±0,429		46
3-дослідна	20000	10,74±0,395		48
4-дослідна	20000	10,61±0,370		52
5-дослідна	20000	10,42±0,324		54
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)				
1-контрольна	5000	55,3±2,48	48	48
2- дослідна	5000	56,1±2,13		44
3- дослідна	5000	54,8±2,37		46
4- дослідна	5000	55,1±3,13		50
5- дослідна	5000	54,5±2,99		52

На третьому етапі дослідження визначали вплив на продуктивні й функціональні показники форелі двох основних лімітуючих амінокислот – лізину та метіоніну. Для цього, як і в попередньому етапі, виконано чотири науково-господарські досліди, в яких до раціону додатково вводилися синтетичні амінокислоти – лізин та метіонін (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Схема науково-господарських дослідів третього етапу досліджень
(визначення рівнів лізину і метіоніну в комбікормах)

Група	Кількість екземплярів у групі на початок дослідів	Середня маса особини на початок дослідів, г	Періоди дослідів			
			зрівняльний		основний	
			Уміст в 1 кг комбікорму, %			
			лізин	метіонін	лізин	метіонін
Личинки і мальки форелі (зрівняльний – 5 діб, основний – 30 діб)						
1-контрольна	40000	0,156±0,0145	3,1	1,05	3,1	1,05
2-дослідна	40000	0,154±0,0103			2,9	0,95
3-дослідна	40000	0,158±0,0149			3,0	1,00
4-дослідна	40000	0,156±0,0135			3,2	1,10
5-дослідна	40000	0,153±0,0116			3,3	1,15
Цьоголітки (до маси тіла 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 40 діб)						
1-контрольна	20000	1,03±0,092	3,0	1,00	3,0	1,00
2-дослідна	20000	1,06±0,078			2,8	0,90
3-дослідна	20000	1,01±0,068			2,9	0,95
4-дослідна	20000	1,05±0,089			3,1	1,05
5-дослідна	20000	1,02±0,102			3,2	1,10
Цьоголітки (маса понад 10 г) (зрівняльний – 5 діб, основний – 50 діб)						
1-контрольна	20000	10,21±0,375	2,9	0,95	2,9	0,95
2-дослідна	20000	10,26±0,334			2,7	0,85
3-дослідна	20000	10,52±0,269			2,8	0,90
4-дослідна	20000	10,28±0,398			3,0	1,00
5-дослідна	20000	10,49±0,416			3,1	1,05
Вирощування товарної форелі (зрівняльний – 10 діб, основний – 200 діб)						
1-контрольна	5000	53,9±3,17	2,7	0,9	2,7	0,90
2- дослідна	5000	53,4±2,86			2,5	0,80
3- дослідна	5000	54,2±3,74			2,6	0,85
4- дослідна	5000	52,7±3,29			2,8	0,95
5- дослідна	5000	54,0±3,06			2,9	1,00

Для підрощування личинок і вирощування мальків до маси тіла 1 г використовували лотоки площею 4 м² за щільності посадки 10 та 5 тис. екз./м² відповідно. Рівень води в ємностях для личинок становив 0,2 м, для мальків – 0,5 м. Оптимальна температура води при підрощуванні знаходилася в межах 10-14 °С, повний водообмін відбувався за 10-15 хв. Лотоки очищали від залишків кормів й екскрементів риби через 30 хв після кожного роздавання комбікорму із застосуванням сифонів, трубок та спеціальних щіток.

Цьоголіток з мальків масою 1 г вирощували у ставах за щільності посадки 200 екз./м² і рівня води в них 1 м. Температура води впродовж вегетаційного періоду була в межах 13-16 °С.

Вирощування товарних дволіток з однорічок проводили у ставах площею 100 м² за щільності посадки 50 екз./м² і за рівня води в них 1 м. Повний водообмін тут відбувався за 30-60 хв.

Комбікорм у личинковий і мальковий періоди вирощування роздавали впродовж світлого часу доби не менше 12 разів, а цьоголіткам і дволіткам упродовж вегетаційного періоду – 4-6 разів на добу. Під час личинкового і малькового періодів використовували комбікорм у вигляді крупки, тоді як у стартовий і ростовий періоди – гранульований комбікорм із діаметром гранул відповідно до маси риби. Необхідну кількість корму розраховували орієнтуючись на показники індивідуальної маси риби й температури середовища.

У зрівняльний період дослідів усіх риби піддослідних груп згодовували комбікорм, призначений для контрольної групи. В основний період досліджень рівень обмінної енергії, протеїну та амінокислот у комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (із використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti).

Піддослідні личинки, мальки і цьоголітки на всіх етапах досліджень зважували раз на 5 днів. Індивідуальну масу личинок визначали з використанням електронних терезів, на яких проводили зважування з

точністю до 1 мг. Дорослу рибу зважували на електронних терезах у відтарованій ємності з водою, з точністю до 0,1 г. Утримання форелі відбувалося у промислових умовах за загально визнаними у форелівництві рибоводно-біологічними нормативами [32, 33, 80, 172, 176].

Синтетичні препарати амінокислот вводили до комбікорму методом вагового дозування та багатоступеневого змішування. Збереженість встановлювали за даними обліку загибелі піддослідної риби.

2.2. Методи досліджень

Дослідження темпу росту райдужної форелі ґрунтувалися на результатах контрольних ловів. Зважуванню піддавали не менше 100 екз. риби. Для характеристики інтенсивності росту використовували показники абсолютного, відносного і середньодобового приростів маси тіла риби.

Витрати корму розраховували як за окремими періодами, так і в цілому за весь період дослідів як відношення кількості корму, згодованого рибі до одиниці приросту її маси тіла:

$$Z = E_v / R, \quad (2.1)$$

де Z – витрати корму, од.;

E_v – кількість згодованого корму, кг;

R – приріст маси тіла риби за дослідний період, кг.

Загальний хімічний склад води у дослідних ємностях та ставах визначали на початку і кінці експериментів, відповідно до загальноприйнятих у рибництві методик, згідно з чинними документами [1, 141, 172]. Стосовно загального хімічного аналізу води – застосовували загально визнані у гідрохімії методи [1, 157]. Температуру води вимірювали тричі на добу (вранці, опівдні та ввечері). Для встановлення концентрації розчиненого у воді кисню використовували термооксиметр.

Підрахунок личинок і мальків відбувався методом еталону. Контрольні лови для визначення темпу росту і фізіологічного стану досліджуваних вікових груп форелі проводили раз у п'ять днів (для молоді й цьоголіток до

маси тіла 50 г) та раз у декаду (за вирощування товарної риби) шляхом зважування 100 екз. риби. У показниках виживання різновікових груп враховували щоденний відхід риби впродовж вегетаційного сезону.

Морфологічні показники крові риби визначали у зразках, які відбирали із серця, застосовуючи антикоагулянт гепарин. У крові досліджували концентрацію гемоглобіну, кількість еритроцитів, лейкоцитів, використовуючи загальноприйняті в клінічній практиці методи. Крім гематологічних показників, у риби розраховували лейкоцитарну формулу та контролювали ШОЕ. Морфологічні показники крові риби визначали за допомогою аналізатора Micros – 60 (Франція).

Зразки крові відбирали з серця за допомогою ін'єкційної голки, яку вводили із боку черевної сторони по сагітальній лінії між грудними плавцями. Гематологічні показники одержували за стандартними методами, прийнятими у рибництві.

Показники пластичного обміну, а саме вміст глюкози в крові риби проводили за методом [104], вміст загального білка у плазмі крові риби визначали за допомогою наборів реактивів фірми «Lachema» (Чеська Республіка) та стандартних розчинів субстратів.

Товарні якості райдужної форелі встановлювали за основними показниками розмірно-масового складу сировини – масою голови, плавників, кісток, м'язової тканини, шкіри та внутрішніх органів. Для дослідження використовували рибу у кількості 5 екземплярів середньою масою по групі. На основі отриманих даних зважувань розраховували співвідношення маси тіла окремих частин її тіла до маси тіла цілої риби [45].

Отримані після розробки зразки риби характеризували за загальним хімічним складом, вмістом мінеральних речовин, амінокислотним складом білків і жирнокислотним складом ліпідів [150, 151, 153].

Масову частку вологи визначали за ДСТУ 8029:2015 [59], масову частку золи – за ДСТУ 8718:2017 [62], масову частку ліпідів – згідно з ДСТУ 8717:2017 [61], масову частку білка – згідно з ДСТУ 8030:2015 [60]. Масову частку амінокислот – методом іонообмінної хроматографії [87] на

автоматичному аналізаторі амінокислот Biotronik LC 2000 (Німеччина), частку триптофану – колориметричним методом після лужного гідролізу досліджуваних зразків.

Вміст жирних кислот встановлювали хроматографічним методом. Для ідентифікації піків на хроматограмі застосовували метод розрахунку «вуглецевих чисел», із використанням хімічно чистих, стандартних розчинів, метилових ефірів жирних кислот. Вміст окремих жирних кислот за результатами газохроматографічного аналізу – хроматограмами – розраховували за формулою, яка включає поправочні коефіцієнти для кожної з них. Поправочні коефіцієнти знаходили як відношення площ піків (зокрема висот піків) гептадеканової (внутрішній стандарт) та досліджуваної кислот при концентрації 1:1 та ізотермічному режимі роботи газорідного хроматографа.

Для вирішення задачі сукупність вимог до якості готового продукту формувалася у вигляді критеріїв оптимізації щодо хімічного складу, вмісту НАК, НЖК, МНЖК, ПНЖК, ЖК ω_3 і ω_6 .

На основі отриманих показників, для повнішої й різнобічнішої характеристики сировини визначено наступні показники: білково-водний коефіцієнт (БВК); білково-водно-жировий коефіцієнт (БВЖК); коефіцієнт біологічної ефективності ліпідів; амінокислотний скор незамінних амінокислот, потенційна біологічна цінність (БЦ_п), коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка (U) та коефіцієнт порівняльної надлишковості (σ_c):

1) білково-водний коефіцієнт (БВК), білково-водно-жировий коефіцієнт (БВЖК) – розрахунковим методом [110, 185, 189];

2) вміст амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії, триптофану – колориметричним методом із попереднім лужним гідролізом [169];

3) амінокислотний скор, потенційну біологічну цінність білка (БЦ_п), коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U), коефіцієнт надлишкового вмісту незамінних

амінокислот (σ) – розрахунковим методом [55, 111]. Лімітуючою кислотою вважали ту, скор якої найменший.

Потенційну біологічну цінність ($БЦ_n$) білка (%) визначали за формулою:

$$БЦ_n = \frac{8 \cdot AC_n}{\sum AC_i} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де AC_n – амінокислотний скор лімітуючої кислоти, %;

$\sum AC_i$ – сума амінокислотних скорів незамінних амінокислот, %;

На основі отриманого значення $БЦ_n$ розраховували значення коефіцієнта різниці амінокислотного скору ($КРАС$):

$$КРАС = 100 - БЦ_n, \quad (2.3)$$

4) фракційний склад ліпідів визначали за допомогою денситометра Sorbfil TLC. Розділення фракційного складу ліпідного екстракту проводили в системі розчинників гексан : диетиловий ефір : оцтова кислота на силікагелевих пластинках [11];

5) для розділення індивідуальних фосфоліпідних класів використовували двомірну мікротонкошарову хроматографію. У першому напрямі застосовують систему – хлороформ : метанол : бензол : 28% аміак (65:30:10:6), у другому – хлороформ : метанол : бензол : ацетон : ЛОК : вода (70:30:10:5:4:1). Після проходження у кожному напрямі, платівку добре висушували до повного видалення залишків розчинників [23];

6) масову частку ПНЖК – хроматографічним методом [10];

7) екстрагування ліпідів – за методами Фолча і Блайя-Дайера [216];

8) коефіцієнт ефективності ліпідів – розрахунковим методом [158].

Підрахунок економічної ефективності відбувався згідно з загально визнаними методами в рибиогосподарській економіці [109, 112, 120, 124].

Для біометричного опрацювання результатів досліджень використовували алгоритми М. О. Плохінського [146]. Обробку даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA із залученням вбудованих статистичних функцій.

Варто зауважити, що за обробки експериментального матеріалу не завжди фіксували статистично значущі відмінності між досліджуваними показниками райдужної форелі. У зв'язку з цим проведено кореляційний аналіз, який дозволив встановити ступінь зв'язку між різними ознаками. Як критерій такого зв'язку визначено коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (r_s), який характеризує ступінь довільної нелінійної залежності між величинами та може використовуватися для оцінки залежності між ними незважаючи на їх розподіл, що має значення для малої вибірки, та менш чутливе до "викидів" експериментальних даних.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена розраховували за формулою:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (2.4)$$

де $\sum d^2$ – сума квадратів різниць рангів;

n – кількість парних спостережень.

Визначення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена та рівня його значущості відбувалося в он-лайн режимі за адресою: <https://math.semestr.ru/corel/spirmen.php>.

Для аналізу залежностей між досліджуваними факторами й показниками використовувався також графічний редактор MS Excel з побудовою ліній тренду, визначенням рівнянь регресії та коефіцієнта достовірності апроксимації (R^2).

За обробки дослідних даних визначали середню арифметичну (M) та її похибку ($\pm m$), середньоквадратичне відхилення (σ), вірогідність різниці (td) та рівень значущості (p).

Для показників рівня значущості критерію вірогідності (p) у таблицях прийнято наступні позначення: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю контрольною групою.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика температурного режиму та хімічних показників води

Науковий і практичний досвід вирощування райдужної форелі свідчить, що найвищі показники її росту, за умови оптимального вмісту розчиненого у воді кисню, встановлено за температури води в межах 15-18 °С. Для забезпечення інтенсивного росту форелі у холодноводному рибництві потрібне чітке дотримання сприятливих умов вирощування риби. Форель вибаглива до якості й температури води, в якій вона утримується, тому хімічний режим джерел водопостачання та термічний режим господарств визнано досить важливими факторами за вирощування згаданого виду.

У проведених дослідженнях упродовж всього періоду рівень насичення води киснем на вході до ставів становив не менше 9-10 мг/дм³, тоді як на витоку зі ставів знижувався до 7,5-8,0 мг/дм³.

Стосовно температурного режиму на підприємстві, то він дещо відрізнявся як по роках, так і за сезонами – влітку вода у ставах прогрівалась до 18,5 °С, взимку знижувалася до 2,5 °С. Про поточну ситуацію свідчить динаміка температурних умов у ставах у зимовий період (рис. 3.1). За наведеними тут даними найхолоднішими для вирощування риби виявилися зимові місяці 2015 і 2018 років.

У весняний період середня температура води становила 9 °С, з коливаннями її значення від 6,0 °С у березні до 12,5 °С у травні (рис. 3.2).

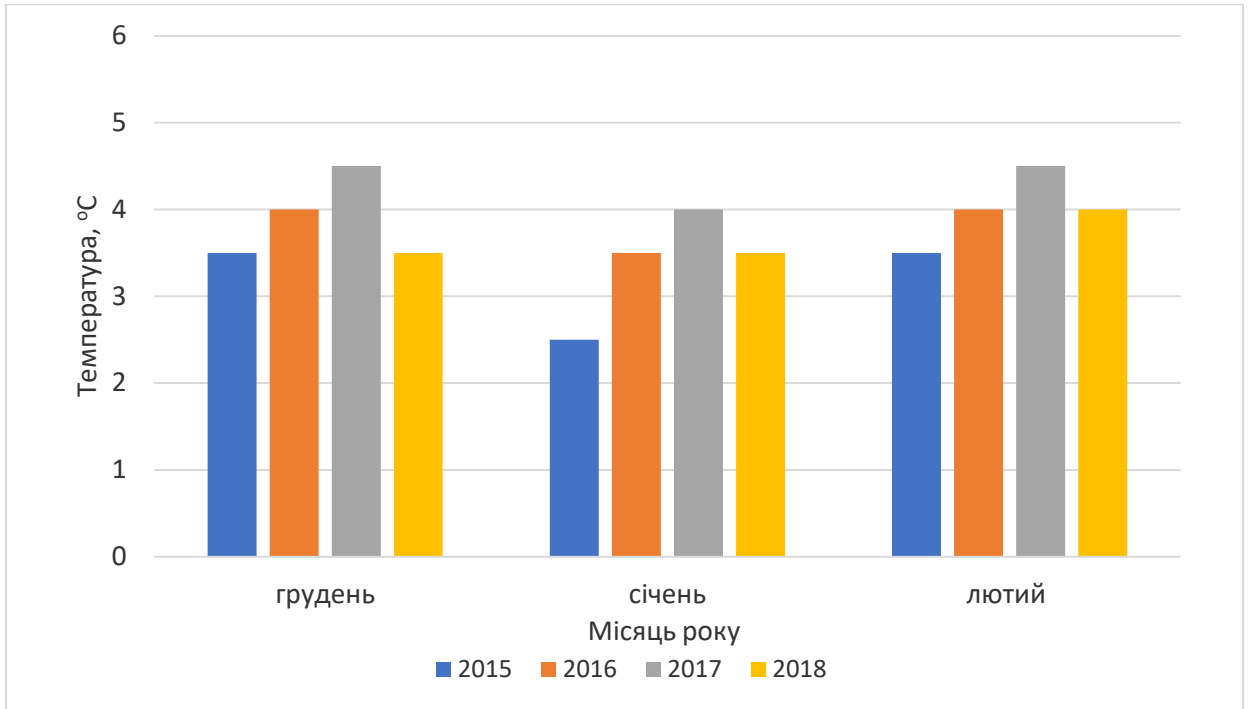


Рис. 3.1. Температурний режим води за вирощування райдувної форелі у ставових умовах у зимовий період, 2015–2018 рр.

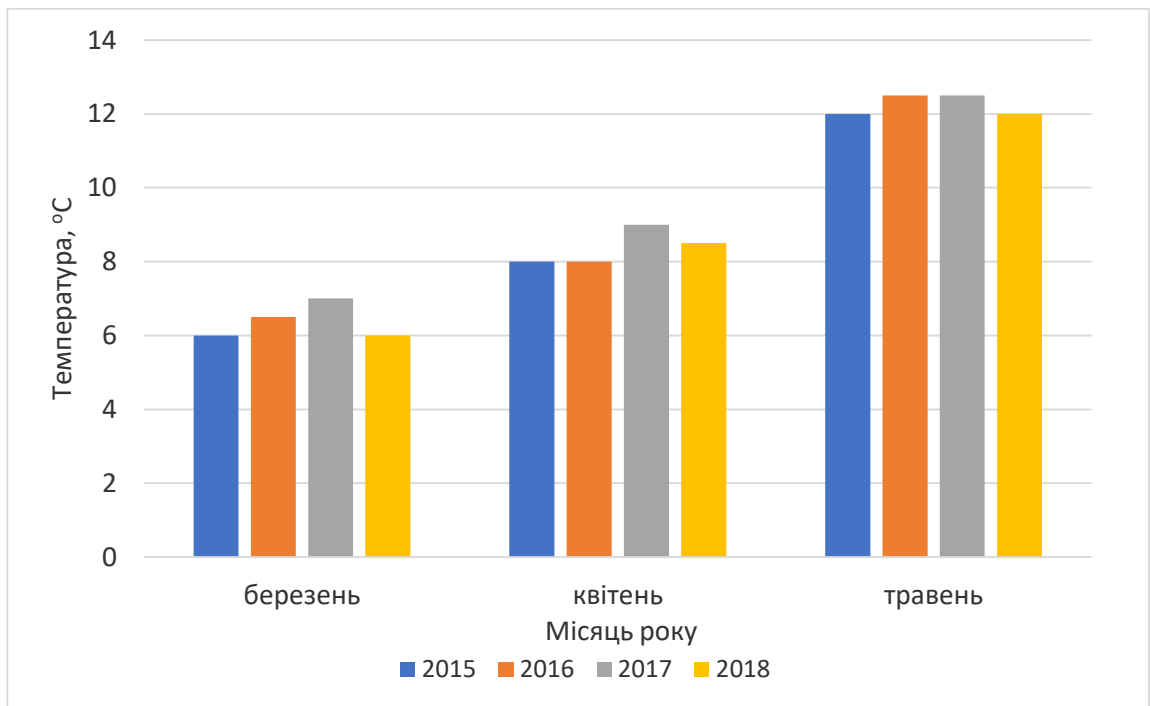


Рис. 3.2. Температурний режим води за вирощування райдувної форелі у ставових умовах у весняний період, 2015–2018 рр.

Найбільші коливання температури спостерігалися у літні місяці (рис. 3.3). Зокрема, температурні показники у червні становили 14,5-16,5°C, у

липні та серпні в окремі дні – досягали позначки 20 °С, проте в середньому становили 17,5-18,0 °С.

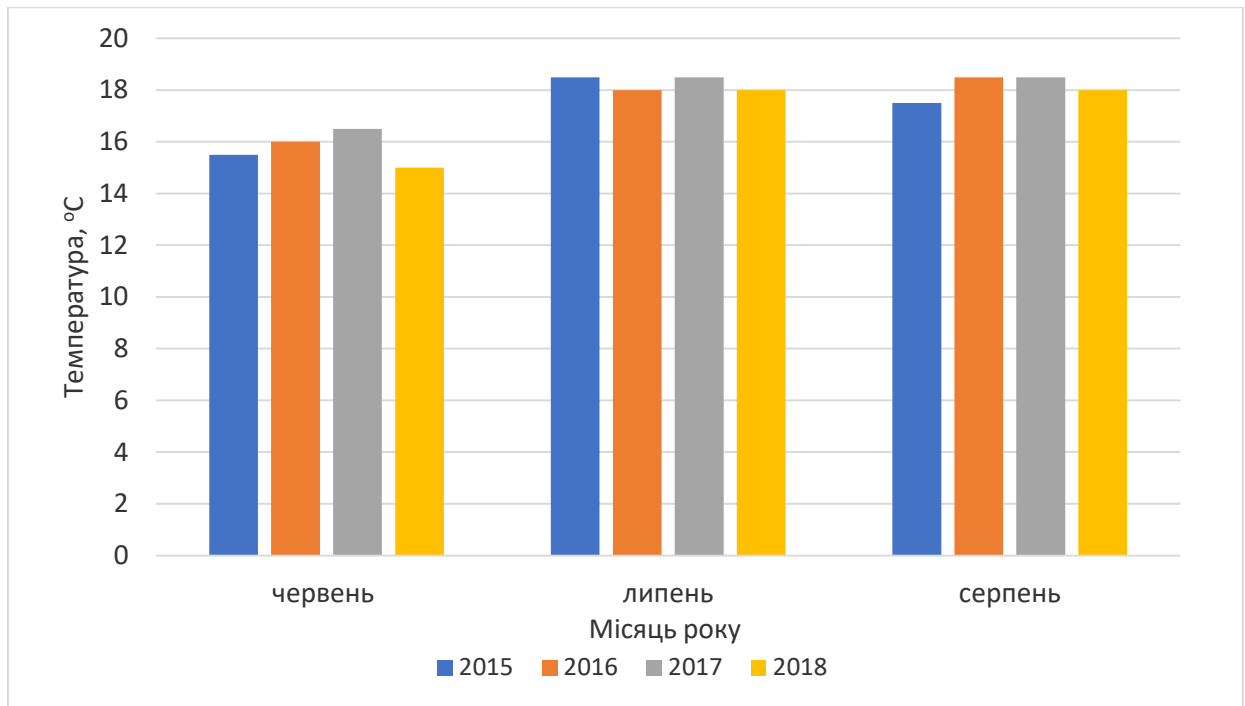


Рис. 3.3. Температурний режим води за вирощування райдужної форелі у ставових умовах у літній період, 2015–2018 рр.

В осінній період у ставах відбувався спад показників температури. При цьому найвищі значення в межах 11–12 °С зафіксовано у вересні (рис. 3.4).

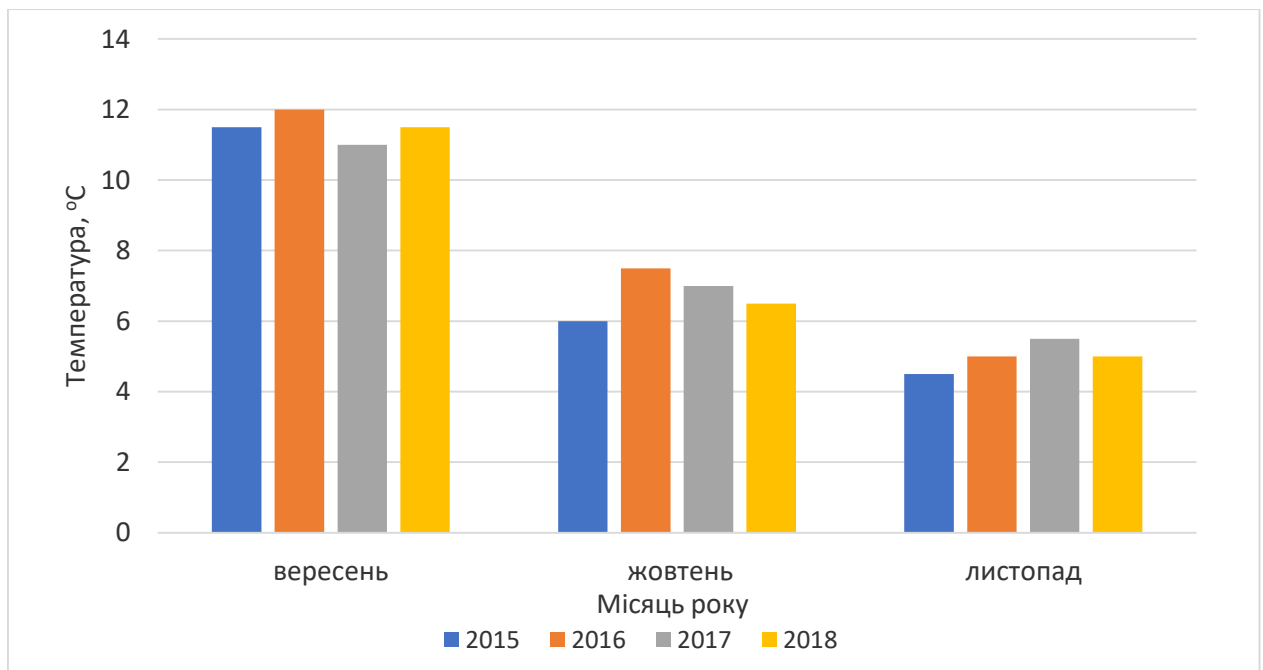


Рис. 3.4. Температурний режим води за вирощування райдужної форелі у ставових умовах в осінній період, 2015–2018 рр.

Для жовтня і листопада були притаманні температурні показники з нижчою температурою.

Стосовно гідрохімічних показників води, то вона у господарстві відповідала нормативним вимогам для вирощування райдужної форелі (табл. 3.1) [172].

Таблиця 3.1

Гідрохімічні показники дослідних водойм (усереднені дані)

Показник	Нормативне значення	Рік			
		2015	2016	2017	2018
Розчинений у воді кисень, мг/дм ³	6,0-9,0	8,2	8,6	8,7	8,4
Водневий показник (рН) води	7,0-8,0	7,6	7,7	7,8	7,4
Вільний аміак (NH ₃), мгN/дм ³	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05
Перманганатна окиснювальність, мгО/дм ³	до 10,0	4,8	5,2	7,7	6,1
Біхроматна окиснювальність, мгО/дм ³	до 30,0	13,2	13,6	12,7	14,8
Амонійний азот (NH ₄ ⁺), мгN/дм ³	0,50	0,37	0,42	0,39	0,48
Нітрити (NO ₂ ⁻), мгN/дм ³	0,10	0,02	0,04	0,05	0,04
Нітрати (NO ₃ ⁻), мгN/дм ³	1,0	0,44	0,55	0,46	0,63
Мінеральний фосфор (PO ₄ ³⁻), мгP/дм ³	0,30	0,14	0,15	0,12	0,21
Загальне залізо (Fe ²⁺³⁺), мгFe/дм ³	0,50	0,32	0,27	0,41	0,35
Кальцій (Ca ²⁺), мг/дм ³	до 40,0	37,0	42,0	39,0	38,0
Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³	до 15,0	10,5	9,0	13,0	14,0
Натрій (Na ⁺), мг/дм ³	до 10,0	6,5	6,0	7,0	6,5
Калій (K ⁺), мг/дм ³	до 10,0	6,0	5,5	6,0	5,5
Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻), мг/дм ³	до 150,0	80,0	95,0	75,0	80,0
Хлориди (Cl ⁻), мг/дм ³	до 50,0	7,0	5,5	6,0	5,0
Сульфати (SO ₄ ²⁻), мг/дм ³	до 40,0	5,5	5,0	4,5	6,0
Загальна твердість, мг-екв./дм ³	до 4,0	3,4	3,3	3,8	3,9
Мінералізація, мг/дм ³	до 300,0	255,6	276,5	286,4	272,2

Згідно з класифікацією О. О. Альокіна [1] за хімічним складом вода, що надходить у господарство відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію. У загальному майже всі гідрохімічні показники відповідали стандарту СОУ 05.01-37-385:006 «Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми» [172].

Концентрація розчиненого у воді дослідних ставів кисню у різні роки досліджень коливалася від 8,2 до 8,7 мг/дм³, водневий показник (рН) води був слаболужним і становив 7,4-7,6. Вміст вільного аміаку у 2015, 2017 та 2018 роках перебував у межах норми та незначно перевищував цей показник у 2016 році. Показники, що вказують на вміст розчинених у воді органічних речовин, які визначали за допомогою пермарганатної та біхроматної окислювальності, впродовж дослідних років не перевищували гранично допустимі норми. Вміст амонійного азоту, нітритів та нітратів, як і концентрація у воді мінерального фосфору свідчить, що ці показники не перевершували нормативних.

Як відомо, показники мінералізації води зумовлені вмістом у ній основних іонів, таких як кальцій, магній, натрій, калій та ін. Встановлено, що концентрації кальцію та магнію у воді забезпечували показник загальної твердості в межах допустимих величин (3,3-3,9 мг-екв./дм³). У пробах досліджуваної води показники іонів загального заліза не перевершували нормативних і за роками досліджень були близькими та становили від 0,27 мг/дм³ у 2016 році до 0,41 мг/дм³ у 2017 році.

Вміст у воді дослідних ставів гідрокарбонатів, хлоридів і сульфатів впродовж дослідних років вказує на те, що ці показники знаходилися в межах норм.

Таким чином звідси можна стверджувати, що вода, яка використовувалась у господарстві «Шипот» упродовж усіх років досліджень майже за всіма показниками відповідала нормативним вимогам і була сприятливою для вирощування райдужної форелі.

3.2 Оцінювання ефективності використання різних рівнів енергії у комбікормах за вирощування райдужної форелі

3.2.1. Вирощування личинок і мальків

3.2.1.1. Характеристика живлення. Годівля об'єктів культивування в індустріальній аквакультурі виступає одним із найважливіших технологічних елементів виробництва продукції. Якість комбікормів та їх склад, особливості процесу згодовування виявляють суттєвий вплив на ефективність виробництва продукції рибництва.

У першому науково-господарському досліді личинкам і малькам форелі згодовували повнораціонні комбікорми (табл. 3.2), згідно зі схемою, наведеною у розділі «Матеріал і методика досліджень» (див. табл. 2.1).

Таблиця 3.2

Склад комбікормів для личинок і мальків форелі у першому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	15,31	-	8,32	-	-
Горох	-	16,06	14,46	-	-
Борошно: рибне	20,80	15,77	32,49	30,01	13,28
м'ясо-кісткове	-	-	-	4,27	-
м'ясне	13,60	14,95	9,42	5,06	15,70
кров'яне	2,15	2,68	-	-	8,51
пір'яне гідролізоване	5,00	5,00	5,00	5,00	2,24
Шрот соєвий	-	-	-	12,69	23,56
Глютен кукурудзяний	6,02	-	3,99	5,00	12,00
Шрот соняшниковий	-	-	-	2,34	-
Соєвий концентрат	25,22	35,50	19,38	9,08	-
Сироватка молочна суха	-	7,45	-	5,56	-
Дріжджі кормові	7,37	-	4,77	15,00	17,00
Висівки пшеничні	-	1,29	-	-	-
Риб'ячий жир	2,72	-	0,42	4,99	6,59
Соєва олія	0,50	-	0,75	-	-
Лізин	0,21	0,01	-	-	-
Метіонін	0,10	0,21	-	-	0,12
Монокальційфосфат	-	0,08	-	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Поживність експериментальних комбікормів була наступною (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	16,00	14,00	15,00	17,00	18,00
Сирий протеїн	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Сирий жир	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Сира клітковина	2,01	2,06	2,20	2,23	2,27
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Метіонін	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Вітаміни:					
А, тис. МО	20	20	20	20	20
D ₃ , тис. МО	4	4	4	4	4
Е, мг	300	300	300	300	300

Для забезпечення умов експерименту рівень енергії в комбікормах регулювався за рахунок змін енергетичних та протеїнових кормів.

3.2.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків. Численними дослідженнями у рибництві доведено, що різний енергетичний рівень живлення форелі під час вирощування позначається на її продуктивних якостях. Досягнення бажаної маси тіла риби у конкретному віковому періоді за мінімальних витрат корму є одним з найважливіших показників цього.

Аналіз даних, що характеризують ріст личинок у зрівняльний період дослідів, підтвердив аналогічність відібраних екземплярів за відсутності значної різниці між особинами піддослідних груп (табл. 3.4).

В основний період дослідів, за рахунок різного енергетичного живлення

личинки і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.5).

Таблиця 3.4

Маса личинок у зрівняльний період досліду, мг, n= 40000

Група	Доба досліду	
	1	5
1-а	151±7,2	272±16,4
2- а	148±4,5	263±10,2
3-я	153±8,4	274±13,7
4-а	150±10,2	268±19,1
5-а	152±9,3	276±15,6

Наведені дані свідчать, що личинки і мальки форелі, яким згодували комбікорми різної енергетичної цінності, характеризувалися різною масою в усі періоди досліду. Так, якщо у піддослідних особин на початку і у кінці зрівняльного періоду (1-5 доба) спостерігалась близька маса, то в основний період (6-35 доба) вони за цим показником помітно різнилися.

Таблиця 3.5

Маса піддослідних личинок і мальків форелі за різного енергетичного живлення у основний період досліду, мг, n= 40000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	272±16,4	263±10,2	274±13,7	268±19,1	276±15,6
10	401±23,8	370±18,7	386±26,2	411±25,5	418±23,9
15	549±32,7	504±28,4	525±30,6	572±31,9	589±27,3
20	712±27,2	635±39,5	673±35,4	738±37,0	766±36,2
25	847±36,9	753±35,3	799±33,9	889±42,8	926±39,0
30	984±38,8	866±44,9*	918±41,8	1034±36,0	1087±35,1*
35	1118±42,6	985±37,7*	1044±48,5	1176±39,8	1242±44,5*

*p<0,05 порівняно з 1-ю групою.

Зокрема, на 10 добу досліду найвищої маси тіла досягли екземпляри 4- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, та за цим показником переважали контрольних, які отримували корм із вмістом енергії 16 МДж, відповідно на 2,5 і 4,2 %. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися перед контрольними особинами за вказаним показником відповідно на 8,4 і 3,9 %.

Відмінності за масою піддослідної риби спостерігалися і у наступні вікові періоди. Так, на 15 добу мальки форелі 4- і 5-ї дослідних груп за масою переважали аналогів контрольної групи відповідно на 4,2 та 7,3 %, тоді як особини 2- і 3-ї групи поступалися перед контрольними за цим показником відповідно на 8,9 і 4,6 %.

Аналогічні зміни за масою характерні для мальків і на 20 добу досліду. Як виявилось, особини 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних відповідно на 3,7 і 7,6 %, а аналоги 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником відповідно на 12,1 та 5,8 %. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою мальків, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 МДж (5-а група) над тими, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 МДж (2-а група) становила 131 мг, або 20,6 %.

Подібна тенденція до змін у масі молоді форелі дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліду мальки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 42 і 79 мг, або на 5,0 і 9,3 %. Водночас форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 94 і 48 мг, або на 11,1 і 5,7 %. Різниця між показниками маси тіла молоді форелі 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 173 мг на користь останніх.

На 30 добу досліду зміни показників маси тіла піддослідних мальків райдужної форелі залишилися подібними до попередніх періодів. Так, екземпляри 4- і 5-ї дослідних груп у зазначеному віці переважали

контрольних аналогів відповідно на 5,1 і 10,5 % ($p < 0,05$), тоді як ровесники 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед мальками 1-ї контрольної групи на 13,6 ($p < 0,05$) та 7,2 %. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 221 мг (25,5%) на користь останніх.

Під час закінчення досліду на 35 добу найбільшої маси тіла досягли екземпляри 4-та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 58 і 124 мг, або на 5,2 і 11,1% ($p < 0,05$). Разом із тим мальки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за вказаним показником контрольним ровесникам відповідно на 133 і 74 мг, або на 11,9 ($p < 0,05$) і 6,6 %. Різниця між показниками маси тіла екземплярів 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 18 МДж відповідно, у цей період збільшилася і становила 257 мг, або – 26,1 % на користь останніх.

Отже, впродовж основного періоду досліду найвищою масою характеризувалися личинки й мальки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 МДж. Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 3.5).

Ріст живих організмів найповніше описується математичною моделлю з нелінійною характеристикою (поліноміальна лінія тренду), яка, порівняно з лінійною залежністю, має дещо вище значення достовірності апроксимації (R^2). Так, за значенням аргументу x (період досліду), залежно від рівня енергії у комбікормі, можна спрогнозувати масу личинок і мальків форелі (функція – y):

1 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0046x^3 + 0,2196x^2 + 26,202x + 127,62 \quad (R^2 = 0,9997);$$

2 група (14,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0013x^3 + 0,0284x^2 + 25,134x + 126,44 \quad (R^2 = 0,9996);$$

3 група (15,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0031x^3 + 0,1306x^2 + 25,287x + 132,22 \quad (R^2 = 0,9994);$$

4 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0062x^3 + 0,3119x^2 + 26,672x + 123,91 \quad (R^2 = 0,9999);$$

5 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0067x^3 + 0,3802x^2 + 26,676x + 127,08 \quad (R^2 = 0,9999).$$

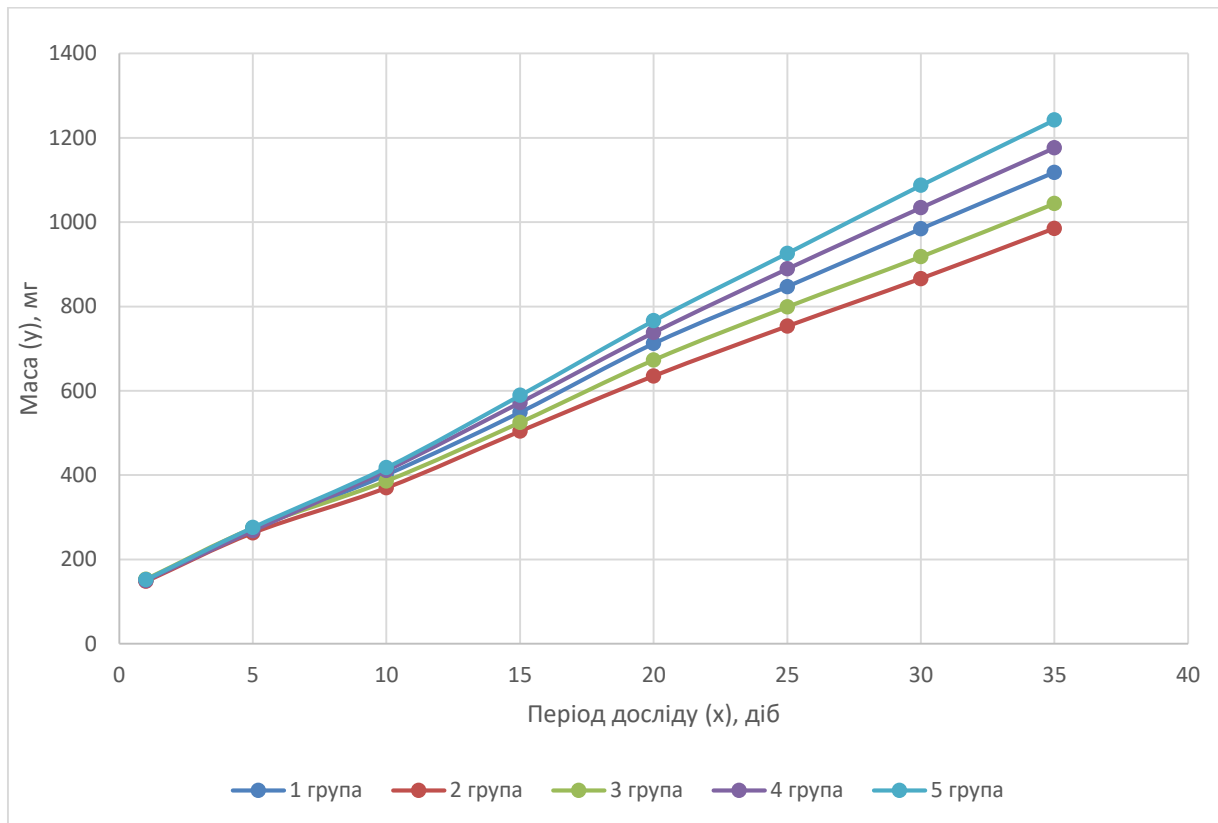


Рис. 3.5. Графічна модель росту личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення

Для визначення сили впливу умов годівлі личинок і мальків форелі на зміну маси тіла у різні періоди дослідження було проведено однофакторний дисперсійний аналіз отриманих даних (рис. 3.6). Зокрема, різний рівень енергетичного живлення личинок і мальків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідних риб. Частка впливу згаданого фактора становить 77,8 %, що у 3,5 рази більше за інші.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла личинок і мальків форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом обмінної енергії (табл. 3.6), варто зазначити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними екземплярами була незначною. Проте з початком основного

періоду дослідження відзначено певні зміни. Так, вже на 6-10 добу дослідження личинки 4- і 5-ї груп за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів контрольної групи відповідно на 10,9 і 10,0 %, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 17,1 та 13,2 %.

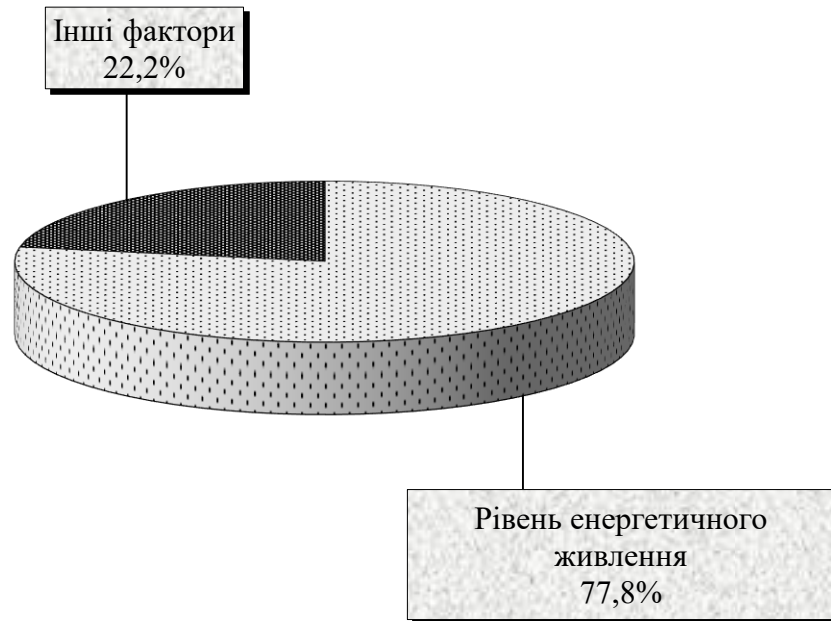


Рис. 3.6. Вплив енергетичного живлення личинок і мальків форелі на зміну їх маси тіла

Аналогічні відмінності спостерігалися і у наступні п'ять діб дослідження. Так, абсолютний приріст маси тіла у цей період у риб 4- та 5-ї груп порівняно з аналогами контрольної, виявився вищим відповідно на 8,8 та 15,5 %. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками контрольної групи за приростом маси тіла відповідно на 9,5 і 6,1 %.

Найвищими показниками абсолютних приростів маси тіла характеризувалися мальки усіх піддослідних груп у період з 16 по 20 добу дослідження. При цьому аналоги контрольної і 4-ї дослідної груп мали майже однаковий абсолютний приріст маси тіла у згаданий період, а екземпляри 5-ї групи переважали їх відповідно на 8,6 і 6,6%. Водночас у аналогів з 2- і 3-ї

груп мали менший абсолютний приріст маси тіла, порівняно з ровесниками 1-ї групи, відповідно на 32 і 15 мг, або на 19,6 і 9,2 %.

Таблиця 3.6

Абсолютні прирости маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, мг, n= 40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	121,0	115,0	121,0	118,0	124,0
6-10	129,0	107,0	112,0	143,0	142,0
11-15	148,0	134,0	139,0	161,0	171,0
16-20	163,0	131,0	148,0	166,0	177,0
21-25	135,0	118,0	126,0	151,0	160,0
26-30	137,0	113,0	119,0	145,0	161,0
31-35	134,0	119,0	126,0	142,0	155,0
Приріст за основний період дослідження (6-35 діб)	846,0	722,0	770,0	908,0	966,0

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися екземпляри 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 МДж, найнижчими – аналоги 2-ї дослідної групи, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 МДж. У вказаний період, порівняно з попереднім, абсолютні прирости маси тіла мальків піддослідних груп зменшилися в середньому на 9,9-20,7 %. Причому подібне характерно для усіх груп, яким задавали комбікорми з різними рівнями обмінної енергії. Це дає підставу для висунення й формулювання гіпотези, за якою енергетичні потреби організму личинок і мальків форелі пов'язані не тільки з коливанням температури води, але й зі змінами енергетичних потреб у процесі росту риб.

У проміжку часу між 26- і 30-ю добою найнижчими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися мальки 2- і 3-ї дослідних груп, які за

цим показником поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 18,9 і 13,1 %. Ровесники 4- та 5-ї дослідних груп переважали контрольних екземплярів відповідно на 5,8 та 17,5 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла риб 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 18 МДж відповідно, у цей період становила 48 мг, або 42,5 % на користь останніх.

У заключні дні досліду (31-35 доба) перевага в наростанні іхтіомаси мальків 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи збереглася й становила відповідно 5,9 і 15,7 %, тоді як особини 2- і 3-ї групи поступалися останнім відповідно на 11,2 та 6,0 %.

Загалом, більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період досліду (6-35 доба) характеризувались екземпляри 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 16 МДж, відповідно на 62 і 120 мг, або на 7,3 і 14,2 %. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами за вказаним показником у основний період досліду відповідно на 14,7 і 9,0 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла в основний період досліду досягла 244 мг, або 33,8%.

Таким чином, найвищим показником абсолютного приросту маси тіла під час основного періоду досліду характеризувалися личинки і мальки форелі 5-ї дослідної групи, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 МДж.

У личинок і мальків форелі, які споживали корм з різним вмістом обмінної енергії, відповідно до зміни їхньої маси тіла змінювалися й середньодобові прирости маси тіла (табл. 3.7). Так, якщо у зрівняльний період досліду середньодобові прирости у піддослідної риби майже не відрізнялися, то у подальшому, за впливу різного енергетичного живлення, вони змінювалися по-різному. Зокрема встановлено, що майже в усі періоди досліду мальки, яким задавали енергетичніші корми переважали за

середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм з меншою енергетичною цінністю.

Таблиця 3.7

Середньодобовий приріст маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, мг, n=40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	24,2	23,0	24,2	23,6	24,8
6-10	25,8	21,4	22,4	28,6	28,4
11-15	29,6	26,8	27,8	32,2	34,2
16-20	32,6	26,2	29,6	33,2	35,4
21-25	27,0	23,6	25,2	30,2	32,0
26-30	27,4	22,6	23,8	29,0	32,2
31-35	26,8	23,8	25,2	28,4	31,0
У середньому за основний період дослідження (6-35 діб)	28,2	24,1	25,7	30,3	32,2

Так, у період дослідження 6–10 діб у аналогів 4- та 5-ї дослідних груп спостерігали близькі середньодобові прирости маси тіла, із переважанням контрольних ровесників за цим показником відповідно на 10,9 та 10,1 %. Водночас піддослідні екземпляри 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними відповідно на 17,1 і 13,2 %. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла молоді 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 18 МДж відповідно, у цей період становила 7,0 мг, або 32,7 % на користь останніх.

Подібна закономірність простежувалась і в наступний період дослідження (11-15 доба), проте різниця у показниках середньодобового приросту маси тіла аналогів усіх піддослідних груп була дещо меншою, ніж у попередній період. Так, мальки 2- та 3-ї груп за цим показником поступалися

контрольним аналогам відповідно на 9,5 та 6,1 %, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 8,8 і 15,5 %.

У віковому проміжку 16-20 діб досліджу середньодобові прирости маси тіла піддослідних мальків зросли порівняно з попереднім віковим періодом на 3,1-10,1 %. Можна констатувати, що найвищими середньодобовими приростами відзначалися екземпляри усіх піддослідних груп саме у цей період. Зокрема, більшими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися екземпляри 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 16 МДж, відповідно на 1,8 та 8,6 %. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами за вказаним показником у цей період досліджу відповідно на 19,6 і 9,2 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей час досягла 9,2 мг, або 35,1 %.

У наступному віковому періоді (21-25 доба) перевага мальків 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 11,9 і 18,5 %. Водночас піддослідні екземпляри 2- і 3-ї груп поступалися контрольним аналогам відповідно на 12,6 і 6,7 %.

На 26-30 добу досліджу перевага молоді 4- і 5-ї дослідних груп за згаданим показником над контрольними ровесниками дещо зменшилася і становила відповідно 5,8 і 17,5 %. Мальки 2- та 3-ї груп за цим показником поступались контрольним аналогам відповідно на 17,5 та 13,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей час сдосягла 42,5 %.

На заключному етапі досліджу (31-35 доба) ситуація не змінилася і перевага мальків 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася й становила відповідно 6,0 і 15,7 %, тоді як екземпляри 2- і 3-ї групи поступалися останнім відповідно на 11,2 та 5,9 %.

Варто зауважити, що загалом за основний період дослід (5-35 діб) більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися екземпляри 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 16 МДж відповідно на 7,4 і 14,2 %. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами за вказаним показником у основний період дослід відповідно на 14,5 і 8,9 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла у основний період дослід досягла 33,6 %.

Ефективність визначення масонакопичення у личинок і мальків була доповнена й визначенням залежності між рівнем обмінної енергії у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.7)

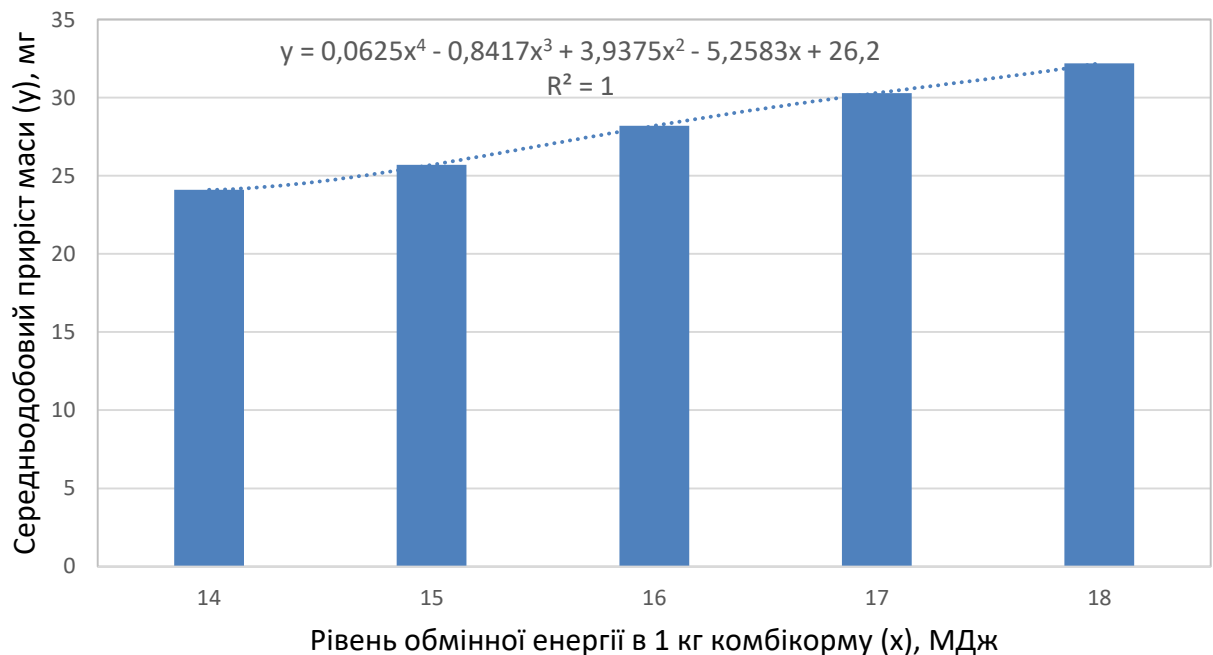


Рис. 3.7 Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,7$, $p<0,001$).

Характеризуючи інтенсивність наростання маси тіла личинок і мальків форелі, що споживали корм з різною енергетичною цінністю, варто зазначити, що за зрівняльний період дослідів різниця між піддослідними екземплярами за відносними приростами у групах знаходилася в межах 0,2–1,2 % (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Відносний приріст маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, %, n= 40000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	57,2	56,0	56,7	56,5	57,9
6-10	38,3	33,8	33,9	42,1	40,9
11-15	31,2	30,7	30,5	32,8	34,0
16-20	25,9	23,0	24,7	25,3	26,1
21-25	17,3	17,0	17,1	18,6	18,9
26-30	15,0	14,0	13,9	15,1	16,0
31-35	12,7	12,9	12,8	12,9	13,3
Приріст за основний період дослідів (6-35 діб)	121,7	115,7	116,8	125,8	127,3

Проте вже у період 6-10 доби дослідів молодь 4- і 5-ї дослідних груп за відносними приростами маси тіла переважала аналогів контрольної групи відповідно на 3,8 і 2,6 %. Водночас піддослідні екземпляри 2- і 3-ї груп поступалися контрольним за згаданим показником відповідно на 4,5 і 4,4 %.

Аналогічна ситуація спостерігалася і на 11-15 добу дослідів, коли найвищими відносними приростами маси тіла вирізнялися мальки 4- і 5-ї дослідних груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 1,6 і 2,8 %. Піддослідні екземпляри 2- і 3-ї груп поступалися контрольним за цим показником відповідно на 0,5 та 0,7 %.

У наступний віковий період (16-20 доба досліду) найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися екземпляри 2-, 3- і 4-ї дослідних груп, які поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 2,9; 1,2 і 0,6 %. У цей період щодо мальків 1- та 5-ї груп фіксували майже однаковий відносний приріст маси тіла.

Починаючи з 21 доби досліду і до його закінчення відносні прирости маси тіла піддослідної форелі знижувалися, проте перевага екземплярів 4- і 5-ї дослідних груп над контрольними зберігалася, хоча й інколи була незначною. Так, у віковому проміжку 21-25 доби досліду мальки 1-, 2- та 3-ї дослідних груп мали майже однаковий відносний приріст маси тіла (17,0-17,3 %), тоді як ровесники 4- і 5-ї дослідних груп переважали за вказаним показником аналогів 1-ї групи відповідно на 1,3 і 1,6 %.

У наступний віковий період відносні прирости маси тіла у мальків усіх піддослідних груп, порівняно з попереднім періодом, зменшилися на 2,3-3,5 %. Разом із тим, особини контрольної групи переважали мальків 2- та 3-ї дослідних груп відповідно на 1,0 та 1,1 %, одночасно поступаючись перед ровесниками 5-ї дослідної групи на 1,0 %. Відносні прирости маси тіла аналогів 1- і 4-ї груп у цей період були майже однаковими.

На 31-35 добу досліду за відносними приростами маси тіла особини 1-, 2-, 3- і 4-ї груп майже не відрізнялися і зазначений показник у них знаходився у межах 12,7-12,9 %. У цей період мальки 5-ї дослідної групи перевершували контрольних аналогів за відносними приростами маси тіла на 0,6 %.

Загалом, за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла вирізнялися особини 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 17 і 18 МДж, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 16 МДж відповідно на 4,1 і 5,6 %. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 14 і 15 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами за згаданим показником у основний період досліду відповідно на 6,0 і 4,9 %. Різниця за

відносними приростами маси тіла в основний період дослідження між ровесниками 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні відповідно 14 і 18 МДж становила 11,6 %.

Таким чином результати досліджень свідчать, що зміна показників продуктивності личинок і мальків форелі за впливу різного енергетичного живлення характеризується нелінійною залежністю.

За аналізом даних росту личинок і мальків форелі можна стверджувати, що найвищою динамікою росту вирізняються екземпляри 5-ї групи, які споживали комбікорм із рівнем енергії 18 МДж. Мальки цієї групи перевершували показники росту аналогів інших груп – різниця в масі, залежно від віку, коливалася від 2,5 до 26,1 %. Найнижчі показники росту, порівняно з ровесниками інших груп, відзначено у особин 2-ї групи, які одержували комбікорм із найнижчим рівнем обмінної енергії (14 МДж).

3.2.1.3. Витрати корму та збереженість

Витрати комбікорму на виробництво будь-якої продукції, в тому числі й у рибництві, суттєво впливають на її собівартість та значною мірою залежать від рівня продуктивності риби і кількості спожитого комбікорму. Наведені дані (табл. 3.9) показали, що із збільшенням вмісту обмінної енергії у комбікормі від 14 МДж (2-а група) до 18 МДж (5-а група) відбувається зменшення витрат комбікорму на одиницю продукції (приріст маси тіла).

Таблиця 3.9

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, кг, n= 40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,281	0,286	0,283	0,284	0,278
6-10	0,389	0,432	0,431	0,359	0,368
11-15	0,464	0,470	0,472	0,444	0,431
16-20	0,546	0,606	0,568	0,556	0,541
21-25	0,784	0,798	0,793	0,736	0,723
26-30	0,898	0,958	0,964	0,891	0,844
31-35	1,043	1,035	1,036	1,035	1,002
У середньому за основний період дослідження (6-35 діб)	0,721	0,758	0,750	0,700	0,686

Відповідно до змін маси тіла риби та споживання ними корму найнижчі витрати комбікорму встановлено у личинок і мальків форелі 5-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 5,1; 10,5; 9,3 і 2,0 %.

Ефективність використання комбікорму доповнена визначенням залежності між рівнем енергії у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси тіла (рис. 3.8).

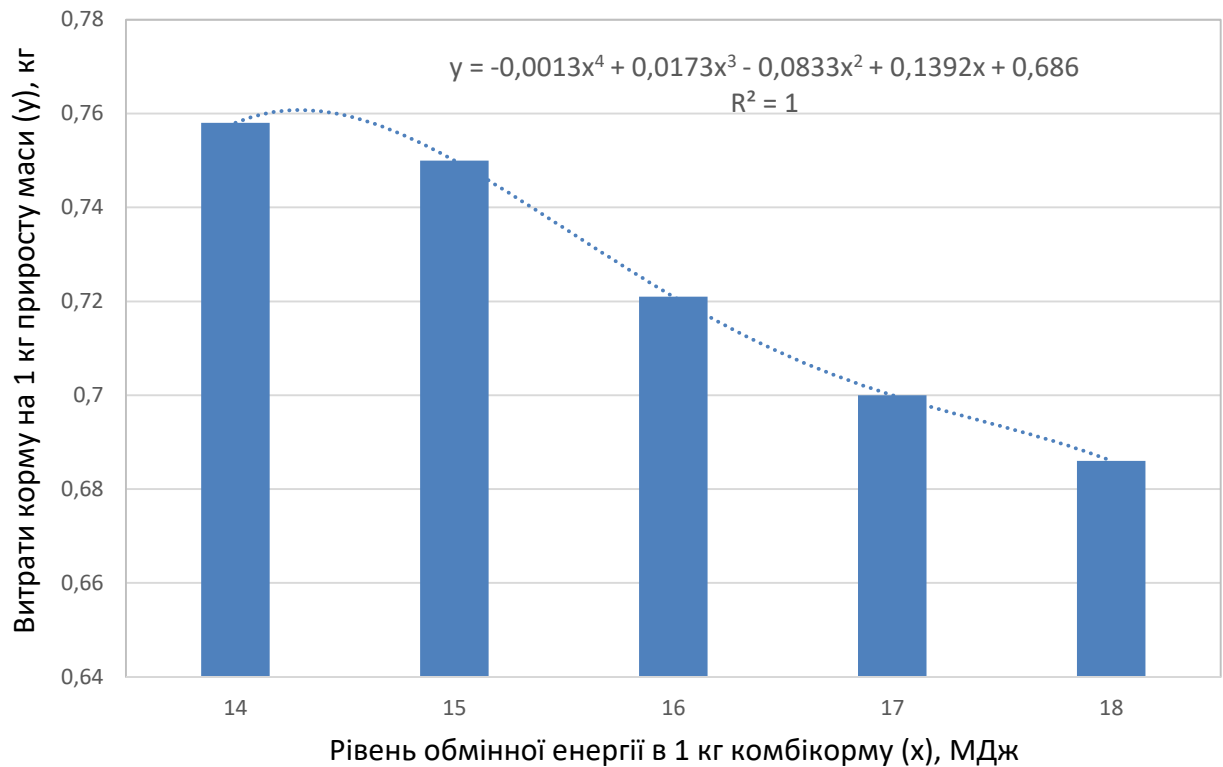


Рис. 3.8. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та витратами корму у личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,11$).

Варто зауважити, що збереженість піддослідної риби упродовж усього періоду досліду була достатньо високою і знаходилася в межах від 83,1 до 84,9 % (табл. 3.10).

Майже в усі вікові періоди вирощування вища збереженість риби встановлена у особин, яким згодували комбікорм із вмістом енергії на рівні

16 Мдж (1-а група) та 18 Мдж (3-а група), найнижча – у форелі, що отримувала корм із вмістом енергії на рівні 17 МДж (4-а група). Риби 2- і 3-ї груп за цим показником посіли проміжне місце.

Таблиця 3.10

Збереженість личинок і мальків форелі за різного рівня енергетичного живлення, % від кількості на початок дослідів, n= 40000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	98,1	97,9	98,2	98,4	98,0
10	95,8	94,7	96,1	95,9	96,2
15	92,7	92,6	93,7	92,3	93,7
20	90,4	89,9	90,5	90,7	90,1
25	88,3	86,7	88,0	86,4	88,4
30	86,5	85,4	85,6	85,2	86,6
35	84,9	83,8	83,6	83,1	84,3

Отже, найнижчими витратами корму на 1 кг приросту маси тіла характеризувалися личинки і мальки форелі, які отримували комбікорм із найвищим вмістом обмінної енергії (18 МДж), тоді як збереженість піддослідної риби була близькою і суттєвої різниці за цим показником не спостерігалось.

3.2.2. Вирощування цьоголіток

3.2.2.1 Характеристика живлення. У форелівництві корми відрізняються за вмістом поживних речовин та їх співвідношенням, залежно від розмірно-вікових груп форелі. Причому для молоді частка протеїну у комбікормі має бути вищою, ніж для товарної риби. Стартові комбікорми для молоді форелі, які виготовляються на даний час провідними світовими компаніями, як правило, повністю екструдовані та повинні мати високу засвоюваність за низької температури води, що дозволяє досягати низьких витрат кормів.

У другому науково-господарському досліді, який тривав 45 діб, піддослідним цьоголіткам форелі згодовували повнораціонні комбікорми (табл. 3.11), наступної поживності (табл. 3.12).

Таблиця 3.11

Склад комбікормів для цьоголіток форелі у другому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	11,61	-	7,40	-	-
Горох	-	20,00	11,96	1,81	-
Борошно: рибне	15,68	22,50	30,67	27,77	13,06
м'ясо-кісткове	-	-	-	-	2,29
м'ясне	15,43	12,78	10,09	10,47	13,90
кров'яне	5,01	-	-	0,75	12,24
пір'яне гідролізоване	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Глютен кукурудзяний	9,30	-	2,52	6,06	11,98
Шрот соняшниковий	-	-	1,20	-	15,00
Соєвий концентрат	14,97	28,62	17,99	-	0,08
Шрот соєвий	-	-	-	24,08	5,43
Сироватка молочна суха	-	4,21	-	-	-
Дріжджі кормові	13,81	2,18	6,88	13,98	15,00
Висівки пшеничні	-	0,56	-	-	-
Риб'ячий жир	7,88	-	5,29	9,08	9,98
Соєва олія	-	2,96	-	-	-
Лізін	0,21	-	-	-	-
Метіонін	0,10	0,11	-	-	0,04
Монокальційфосфат	-	0,08	-	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Рівень обмінної енергії у комбікормі регулювали переважно за рахунок змін різних енергетичних компонентів (різних видів борошна та шротів), а вирівнювання за вмістом лізину і метіоніну – синтетичними амінокислотами. В цілому відмінності в енергетичній цінності комбікормів були передбачені схемою досліді.

Таблиця 3.12

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	15,00	16,00	18,00	19,00
Сирий протеїн	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Сирий жир	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Сира клітковина	2,12	2,50	2,10	2,07	2,30
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізін	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Метіонін	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вітаміни: А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

Після закінчення другого дослідів проводили сортування риби і у третьому науково-господарському досліді цьоголіток форелі до часу зимівлі годували повнораціонними комбікормами (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Склад комбікормів для цьоголіток форелі у третьому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	1,69	-	2,00	-	-
Горох	-	19,77	11,47	-	-
Борошно: рибне	16,63	0,45	28,77	18,57	21,01
м'ясне	15,04	20,88	10,81	14,10	11,79
кров'яне	0,95	-	-	6,08	7,77
пір'яне	5,00	5,00	5,00	-	1,70
соєве повножирове	14,59	-	-	13,48	-
Тваринні кров'яні клітини	-	4,07	-	-	-
Глютен кукурудзяний	5,45	-	-	12,00	12,00
Шрот соєвий	-	-	-	-	27,75
Соєвий концентрат	17,83	39,00	24,32	6,83	-
Висівки пшеничні	-	-	5,86	-	-
Дріжджі кормові	9,93	-	-	15,00	-
Риб'ячий жир	9,58	0,87	2,59	9,12	11,00
Соєва олія	2,00	8,00	8,00	3,82	5,04
Лізін	0,21	0,19	-	-	-
Метіонін	0,10	0,33	0,02	-	-
Монокальційфосфат	-	0,44	0,16	-	0,94
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Поживність цих комбікормів була наступною (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	18,00	16,00	17,00	19,00	20,00
Сирий протеїн	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Сирий жир	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Сира клітковина	2,17	2,00	2,40	1,95	2,29
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
Метіонін	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Вітаміни: А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

3.2.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток. Аналіз отриманих у дослідженні даних, які характеризують ріст цьоголіток у зрівняльний період досліду (табл. 3.15), підтвердив аналогічність відібраних екземплярів за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.15

Маса молоді форелі у зрівняльний період досліду, г, n=20000

Група	Доба досліду	
	1	5
1-а	1,16±0,107	2,04 ± 0,175
2-а	1,14 ± 0,098	2,01 ± 0,186
3-я	1,17 ± 0,093	2,06 ± 0,169
4-а	1,13 ± 0,101	2,03 ± 0,199
5-а	1,14± 0,099	2,00 ± 0,184

У подальшому, з початком основного періоду досліду, за рахунок змін рівня енергетичного живлення цьоголіток форелі простежувалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.16). Наведені дані свідчать, що цьоголітки форелі, яким згодовували комбікормами з різною енергетичною цінністю, виявляли різну масу в усі періоди досліду.

Таблиця 3.16

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення у основний період досліду, г, n=20000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	2,04±0,175	2,01±0,186	2,06±0,169	2,03±0,199	2,00±0,184
10	3,05±0,196	3,03±0,222	3,03±0,218	3,16±0,231	3,22±0,226
15	4,14±0,210	4,00±0,257	4,07±0,206	4,29±0,243	4,41±0,203
20	5,27±0,272	4,99±0,281	5,16±0,247	5,61±0,260	5,76±0,221
25	6,41±0,243	5,96±0,305	6,24±0,284	6,82±0,292	7,01±0,259
30	7,63±0,284	7,03±0,326	7,31±0,308	8,09±0,313	8,45±0,297*
35	8,82±0,329	8,09±0,354	8,45±0,372	9,35±0,364	9,78±0,338*
40	9,98±0,427	9,05±0,370	9,51±0,353	10,55±0,391	11,09±0,362*
45	11,16±0,349	9,97±0,455*	10,62±0,394	11,77±0,423	12,32±0,349*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Зокрема, вже на 10 добу досліду найвищої маси тіла досягли екземпляри 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 17 МДж, відповідно на 3,6 і 5,6 %.

Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, майже не поступалися перед контрольними екземплярами у цей період за вказаним показником.

Відмінності за масою піддослідних екземплярів спостерігалися і у наступні вікові періоди. Зокрема, на 15 добу форель 4- і 5-ї дослідних груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 3,6 та 6,5 %,

тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 3,4 і 1,7 %.

Аналогічні зміни за масою характерні для цьоголіток і на 20 добу досліду. Так, риби 4- і 5-ї груп за масою у згаданий період переважали контрольних відповідно на 6,5 і 9,3 %, а аналоги з 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 5,3 та 2,1 %. Варто зауважити, що у вказаному віці перевага за масою цьоголіток, які отримували корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (5-а група) над тими, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії 15 МДж (2-а група), становила 0,86 г (17,2 %).

Подібна тенденція до змін за масою риби дослідних груп порівняно з аналогами контрольної збереглася і у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліду цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 6,4 і 9,4 %. Водночас форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася перед аналогами 1-ї групи відповідно на 7,0 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла цьоголіток 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася в середньому до 1,05 г на користь останніх.

На 30 добу досліду зміни маси тіла піддослідних цьоголіток райдужної форелі залишилися близькими до попередніх періодів. Так, цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 6,0 і 10,7 % ($p < 0,05$), тоді як ровесники 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед аналогами 1-ї контрольної групи на 7,9 та 4,2 %. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї дослідних груп у зазначений період збільшилася до 1,42 г, або – до 20,2 % на користь останніх.

На 35 добу найвищої маси тіла досягли цьоголітки 5-ї групи, які переважали аналогів контрольної групи на 10,9 % ($p < 0,05$). При цьому риби 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 0,73 і 0,37 г, або на 8,3 і 4,2 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період збільшилася і становила 20,9 % на користь останніх.

Із початком 40 доби досліджу цьоголітки 4- та 5-ї дослідних груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 5,8 та 11,1% ($p < 0,05$). Водночас форель 2- і 3-ї груп поступалася за вказаним показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 9,3 і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 2,04 г (22,5 %).

Під час закінчення досліджу на 45 добу найвищої маси тіла досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,5 і 10,4 % ($p < 0,05$). Разом з тим цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за вказаним показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,19 і 0,52 г, або на 10,7 ($p < 0,05$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період становила 23,5 % на користь останніх.

Отже, найвищою масою під час основного періоду досліджу характеризувалися цьоголітки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 3.9).

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За зміною періоду досліджу (x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголіток (функція – y):

1 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2087x + 0,9473 (R^2 = 0,9999);$$

2 група (15,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0001x^2 + 0,2061x + 0,9409 (R^2 = 0,9998);$$

3 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0002x^2 + 0,2046x + 0,9817 (R^2 = 0,9999);$$

4 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0003x^2 + 0,2317x + 0,8531 (R^2 = 0,9998);$$

5 група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0004x^2 + 0,2388x + 0,8219 \quad (R^2 = 0,9997).$$

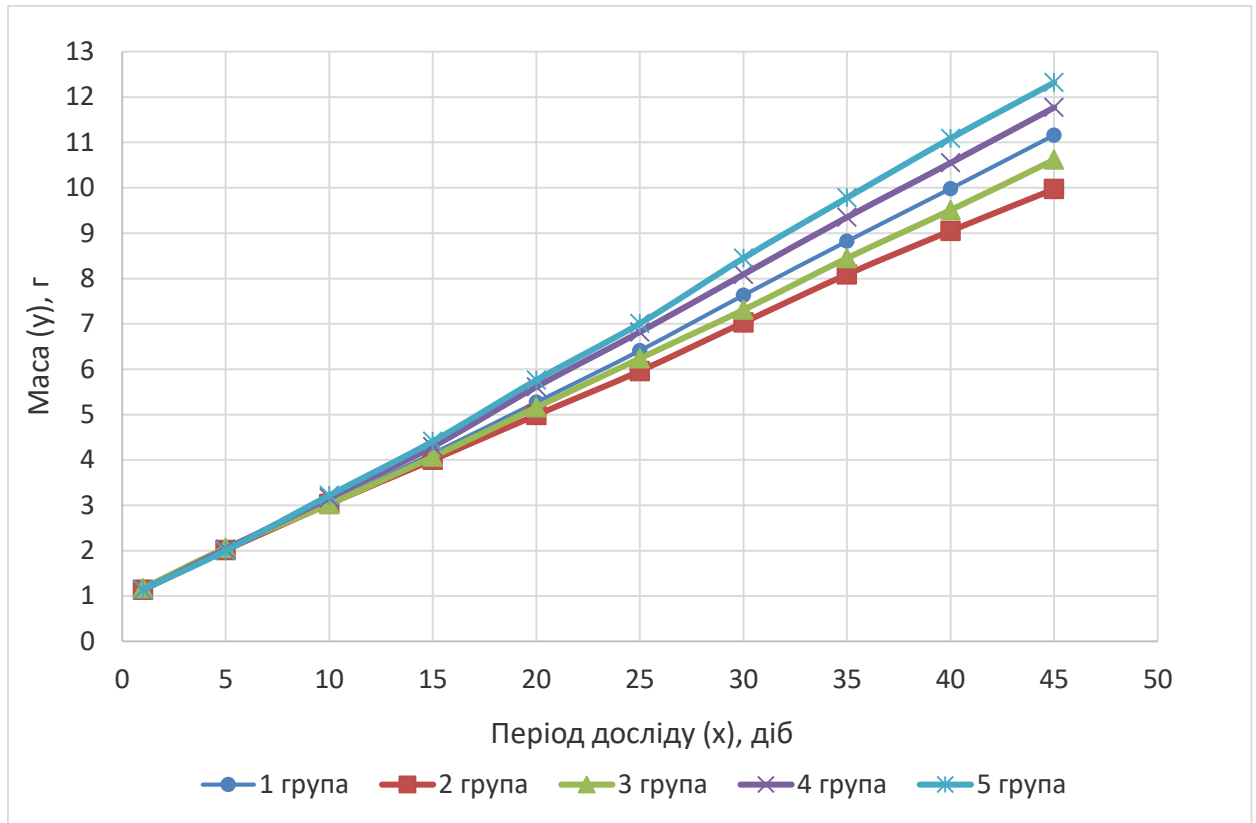


Рис. 3.9. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення

Дані однофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.10). свідчать, що різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу такого фактора становить 79,7 %, що майже у 4 рази вище за вплив решти чинників.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла цьоголіток форелі, що споживали комбікорм з різним вмістом обмінної енергії (табл. 3.17), варто зауважити, що у зрівняльній період різниця між рибами піддослідних груп була незначною. Проте з початком основного періоду дослідження ситуація змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідження цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів контрольної відповідно на 11,9 і 20,8 %, тоді як особини 3-ї дослідної групи поступалися перед останніми за цим показником лише на 4,0 %. У ровесників 1- та 2-ї груп у цей період відзначали майже однаковий абсолютний приріст.

Подібна ситуація простежувалася і в наступні п'ять діб досліду. Так, абсолютний приріст маси тіла у згаданий період у риби 4- та 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної групи, виявився вищим відповідно на 3,7 та 9,2 %. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками 1-ї групи за таким показником відповідно на 11,0 і 4,6 %.

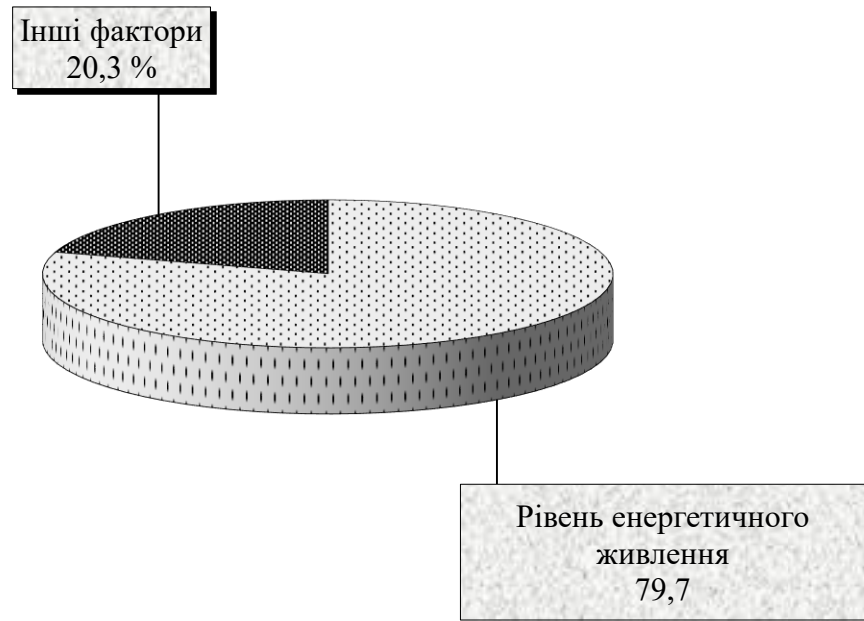


Рис. 3.10. Вплив рівня енергетичного живлення цьоголіток на зміну маси тіла форелі піддослідних груп

Найвищими показниками абсолютних приростів маси тіла у період з 16 по 20 добу досліду вирізнялися цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, які за цим показником переважали контрольних ровесників відповідно на 16,8 і 19,5 %. Водночас цьоголітки 2- та 3-ї груп поступалися аналогам 1-ї групи відповідно на 12,4 і 3,5 %. Різниця між ровесниками 2- та 5-ї груп за досліджуваним показником у вказаний період становила 36,4 %.

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися особини 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж, найнижчими – аналоги 2-ї дослідної групи, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 МДж. У цей період, порівняно з попереднім, абсолютні прирости маси тіла цьоголіток усіх піддослідних груп дещо зменшилися, але закономірність змін залишилася стабільною. Так, у риб 4- і 5-ї груп відзначено вищий

абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї – відповідно на 6,1 та 9,6 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися останнім за вказаним показником відповідно на 14,9 та 5,3 %.

Таблиця 3.17

Абсолютні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, г, n=20000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,88	0,87	0,89	0,90	0,86
6-10	1,01	1,02	0,97	1,13	1,22
11-15	1,09	0,97	1,04	1,13	1,19
16-20	1,13	0,99	1,09	1,32	1,35
21-25	1,14	0,97	1,08	1,21	1,25
26-30	1,22	1,07	1,07	1,27	1,44
31-35	1,19	1,06	1,14	1,26	1,33
36-40	1,16	0,96	1,06	1,20	1,31
41-45	1,18	0,92	1,11	1,22	1,23
Приріст за основний період досліджу (6-45 діб)	9,12	7,96	8,56	9,74	10,32

Найвищі показники абсолютного приросту маси тіла встановлено у цьоголіток усіх піддослідних груп у період з 26 до 30 доби досліджу. Разом із тим у цей проміжок часу найнижчі абсолютні прирости маси тіла виявилися у риб 2- та 3-ї дослідних груп, які за згаданим показником були однаковими і поступалися перед контрольними аналогами на 12,3 %. Ровесники 4- і 5-ї дослідних груп переважали цьоголіток 1-ї групи відповідно на 4,1 і 18,0 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла особин 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у вказаний період становила 0,37 г, або 34,6 % на користь останніх.

У період від 31 до 35 доби вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалася форель 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,9 та 11,8 %. Водночас піддослідні цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за вказаним показником контрольним ровесникам відповідно на 10,9 і 4,2 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, яким задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період становила 25,5 % на користь останніх.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж, та переважали аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж, на 12,9 %. Риби 1-ї групи перевершували за цим показником ровесників 2- і 3-ї груп відповідно на 17,2 і 8,6 %.

У заключні дні досліду (41-45 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за таким показником зменшилася, хоча збереглася й становила відповідно 3,4 і 4,2 %, тоді як риби 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 22,0 та 5,9 %.

У середньому, більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період досліду (5-45 доба) відзначалися екземпляри 4- і 5-ї дослідних груп, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж. Вони за цим показником переважали контрольних аналогів, яким згодовували корм із вмістом енергії 17 МДж, відповідно на 0,62 і 1,2 г, або на 6,8 і 13,2 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, поступалися контрольним риbam за згаданим показником у основний період досліду відповідно на 1,16 і 0,56 г, або на 12,7 і 6,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла у основний період досліду досягла 2,36 г, або 29,6 %.

Таким чином, найвищим показником абсолютного приросту маси тіла за основний період дослідів виділялися цьоголітки форелі 5-ї дослідної групи, яким згодували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування характер змін середньодобових приростів маси тіла цьоголіток форелі залежав від рівня обмінної енергії в комбікормі та відповідної динаміки росту (табл. 3.18).

Таблиця 3.18

Середньодобові прирости маси тіла молоді форелі за різного рівня енергетичного живлення, г, n=20000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,176	0,174	0,178	0,180	0,172
6-10	0,202	0,204	0,194	0,226	0,244
11-15	0,218	0,194	0,208	0,226	0,238
16-20	0,226	0,198	0,218	0,264	0,270
21-25	0,228	0,194	0,216	0,242	0,250
26-30	0,244	0,214	0,214	0,254	0,288
31-35	0,238	0,212	0,228	0,252	0,266
36-40	0,232	0,192	0,212	0,240	0,262
41-45	0,236	0,184	0,222	0,244	0,246
У середньому за основний період дослідів (6-45 діб)	0,228	0,199	0,214	0,244	0,258

Так, якщо у зрівняльний період дослідів середньодобові прирости у піддослідної риби майже не відрізнялися, то у подальшому, за впливу різного енергетичного живлення, вони змінювались по-різному. Зокрема, встановлено, що майже в усі періоди дослідів цьоголітки, яким задавали енергетичніші корми, переважали за середньодобовими приростами аналогів,

яким згодовували комбікорм з меншою енергетичною цінністю. Так, у період з 6 по 10 добу досліджу аналоги 4- і 5-ї дослідних груп за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних ровесників відповідно на 11,9 і 20,8 %. Водночас піддослідні цьоголітки 3-ї групи поступалися перед контрольними на 4,0 %. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 19 МДж відповідно, у цей період становила 40 мг, або 19,6 % на користь останніх.

Подібна закономірність спостерігалася й у наступний період досліджу (11-15 доба). Так, цьоголітки 2- та 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалися контрольним аналогам відповідно на 11,0 та 4,6 %, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 3,7 і 9,2 %.

У віковому проміжку від 16 до 20 доби досліджу середньодобові прирости маси тіла піддослідних цьоголіток зросли порівняно з попереднім віковим періодом на 2,1-16,8 %. Зокрема, більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися риби 4- і 5-ї дослідних груп, які отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж, що за цим показником переважали контрольних, яким задавали корм із вмістом енергії 17 МДж відповідно на 16,8 і 19,5 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали корм з вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами за вказаним показником у цей період досліджу відповідно на 12,4 і 3,5 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей час досягла 72 мг, або 36,4 %.

У наступному віковому періоді (21-25 доба) перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 6,1 і 9,6 %. Разом із тим піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 14,9 і 5,3 %.

Можна констатувати, що найвищими середньодобовими приростами цьоголітки майже усіх піддослідних груп відзначалися у період з 26 по 30 добу досліджу. Так, перевага риби 4- і 5-ї дослідних груп за згаданим

показником над контрольними ровесниками становила відповідно 4,1 і 18,0 %. Стосовно цьоголіток 2- і 3-ї груп у вказаний період спостерігалися однакові середньодобові прирости маси тіла, і за цим показником вони поступалися перед контрольними аналогами на 12,3 %. Перевага за таким показником ровесників 5-ї групи над особинами 2-ї групи у цей час становила 74 мг.

На наступному етапі досліду (31-35 доба) ситуація не змінилася і перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася й становила відповідно 5,9 і 11,8 %, тоді як риби 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 6,7 і 4,2 %.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найвищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж, та переважали аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж, на 12,9 %. Риби 1-ї групи переважали за цим показником ровесників 2- та 3-ї груп на 17,2 та 8,6 % відповідно.

У заключний період досліду (41-45 доба) перевага цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за згаданим показником зменшилася, але збереглася й становила відповідно 3,4 і 4,2 %, тоді як риби 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 22,0 та 5,9 %.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду (6-45 діб) більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 7,0 і 13,2 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, поступалися перед контрольними екземплярам за таким показником у основний період досліду відповідно на 12,7 і 6,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла за основний період досліду становила 29,6 %.

Графічний і математичний аналіз експериментальних даних свідчить, що зв'язок між рівнем обмінної енергії у комбікормі для цьоголіток форелі з масою до 10 г та їхніми середньодобовими приростами описується поліноміальними кривими з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації (R^2) (рис. 3.11).

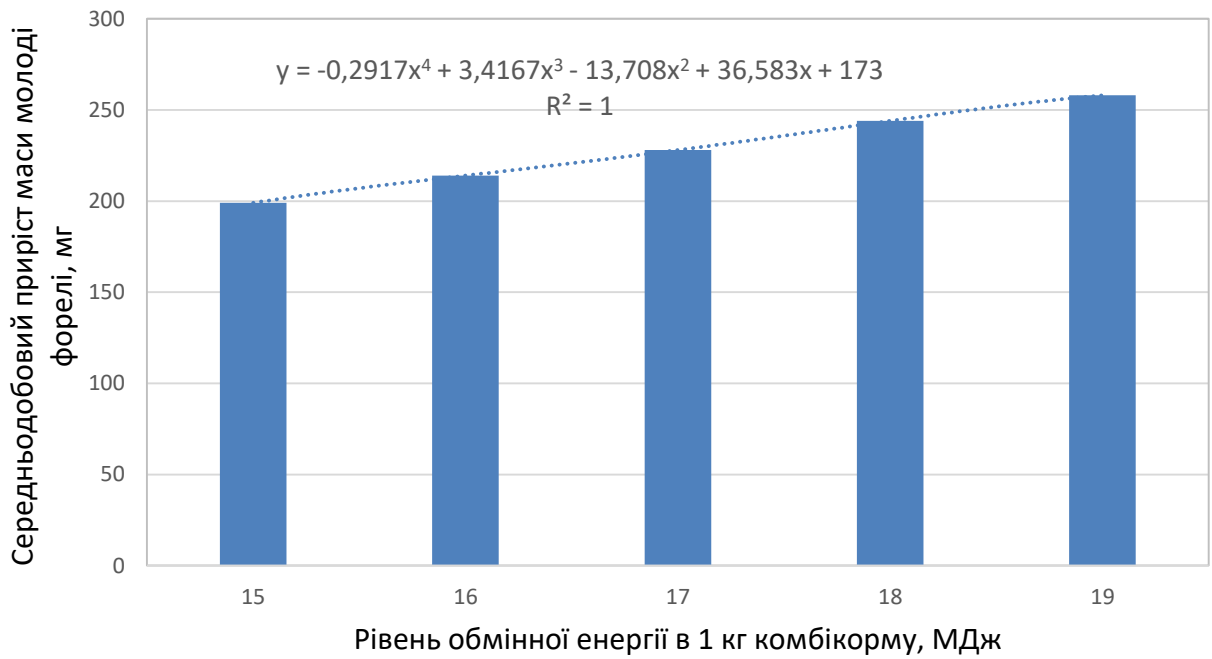


Рис. 3.11. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та середньодобовими приростами цьоголіток форелі

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s < 0,7$).

Характеризуючи інтенсивність росту цьоголіток райдужної форелі, що споживали корм із різною енергетичною цінністю, варто зауважити, що за зрівняльний період досліду різниця між піддослідними особинами за відносними приростами у групах перебувала у межах 0,2-2,0 % (табл. 3.19). Проте, вже у період 6-10 доби досліду молодь 2-, 4- і 5-ї дослідних груп за відносними приростами маси тіла переважала аналогів контрольної групи відповідно на 0,8; 3,8 і 7,0 %, а піддослідні риби 3-ї групи поступалися перед контрольними за цим показником – на 1,6 %.

Подібна закономірність спостерігалася і на 11-15 добу досліду, коли найвищі показники відносного приросту маси тіла виявилися у цьоголіток

5-ї дослідної групи, які переважали контрольних ровесників на 0,9 %.

Піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися за вказаним показником перед аналогами 1-ї відповідно на 2,7 та 1,0 %.

Таблиця 3.19

Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, %, n=20000

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	55,0	55,2	55,1	57,0	54,8
6-10	39,7	40,5	38,1	43,5	46,7
11-15	30,3	27,6	29,3	30,3	31,2
16-20	24,0	22,0	23,6	26,7	26,5
21-25	19,5	17,7	18,9	19,5	19,6
26-30	17,4	16,5	15,8	17,0	18,6
31-35	14,5	14,0	14,5	14,4	14,6
36-40	12,3	11,2	11,8	12,1	12,6
41-45	11,2	9,7	11,0	10,9	10,5
Приріст за основний період досліду (6-45 діб)	138,2	132,9	135,0	141,2	144,1

У наступний віковий період найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися риби 2- і 3-ї дослідних груп, які поступалися за цим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 2,0 та 0,4 %. У цей період у цьоголіток 4- і 5-ї груп відзначали майже однаковий відносний приріст маси тіла та перевагу над контрольними аналогами відповідно на 2,7 та 2,5 %.

Починаючи з 21-ї доби досліду і до його закінчення відносні прирости маси тіла піддослідних груп форелі знижувалися. Так, у віковому проміжку 21-25 доби досліду у цьоголіток форелі 1-, 4- та 5-ї груп встановлено майже однакові показники відносного приросту маси тіла (19,5-19,6 %), тоді як

ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 1,8 та 0,6 %.

У наступний віковий період показники відносного приросту маси тіла у цьоголіток усіх піддослідних груп, порівняно з попереднім періодом, зменшилися на 1,0-3,1 %. Разом із тим риби контрольної групи переважали за наведеним показником аналогів 2-, 3- і 4-ї дослідних груп відповідно на 0,9; 1,6 і 0,4 %, одночасно поступаючись перед ровесниками 5-ї групи на 1,2 %.

На 31-35 добу досліду за показником відносного приросту маси тіла цьоголітки 1-, 3-, 4- та 5-ї груп майже не різнилися між собою і такий показник у них знаходився в межах 14,4–14,6 %. У цей період риби 2-ї дослідної групи поступалися перед контрольними аналогами за згаданим показником на 0,5 %.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж, та переважали на 0,3 % аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж. Риби 1-ї групи перевершували за цим показником ровесників 2-, 3- і 4-ї груп на 1,1; 0,5 і 0,2 % відповідно.

У заключний період досліду (41-45 доба) найвищі абсолютні прирости маси тіла виявилися у цьоголіток контрольної групи, які перевершували за зазначеним показником ровесників дослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 1,5; 0,2; 0,3 та 0,7 %.

Загалом, у середньому за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла виділялися риби 4- і 5-ї дослідних груп, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18 і 19 МДж, що за цим показником переважали контрольних, яким задавали корм із вмістом енергії 17 МДж, відповідно на 3,0 і 5,9 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, поступалися перед контрольними в основний період досліду відповідно на 5,3 і 3,2 %. Різниця за відносними приростами маси тіла у основний період

досліді між ровесниками 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії відповідно на рівні 15 і 19 МДж становила 11,2 %.

Таким чином аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток райдужної форелі до маси тіла 10 г показав, що найвищою динамікою росту вирізнялися особини, які споживали комбікорм із рівнем енергії 19 МДж. Особини цієї групи за показниками росту перевершували аналогів інших груп – різниця в масі, залежно від віку, коливалася від 3,6 до 22,5 %.

У третьому науково-господарському досліді доведено, що різний енергетичний рівень живлення цьоголіток форелі позначається на їх продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток у зрівняльний період досліді (табл. 3.20), підтвердив аналогічність відібраних екземплярів за відсутності значимої різниці між ними за масою тіла.

Таблиця 3.20

Маса тіла цьоголіток форелі у зрівняльний період досліді, г, n=20000

Група	Доба досліді	
	1	5
1-а	10,23±0,408	11,07±0,476
2-а	10,02±0,397	10,95±0,423
3-я	10,41±0,403	11,28±0,325
4-а	10,37±0,496	11,23±0,393
5-а	10,14±0,358	11,02±0,415

Із початком основного періоду досліді, за рахунок змін рівня енергетичного живлення цьоголіток форелі, простежувалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.21). Зокрема, вже на 10 добу досліді найвищої маси тіла досягли цьоголітки 4-ї групи, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж. За цим показником вони переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 18 МДж, на 1,7 %. Найменша маса тіла у цей період спостерігалася у ровесників 2-ї групи, які поступалися перед аналогами 1-ї групи на 0,8 %. Цьоголітки форелі 5-ї дослідної групи, які споживали комбікорм з вмістом обмінної

енергії на рівні 20 МДж, несуттєво переважали контрольних у цей період за згаданим показником.

Таблиця 3.21

Маса тіла піддослідних цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення у основний період досліді, г, n=20000

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	11,07±0,476	10,95±0,423	11,28±0,325	11,23±0,393	11,02±0,415
10	12,01±0,449	11,92±0,465	12,19±0,384	12,22±0,437	12,08±0,494
15	13,32±0,497	13,15±0,518	13,30±0,414	13,64±0,464	13,81±0,527
20	14,57±0,526	14,16±0,539	14,46±0,435	15,12±0,517	15,45±0,586
25	16,03±0,518	15,34±0,508	15,77±0,508	16,73±0,592	17,23±0,538
30	17,30±0,535	16,41±0,499	16,95±0,546	18,07±0,583	18,66±0,621
35	18,42±0,594	17,29±0,577	17,94±0,583	19,28±0,611	19,98±0,638
40	19,47±0,563	18,12±0,536	18,89±0,608	20,44±0,628	21,24±0,695*
45	20,34±0,669	18,74±0,584	19,66±0,672	21,52±0,690	22,40±0,722*
50	21,13±0,701	19,29±0,626*	20,35±0,747	22,39±0,723	23,45±0,824*
55	21,82±0,786	19,76±0,683*	20,94±0,791	23,16±0,748	24,31±0,837*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Відмінності за масою тіла піддослідної риби відзначали і на 15 добу досліді. Зокрема, форель 4- і 5-ї дослідних груп переважала аналогів контрольної групи відповідно на 2,4 та 3,7 %, тоді як цьоголітки 2-ї групи поступалися за цим показником перед контрольними лише на 1,3 %.

Аналогічні зміни за масою характерні для піддослідної риби і на 20 добу досліді, коли цьоголітки 4- і 5-ї груп переважали контрольних за масою відповідно на 3,8 і 6,0 %, а аналоги з 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником на 2,8 та 0,8 % відповідно. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою риб, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж (5-а група) над тими, що

споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії 16 МДж (2-а група), становила 9,1 %.

Подібна тенденція до змін маси тіла цьоголіток дослідних груп порівняно з аналогами контрольної збереглася й у наступні вікові періоди. Так, на 25 добу досліду цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних відповідно на 4,4 і 7,5 %. Водночас форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи на 4,3 і 1,6 % відповідно. Різниця між показниками маси тіла цьоголіток 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 1,89 г, або – до 12,3 % на користь останніх.

Після закінчення 1-го місяця досліду тенденція зміни маси тіла піддослідних цьоголіток форелі залишилася подібною до попередніх періодів. Зокрема, риби 4- і 5-ї дослідних груп у зазначеному віці (30 доба) переважали контрольних аналогів відповідно на 0,77 і 1,36 г, тоді як ровесники 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед цьоголітками 1-ї контрольної групи на 0,89 і 0,35 г. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період збільшилася до 2,25 г на користь останніх.

На 35 добу найвищої маси тіла досягли екземпляри 5-ї групи, які переважали аналогів контрольної групи на 8,5 %. Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за вказаним показником перед контрольними ровесникам відповідно на 6,1 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, яка споживала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 15,6 % на користь останніх.

Із початком 40 доби досліду цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 5,0 та 9,1% ($p < 0,05$). Водночас риби 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 6,9 і 3,0 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї дослідних груп у цей період становила 17,2 %.

У наступний віковий період риби, які отримували корм з цінністю 19 МДж (4-а група) і 20 МДж (5-а група) за масою переважали тих, що

споживали комбікорм з енергетичною цінністю 18 МДж (1-а група) відповідно на 1,18 і 2,06 г ($p < 0,05$), а аналоги, яким згодовували комбікорм з енергетичною цінністю 16 МДж (2-а група) та 17 МДж (3-я група) поступалися перед останніми за згаданим показником на 1,6 та 0,68 г відповідно. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою цьоголіток, які отримували корм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж над тими, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії 16 МДж становила 3,66 г ($p < 0,001$).

На 50 добу досліду особини 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 6,0 і 10,9 % ($p < 0,05$). Разом із тим форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 8,7 ($p < 0,05$) і 3,7 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 21,6 % на користь останніх.

На кінець досліду (55 доба) вищої маси тіла досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи на 6,1 і 11,4 % відповідно ($p < 0,05$). Водночас риби 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед контрольними ровесниками за згаданим показником відповідно на 9,4 ($p < 0,05$) і 4,0 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, на кінець досліду досягла 23,0 % на користь останніх.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну S-подібну форму кривої росту (рис. 3.12).

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати їх масу тіла (функція y):

1 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2798x + 9,6234 (R^2 = 0,9970);$$

2 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0015x^2 + 0,2679x + 9,5793 (R^2 = 0,9984);$$

3 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,2599x + 9,9072 \quad (R^2 = 0,9973);$$

4 група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,001x^2 + 0,3026x + 9,6753 \quad (R^2 = 0,9969);$$

5 група (20,0 МДж ОЕ):

$$y = -0,0011x^2 + 0,3374x + 9,3329 \quad (R^2 = 0,9969).$$

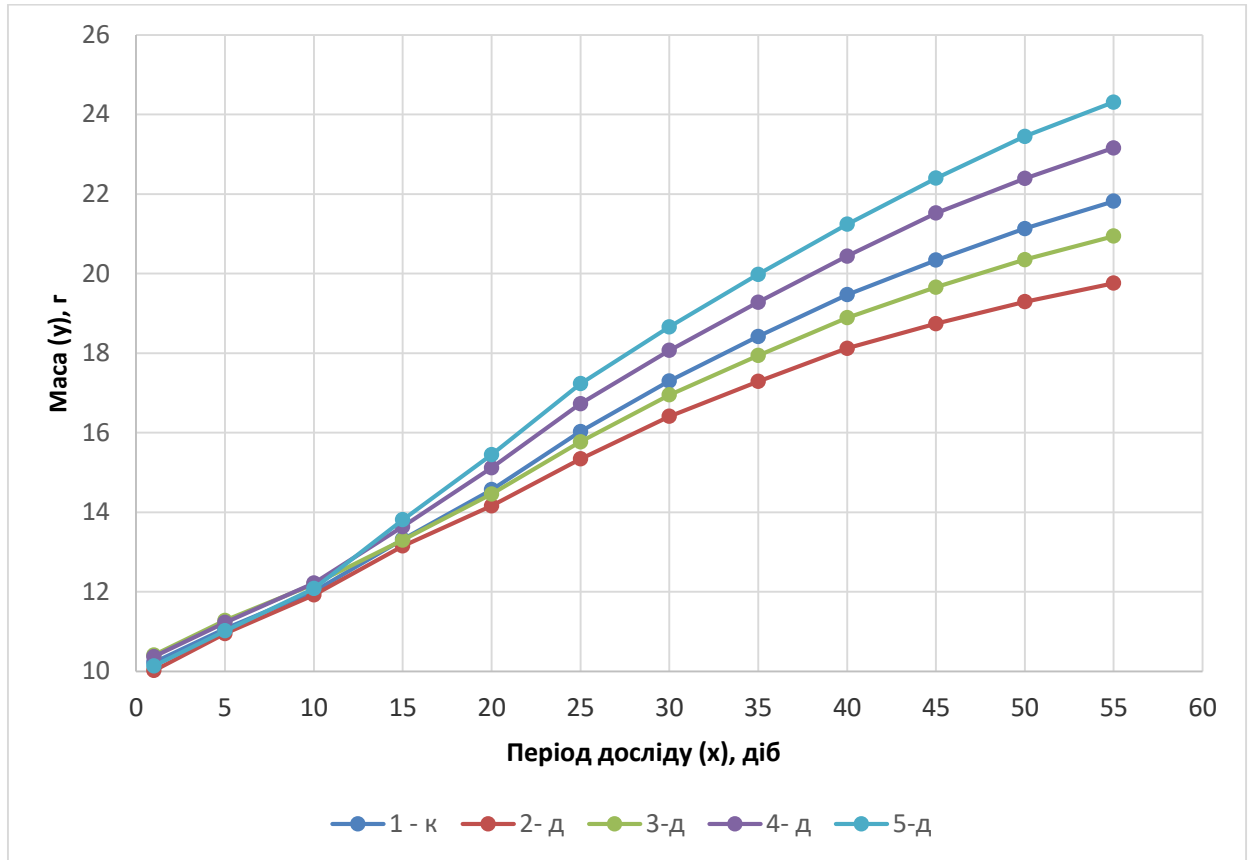


Рис. 3.12. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення

Дані однофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.13). свідчать, що різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високим рівнем вірогідності ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 82,9 %, що майже у 5 разів більше ніж вплив інших чинників.

Зіставляючи між собою одержані дані абсолютних приростів маси тіла цьоголіток райдужної форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом обмінної енергії (табл. 3.22), варто зазначити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними екземплярами була не суттєвою і коливалася у межах від 0,84 до 0,93 г.

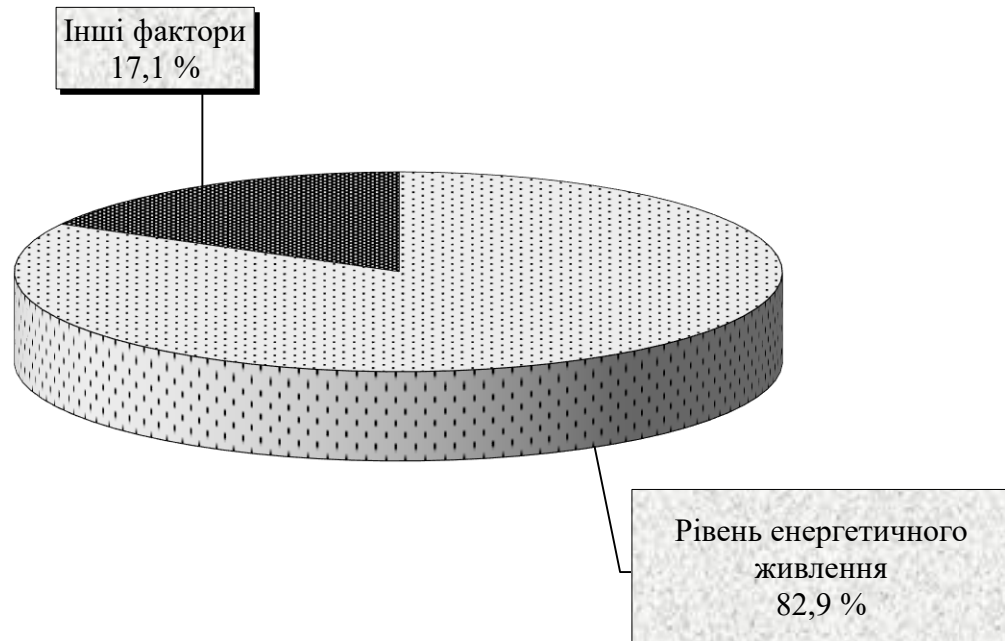


Рис. 3.13. Вплив рівня енергетичного живлення цьоголіток на зміну маси тіла форелі

Проте з початком основного періоду дослідження ситуація змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідження цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,3 і 12,8 %, тоді як форель 3-ї дослідної групи поступалася перед останніми за цим показником лише на 4,2 %. Аналогічні закономірності спостерігалися й у наступні п'ять діб дослідження. Так, абсолютний приріст маси тіла у цей період у особин 4- та 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної, зафіксовано вищим відповідно на 8,4 та 32,1 %. Піддослідні цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками контрольної групи за згаданим показником на 6,1 і 15,3 % відповідно. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютними приростами маси тіла у цей період становила 40,7 % на користь останніх.

Найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла у період з 16 по 20 добу характеризувалися цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, які переважали контрольних ровесників на 18,4 та 31,2 % відповідно. Водночас риби 2- і 3-ї груп поступалися перед аналогами 1-ї групи відповідно на 19,2 і 7,2 %. Різниця між ровесниками 2- та 5-ї груп за наведеним показником у цей період становила 62,4 %.

Абсолютні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, г, n=20000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,84	0,93	0,87	0,86	0,88
6-10	0,94	0,97	0,91	0,99	1,06
11-15	1,31	1,23	1,11	1,42	1,73
16-20	1,25	1,01	1,16	1,48	1,64
21-25	1,46	1,18	1,31	1,61	1,78
26-30	1,27	1,07	1,18	1,34	1,43
31-35	1,12	0,88	0,99	1,21	1,32
36-40	1,05	0,83	0,95	1,16	1,26
41-45	0,87	0,62	0,77	1,08	1,16
46-50	0,79	0,55	0,69	0,87	1,05
51-55	0,69	0,47	0,59	0,77	0,86
Приріст за основний період дослідження (6-55 діб)	10,75	8,81	9,66	11,93	13,29

У наступний період досліджень найвищий абсолютний приріст маси тіла відзначено також у форелі 5-ї групи, яка отримувала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж. Вони виявляли вищий абсолютний приріст маси тіла порівняно з аналогами усіх піддослідних груп відповідно на (за схемою дослідження): 21,9; 50,8; 35,9 та 10,6 %.

У період з 26 по 30 добу дослідження найнижчий абсолютний приріст маси тіла встановлено у цьоголіток 2-ї дослідної групи, які за цим показником поступалися перед аналогами 1-ї групи на 18,7 %, 3-ї – на 10,3 %, 4-ї – на 25,2 %, 5-ї – на 33,6 %.

Від 31 до 35 доби вищі абсолютні прирости маси тіла були притаманні для цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи на 8,0 і 17,8 % відповідно. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 21,4 і 11,6 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у вказаний період становила 50,0 % на користь останніх.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла вирізнялися цьоголітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж. Вони переважали аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 18 МДж на 20,0 %. Риби 1-ї групи за цим показником перевершували ровесників 2- і 3-ї груп на 26,5 і 10,5 % відповідно.

Упродовж наступних п'яти діб досліду абсолютний приріст маси тіла виявився найвищим у особин 4- і 5-ї дослідних груп, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж; за цим показником вони переважали контрольних, що отримували комбікорм із вмістом енергії 18 МДж, відповідно на 24,1 і 33,3 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися перед контрольними екземплярами відповідно на 28,7 і 11,5 %. У цей період досліду різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла досягла 87,0 %.

Із 46 по 50 добу досліду найвищі абсолютні прирости маси тіла встановлено у риби 5-ї дослідної групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 32,9; 90,9; 52,2 і 20,7 %.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за досліджуваним показником зменшилась, але збереглася й становила відповідно 11,5 і 24,6 %, тоді як риби 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 31,9 та 14,5 %.

У середньому, більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період дослідів характеризувалися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж, які за цим показником переважали контрольних, що отримували корм із вмістом енергії 18 МДж відповідно на 1,18 і 2,54 г, або на 11,0 і 23,6 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися перед контрольними за згаданим показником у основний період дослідів відповідно на 1,94 і 1,09 г, або на 18,0 і 10,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла у основний період дослідів досягла 4,48 г, або 50,9 %.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування характер змін середньодобових приростів маси тіла цьоголіток форелі залежав від рівня обмінної енергії у комбікормі та відповідної зміни маси тіла риби (табл. 3.23). Так, якщо у зрівняльній період дослідів середньодобові прирости у піддослідної риби були близькими, то у подальшому за впливу різного рівня енергетичного живлення вони характеризувалися варіабельністю.

Зокрема встановлено, що майже в усі періоди дослідів цьоголітки, які споживали енергетично насиченіші комбікорми за середньодобовими приростами переважали аналогів, яким згодовували комбікорми з меншою енергетичною цінністю. Так, у період з 6 по 10 добу дослідів ровесники 4- та 5-ї дослідних груп за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 5,3 та 12,8 %. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла ровесників 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 9,3 % на користь останніх.

Аналогічна ситуація спостерігалась і у наступний період дослідів (11-15 доба). Так, цьоголітки 2- та 3-ї груп за показником середньодобового приросту маси тіла поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 6,1 та 15,3 %, тоді як ровесники 4- та 5-ї груп переважали останніх на 8,4 та 32,1 % відповідно.

Середньодобові прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, г, n= 20000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,168	0,186	0,174	0,172	0,176
6-10	0,188	0,194	0,182	0,198	0,212
11-15	0,262	0,246	0,222	0,284	0,346
16-20	0,250	0,202	0,232	0,296	0,328
21-25	0,292	0,236	0,262	0,322	0,356
26-30	0,254	0,214	0,236	0,268	0,286
31-35	0,224	0,176	0,198	0,242	0,264
36-40	0,210	0,166	0,190	0,232	0,252
41-45	0,174	0,124	0,154	0,216	0,232
46-50	0,158	0,110	0,138	0,174	0,210
51-55	0,138	0,094	0,118	0,154	0,172
У середньому за основний період досліджу (6-55 діб)	0,215	0,176	0,193	0,239	0,266

У віковому проміжку від 16 до 20 доби досліджу більші середньодобові прирости маси тіла виявилися притаманними для особин 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж. За цим показником вони переважали контрольних риб, яким задавали корм із вмістом енергії 18 МДж, на 18,4 та 31,2 % відповідно. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, що споживали комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися перед контрольними за вказаним показником відповідно на 19,2 і 7,2 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей час досягла 126 мг.

Дослідами встановлено, що найвищі середньодобові прирости маси тіла цьоголіток усіх піддослідних груп відзначено у період з 21 по 25 добу

дослідю. Так, перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за згаданим показником становила відповідно 10,3 і 21,9 %. Разом із тим піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними аналогами на 19,2 і 10,3 % відповідно.

У наступному віковому періоді перевага молоді 4- і 5-ї дослідних груп над контрольними ровесниками за наведеним показником становила відповідно 5,5 і 12,6 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп у цей період поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 15,7 та 7,1 %. Перевага ровесників 5-ї групи над такими 2-ї за вказаним показником у цей час становила 72 мг.

На наступному етапі дослідю (31-35 доба) перевага цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла, порівняно з ровесниками 1-ї групи, збереглася й становила відповідно 8,0 і 17,9 %, тоді як риби 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 21,4 і 11,6 %.

У наступний віковий період найвищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися цьоголіток 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж, та переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідю) на 20,0; 51,8; 32,6 і 8,6 %.

Під час наступних п'яти днів дослідю вищі середньодобові прирости маси тіла встановлено у цьоголіток форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж. За цим показником вони переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 18 МДж на 42 і 58 мг відповідно. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися перед контрольними особинами за згаданим показником у вказаний час відповідно на 50 і 20 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей період дослідю досягла 108 мг.

У період з 46 по 50 добу дослідю найвищі середньодобові прирости маси тіла виявилися у риби 5-ї дослідної групи, які за таким показником

переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 52; 100; 72 і 36 мг.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп порівняно з аналогами 1-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла зменшилася, але збереглася й становила відповідно 11,6 і 24,6 %, тоді як риби 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 31,9 і 14,5 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей період досліду досягла 78 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду вищими показниками середньодобового приросту маси тіла характеризувалися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж. За цим показником вони переважали контрольних риб, що споживали корм із вмістом енергії 18 МДж, відповідно на 24 і 51 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, яким згодовували комбікорм з вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися перед контрольними в основний період досліду відповідно на 39 і 22 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла за основний період досліду склала 90 мг.

Ефективність визначення нарощування маси тіла у цьоголіток була доповнена й оцінюванням залежності між рівнем обмінної енергії у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.14).

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії у кормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на слабкий, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,42$, $p<0,05$).

Досліджуючи інтенсивність росту цьоголіток райдужної форелі, що споживали корм із різною енергетичною цінністю, слід відзначити, що за зрівняльний період досліду різниця за відносними приростами маси тіла між піддослідними особинами у групах знаходилася в межах 0,1–1,0 % (табл. 3.24).

Із початком основного періоду досліду (6-10 доба) цьоголітки 2-, 4- і 5-ї дослідних груп за відносними приростами маси тіла переважали аналогів

контрольної групи відповідно на 0,4; 0,3 і 1,1 %. Водночас піддослідні риби 3-ї групи поступалися перед контрольними на 0,3 %.

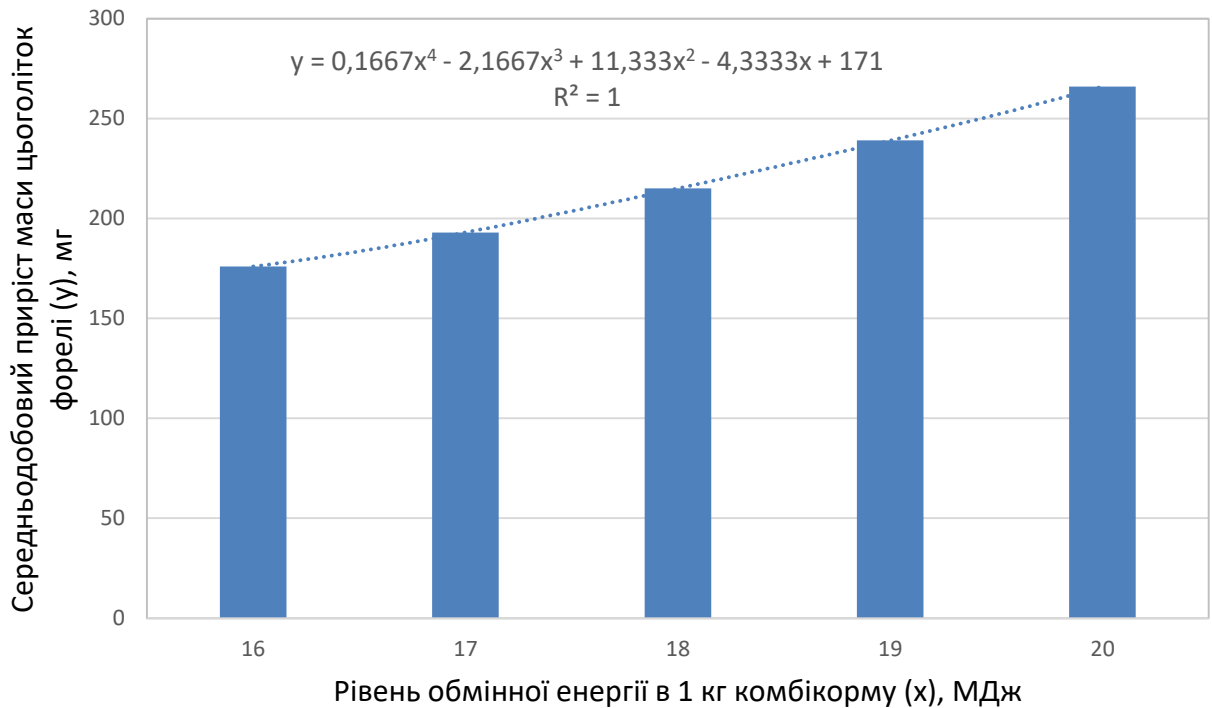


Рис. 3.14. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток

Подібна ситуація спостерігалася і на 11-15 добу досліду, коли вищими відносними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 0,7 та 3,1 %. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися перед аналогами 1-ї групи за зазначеним показником відповідно на 0,5 та 1,6 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп у цей період становила 3,6 %.

У наступний віковий період (16-20 доба досліду) найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися екземпляри 2- і 3-ї груп, які поступалися перед контрольними ровесниками відповідно на 1,6 та 0,6 %. У цей період цьоголітки 4- і 5-ї груп за згаданим показником переважали контрольних аналогів відповідно на 1,3 та 2,2 %.

Упродовж наступних п'яти діб досліду цьоголітки 4- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно

на 0,6 та 1,4 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступались за таким показником перед особинами 1-ї групи відповідно на 1,5 та 0,8 %.

Таблиця 3.24

Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, %, n=20000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	7,9	8,9	8,0	8,0	8,3
6-10	8,1	8,5	7,8	8,4	9,2
11-15	10,3	9,8	8,7	11,0	13,4
16-20	9,0	7,4	8,4	10,3	11,2
21-25	9,5	8,0	8,7	10,1	10,9
26-30	7,6	6,7	7,2	7,7	8,0
31-35	6,3	5,2	5,7	6,5	6,8
36-40	5,5	4,7	5,2	5,8	6,1
41-45	4,4	3,4	4,0	5,1	5,3
46-50	3,8	2,9	3,4	4,0	4,6
51-55	3,2	2,4	2,9	3,4	3,6
Приріст за основний період дослідження (6-55 діб)	65,4	57,4	60,0	69,4	75,2

Починаючи з 26-ї доби дослідження і до його закінчення відносний приріст маси тіла в усіх групах піддослідної форелі знижувався. У період 26-30 діб цей показник у цьоголіток усіх груп, порівняно з попереднім періодом, зменшився на 1,3-2,9 %. При цьому риби контрольної групи переважали аналогів 2- і 3-ї дослідних груп відповідно на 1,2 і 0,4 %, одночасно поступаючи перед ровесниками 4- і 5-ї груп відповідно на 0,1 і 0,4 %.

На 31-35 добу дослідження найменші відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі встановлено у риби 2-ї групи, які за цим показником

поступалися перед ровесниками усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 1,1; 0,5; 1,3 і 1,6 %.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найвищі показники відносного приросту маси тіла виявилися у риби 5-ї групи, яка отримувала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж; вона переважала аналогів 1- та 2-ї груп, що споживали корм із вмістом енергії 18 і 16 МДж відповідно на 0,6 та 1,4 %.

Упродовж наступних п'яти днів досліду показники відносного приросту маси тіла відзначали вищими у цьоголіток 4- і 5-ї дослідних груп, які за цим показником переважали контрольних риб відповідно на 0,7 і 0,9 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп поступалися перед контрольними за згаданим показником відповідно на 1,0 і 0,4 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла у цей період становила 1,9 %.

У період з 46 по 50 добу найвищий відносний приріст маси тіла спостерігався у форелі 5-ї групи, що за таким показником переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 0,8; 1,7; 1,2 і 0,6 %.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з аналогами 1-ї за цим показником зменшилася, проте збереглася й становила відповідно 0,2 і 0,4 %, тоді як особини 2- і 3-ї групи поступалися останніми відповідно на 0,8 і 0,3 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла у вказаний період досліду становила 1,2 %.

Загалом, за основний період досліду вищі показники відносного приросту маси тіла виявилися притаманними для цьоголіток форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж. За цим показником вони переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом енергії 18 МДж відповідно на 4,0 і 9,8 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалися за вказаним показником перед контрольними ровесниками в основний період досліду відповідно на 8,0 і 5,4 %. Різниця за відносним приростом маси тіла в

основний період дослідження між рибами 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії відповідно на рівні 16 і 20 МДж становила 17,8 %.

Таким чином, як показав аналіз даних, що характеризують ріст цьоголіток форелі до переведення їх на зимівлю, найвищою динамікою росту характеризувалися риби, які споживали комбікорм із рівнем обмінної енергії 20 МДж.

3.2.2.3. Витрати корму та збереженість

Проведене дослідження витрат кормів засвідчило, що використання для живлення цьоголіток форелі масою до 10 г комбікормів із вмістом обмінної енергії 19 МДж (5-а група) сприяло зниженню витрат комбікормів на 1 кг приросту маси тіла за основний період дослідження порівняно з рибами, які споживали корми із нижчим рівнем енергії (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

Витрати комбікорму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, кг, n=20000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,429	0,427	0,428	0,417	0,430
6-10	0,559	0,550	0,578	0,517	0,488
11-15	0,703	0,763	0,724	0,702	0,686
16-20	0,863	0,932	0,876	0,786	0,789
21-25	0,619	0,676	0,636	0,620	0,617
26-30	0,688	0,723	0,751	0,701	0,645
31-35	0,815	0,840	0,815	0,816	0,809
36-40	0,946	1,037	0,987	0,967	0,931
41-45	1,040	1,192	1,052	1,061	1,102
У середньому за основний період дослідження (6-45 діб)	0,825	0,880	0,851	0,813	0,794

Так, витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток 5-ї групи становили 0,794 кг, що на 0,31; 0,86; 0,57 і 0,19 кг менше, ніж у 1-, 2-, 3- і 4-й групах відповідно.

Отже, за вирощування цьоголіток райдужної форелі до маси тіла 10 г згодовування таким комбікормів із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту.

Ефективність використання комбікорму була доповнена визначенням залежності між рівнем енергії у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси тіла (рис. 3.15). Аналіз кореляцій між цими показниками вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,09$).

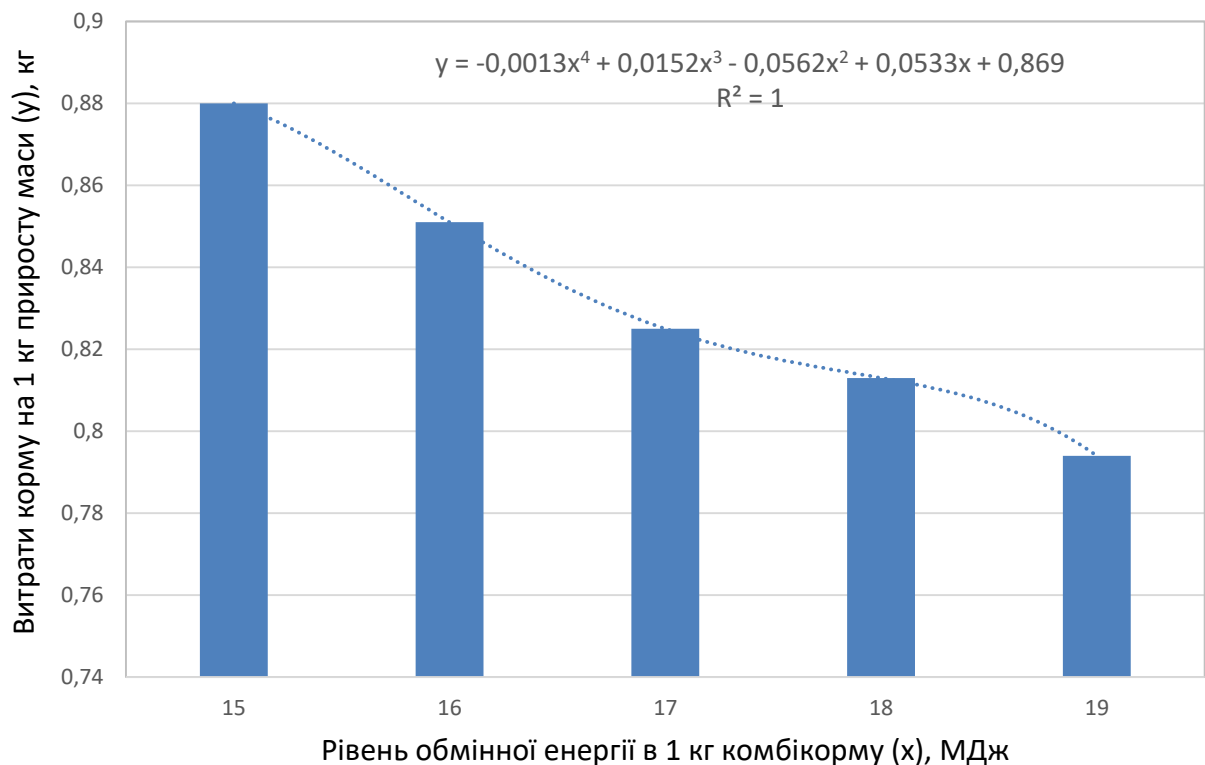


Рис. 3.15 Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та витратами корму у цьоголіток форелі

Стосовно збереженості піддослідної форелі, то впродовж усього досліджуваного періоду вона виявилась високою і коливалася в межах від 74,3 до 76,7 % (табл. 3.26).

Збереженість цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, % від кількості на початок дослідів, n=20000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	97,8	97,5	97,9	98,3	98,0
10	94,6	93,9	94,3	94,8	94,6
15	92,3	91,8	92,2	92,7	92,3
20	89,7	88,6	89,1	90,1	89,8
25	87,0	85,9	86,4	87,5	87,6
30	84,2	82,7	83,5	84,9	84,9
35	81,6	79,1	80,6	82,0	82,2
40	78,4	76,8	77,4	79,2	79,5
45	75,9	74,3	74,8	76,5	76,7

Найвища збереженість в усі вікові періоди спостерігалася у форелі 5-ї групи, якій згодовували комбікорм із вмістом енергії 19 МДж, найнижча – у цьоголіток 2-ї групи, за згодовування кормів із пониженим до 15 МДж вмістом енергії. Риби 1-, 3- і 4-ї груп за цим показником посідали проміжне положення.

У ситуації з вирощуванням цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення таких на зимівлю варто зазначити, що збільшення вмісту обмінної енергії у комбікормі сприяло зменшенню витрат останнього на одиницю приросту маси тіла (табл. 3.27). Так, у середньому, за основний період дослідів витрати корму у цьоголіток форелі 5-ї групи (20 МДж) дорівнювали 0,832 кг, що на 0,126; 0,275; 0,214 і 0,069 кг менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- і 4-ї груп, які отримували комбікорм із нижчими рівнями обмінної енергії. Установлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси тіла описується поліноміальною лінією із коефіцієнтом вірогідної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.16).

Витрати комбікорму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення, кг, n=20000

Період дослід, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,791	0,706	0,778	0,783	0,751
6-10	0,767	0,737	0,804	0,741	0,684
11-15	0,610	0,641	0,719	0,576	0,479
16-20	0,699	0,841	0,748	0,613	0,565
21-25	0,659	0,780	0,722	0,623	0,581
26-30	0,817	0,920	0,862	0,809	0,783
31-35	0,987	1,179	1,087	0,956	0,908
36-40	0,927	1,092	0,994	0,881	0,843
41-45	1,169	1,511	1,277	0,996	0,966
46-50	1,337	1,754	1,475	1,287	1,117
51-55	1,581	2,102	1,775	1,504	1,413
У середньому за основний період дослід (6-55 діб)	0,958	1,107	1,046	0,901	0,832

Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,22$).

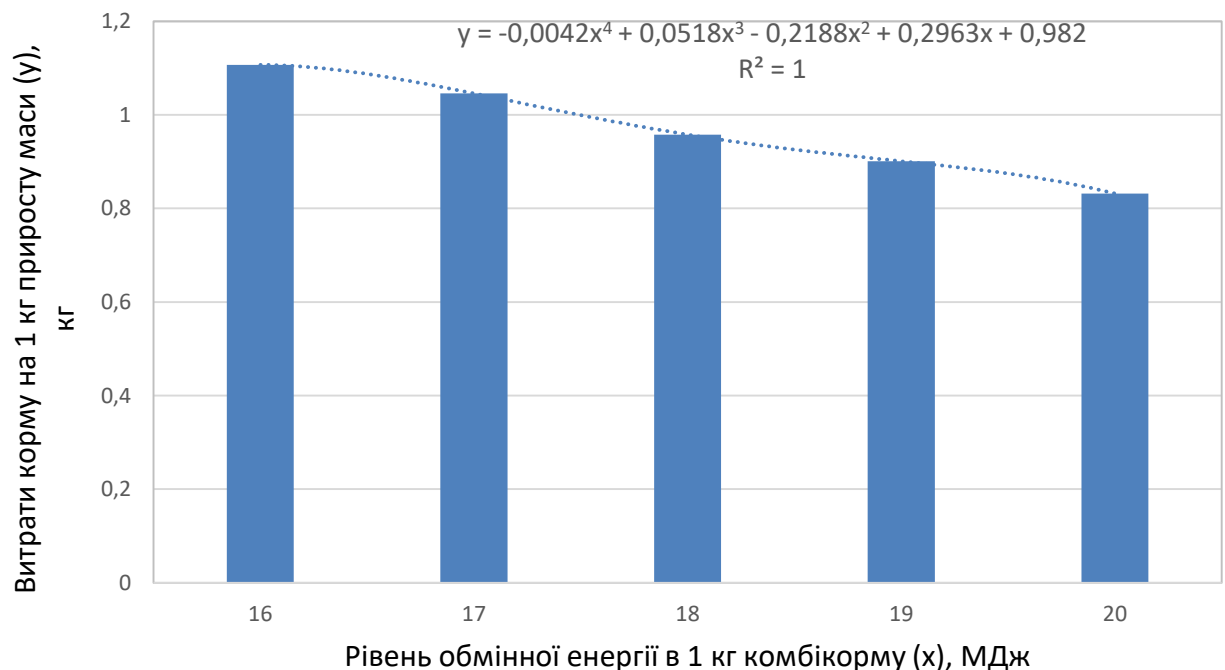


Рис. 3.16. Залежність між рівнем обмінної енергії у комбікормі та витратами корму у цьоголіток форелі

Згідно з проведеними дослідженнями, використання для живлення цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риби (табл. 3.28). Збереженість форелі у період досліду була високою і коливалася у межах від 81,3 % у 2-й до 82,7 % у 4-й групах.

Таблиця 3.28

Збереженість цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, %
від кількості на початок досліду, n=20000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	98,3	98,2	98,5	98,4	98,2
10	96,6	96,3	97,0	97,1	96,5
15	95,1	94,7	95,2	95,5	95,1
20	93,8	93,1	93,7	93,6	93,9
25	92,0	91,3	91,8	92,4	91,8
30	90,3	89,5	90,2	90,9	90,1
35	88,5	88,2	88,4	89,1	88,0
40	86,9	86,6	86,7	87,2	86,2
45	85,4	85,0	85,1	85,8	84,7
50	83,9	83,2	83,4	84,4	83,3
55	82,2	81,3	81,9	82,7	81,8

Таким чином, вирощування цьоголіток форелі до моменту переведення їх на зимівлю з використанням комбікорму із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту. Вміст обмінної енергії у комбікормі за вирощування цьоголіток форелі суттєвого впливу на показник збереженості не виявляє.

3.2.3. Вирощування товарної форелі

3.2.3.1. Характеристика живлення. У наступному науково-господарському досліді піддослідну форель після зимівлі до досягнення товарної маси тіла годували повнораціонними продукційними комбікормами (табл. 3.29) із наступною цінністю (табл. 3.30).

Таблиця 3.29

Склад продукційного комбікорму для товарної форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	-	0,32	7,24	1,27	-
Горох	-	20,00	9,61	-	-
Борошно: рибне	20,35	-	14,77	18,78	2,09
м'ясо-кісткове	-	1,54	2,68	-	1,16
м'ясне	8,12	14,89	8,11	8,90	13,88
кров'яне	6,61	6,05	-	1,94	10,41
пір'яне гідролізоване	4,41	5,00	5,00	-	2,27
соєве повножирове	29,95	-	-	-	-
Соєвий концентрат	1,67	36,39	28,92	14,38	-
Шрот соєвий	-	-	-	24,85	26,80
Сироватка молочна суха	6,78	5,06	5,00	5,00	-
Глютен кукурудзяний	12,05	-	5,66	9,69	12,00
Дріжджі кормові	-	-	2,48	1,11	15,00
Висівки пшеничні	-	1,91	-	-	-
Риб'ячий жир	9,06	-	-	10,08	12,23
Соєва олія	-	7,54	9,22	3,00	3,00
Лізін	-	-	0,21	-	0,16
Метіонін	-	0,30	0,10	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Рівень обмінної енергії у комбікормі регулювали переважно за рахунок змін різних енергетичних компонентів (різні види борошна, шротів та зернових компонентів), а вирівнювання за вмістом лізину і метіоніну – синтетичними амінокислотами.

Таблиця 3.30

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	18,00	16,00	17,00	19,00	20,00
Сирий протеїн	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Сирий жир	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Сира клітковина	2,50	2,72	2,40	2,56	2,44
Кальцій	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Фосфор загальний	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Лізін	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Метіонін	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вітаміни: А, тис. МО	10	10	10	10	10
D ₃ , тис. МО	3	3	3	3	3
Е, мг	200	200	200	200	200

Загалом, відмінності в енергетичній цінності комбікормів передбачено схемою досліду, що наведена у розділі 2 «Матеріал і методика досліджень».

3.2.3.2. Динаміка маси тіла форелі. Як показали результати досліджень, різний енергетичний рівень живлення форелі до досягнення товарної маси тіла позначається на її продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст піддослідної форелі у зрівняльний період досліду (табл. 3.31), підтвердив аналогічність відібраних екземплярів, за відсутності значущої різниці між ними за масою тіла. У подальшому, з початком основного періоду досліду, за рахунок змін рівня енергетичного живлення форелі спостерігалися суттєві зміни у показниках її маси тіла (табл. 3.32).

**Показники маси тіла піддослідної форелі у зрівняльний період досліду, г,
n=5000**

Група	Доба досліду	
	1	10
1-а	50,2±1,72	55,7±2,12
2-а	50,7±2,41	56,1±2,98
3-я	50,5±3,14	55,9±3,57
4-а	50,9±1,53	56,2±1,94
5-а	50,3±2,83	55,6±3,11

Наведені дані свідчать, що у товарної форелі, якій згодували продукційні комбікорми різної енергетичної цінності, маса тіла в усі часові проміжки основного періоду досліду була різною. Так, на 20 добу досліду у дволіток форелі 1-, 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 18, 19 і 20 МДж відповідно, відзначено близьку масу, яка знаходилася в межах 63,0-63,4 г. Піддослідна форель 2- і 3-ї груп, якій задавали продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії 16 і 17 МДж відповідно, за цим показником поступалася контрольним аналогам, які отримували комбікорм із вмістом енергії 18 МДж відповідно на 2,7 і 1,3 %.

Відмінності у масі тіла піддослідної форелі спостерігалися і у наступні вікові періоди. Зокрема, за результатами третьої декади досліду форель 4- і 5-ї дослідних груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 0,6 і 1,9 %, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступались контрольним ровесникам за цим показником відповідно на 3,4 і 1,3 %.

Аналогічні закономірності змін за масою тіла характерні для форелі й на 40 добу досліду. Зокрема, дволітки 1- і 4-ї груп за масою майже не відрізнялися, а аналоги 5-ї групи переважали контрольних у вказаний період на 2,0 %. Ровесники 2- та 3-ї груп поступалися аналогам 1-ї за згаданим показником відповідно на 2,8 та 1,2 %. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою особин, які отримували корм із вмістом обмінної енергії

на рівні 20 МДж (5-а група) над тими, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії 16 МДж (2-а група) становила 3,6 г, або 4,9 %.

Таблиця 3.32

Динаміка маси тіла підослідної форелі за різного рівня енергетичного живлення у основний період досліду, г, n=5000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	55,7±2,12	56,1±2,98	55,9±3,57	56,2±1,94	55,6±3,11
20	63,1±2,85	61,4±3,24	62,3±3,69	63,0±2,54	63,4±3,60
30	70,1±3,11	67,7±3,55	69,2±2,32	70,5±3,85	71,4±4,13
40	76,3±3,47	74,2±2,99	75,4±3,75	76,8±4,19	77,8±4,22
50	82,4±3,24	79,3±3,57	80,5±4,02	83,1±4,38	84,5±3,89
60	89,0±3,96	84,7±4,25	87,1±4,76	90,2±5,20	92,4±4,77
70	96,9±4,29	90,6±4,58	94,8±4,33	98,7±5,09	101,1±5,10
80	106,6±5,20	99,8±5,76	103,8±4,97	108,9±5,45	112,7±5,94
90	117,8±5,84	110,2±5,13	114,7±5,31	121,2±5,73	126,4±6,28
100	130,8±5,37	122,1±5,42	126,9±5,60	134,7±6,02	140,7±6,56
110	143,9±6,02	134,9±5,97	140,3±5,89	148,9±6,26	156,2±6,15
120	157,2±6,25	147,8±6,41	154,2±6,16	164,2±6,47	172,5±6,78
130	173,5±6,39	161,2±6,57	169,6±6,01	181,1±6,89	189,8±7,25
140	190,3±6,77	176,5±6,94	185,3±6,23	198,6±6,12	208,3±7,01
150	209,1±6,90	193,1±6,45	203,2±6,84	218,0±6,58	230,4±7,26*
160	227,6±7,21	208,4±6,89	219,7±7,17	237,3±7,04	251,2±7,85*
170	242,9±7,45	222,6±7,22*	234,8±7,56	253,9±6,65	268,7±7,99*
180	257,1±7,62	234,8±6,95*	247,5±8,20	268,8±7,09	284,3±8,24*
190	269,6±6,76	243,9±7,01**	258,6±8,38	282,2±6,78	298,4±8,87**
200	281,1±7,92	252,7±7,44**	268,4±9,02	294,5±7,14	311,6±8,56**
210	290,3±8,14	261,1±7,26**	277,5±8,72	305,3±7,33	323,7±9,38**

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Подібна тенденція до змін за масою у дволіток форелі дослідних груп порівняно з аналогами контрольної збереглася й у наступні вікові періоди.

Зокрема, після закінчення п'ятої декади досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних ровесників відповідно на 0,9 і 2,5 %. Разом із тим риби 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за масою перед аналогами 1-ї відповідно на 3,8 і 2,3 %. Різниця між показниками маси тіла дволіток 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 5,2 г на користь останніх.

На другий місяць досліду зміни маси тіла піддослідної форелі залишилися подібними до попередніх періодів. Так, особини 4- і 5-ї дослідних груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 1,3 і 3,8 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї групи відповідно на 4,8 та 1,9 %.

На 70 добу найвищої маси тіла досягли риби 5-ї групи, які переважали аналогів контрольної на 4,3 %. Водночас дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 6,3 і 2,1 г, або на 6,5 і 2,2 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 10,5 г, або 11,6 % на користь останніх.

Із початком 80 доби досліду дволітки форелі 4- та 5-ї дослідних груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 2,2 та 5,7 %. У цей час форель 2- і 3-ї груп поступалася за таким показником перед ровесниками 1-ї відповідно на 6,4 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 12,9 г.

На кінець третього місяця досліду найвищих показників маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж відповідно. Вони переважали аналогів контрольної групи, яким згодовували корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж, відповідно на 2,9 та 7,3 %. При цьому форель 2- і 3-ї груп, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж відповідно, поступалася за цим показником контрольним ровесникам на 6,5 і 2,6 % відповідно. Різниця між показниками маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії

на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 16,2 г, або 14,7 % на користь останніх.

На 10 декаду досліду зміни маси тіла піддослідної форелі залишилися ідентичними до попередніх вікових періодів. Зокрема, риби 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 3,0 і 7,6 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї контрольної групи відповідно на 6,7 і 3,0 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп у цей період збільшилася до 18,6 г.

На 110 добу вищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи на 3,5 і 8,5 %. Водночас форель 2- і 3-ї груп поступалася за вказаним показником контрольним ровесникам відповідно на 6,3 і 2,5 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 21,3 г, або 15,8 % на користь останніх.

На початку четвертого місяця досліду форель 4- та 5-ї груп за масою тіла переважала контрольних аналогів відповідно на 7,0 та 15,3 г, або на 4,5 та 9,7 %. Разом із тим форель 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 9,4 і 3,0 г, або на 6,0 і 1,9 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп у цей період збільшилася до 24,7 г (16,7 %).

Після закінчення 13 декади досліду вищих показників маси тіла досягли дволітки, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 (4-а група) і 20 МДж (5-а група), що переважали аналогів, яким згодовували корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група), відповідно на 4,4 і 9,4 %. У цей час форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 (2-а група) і 17 МДж (3-я група), поступалася за показником наростання маси тіла перед ровесниками, що споживали корм з рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група) відповідно на 7,1 і 2,2 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із

вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 28,6 г, або 17,7 % на користь останніх.

На 140 добу досліду зміни маси тіла піддослідної форелі залишилися подібними до попередніх періодів. Так, дволітки 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважали контрольних ровесників відповідно на 4,4 і 9,5 %, тоді як аналоги 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї групи відповідно на 7,3 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп у цей період становила 18,0 %.

На кінець п'ятого місяця досліду найвищої маси тіла досягли дволітки 5-ї групи, які вірогідно ($p < 0,05$) переважали аналогів контрольної на 10,2 %. Перевага за масою аналогів 4-ї групи над контрольними виявилась дещо меншою і становила 4,3 %. Водночас дволітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за вказаним показником перед контрольними ровесниками відповідно на 7,7 і 2,8 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 37,3 г, або 19,3 % на користь останніх.

На 16 декаду досліду дволітки 4- та 5-ї груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 9,7 та 23,6 г, або на 4,3 та 10,4 % ($p < 0,05$). При цьому форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед ровесниками 1-ї відповідно на 19,2 і 7,9 г, або на 8,4 і 3,5 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період збільшилася до 42,8 г (20,5 %).

На 170 добу досліду вищої маси тіла досягли дволітки, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 (4-а група) і 20 МДж (5-а група); вони переважали аналогів, яким згодовували корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група), відповідно на 11,0 і 25,8 г ($p < 0,05$). У цей час форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 (2-а група) і 17 МДж (3-я група), поступалася за масою перед ровесниками, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група) відповідно на 20,3 ($p < 0,05$) і 8,1 г. Різниця між показниками маси тіла

риби 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 46,1 г ($p < 0,001$) на користь останніх.

На кінець шостого місяця дослідів найвищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 4,6 і 10,6 % ($p < 0,05$). Водночас товарна форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 8,7 ($p < 0,05$) і 3,7 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період збільшилася й становила 49,5 г, або 21,1 % на користь останніх.

На 19 декаду дослідів дволітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 12,3 та 28,8 г ($p < 0,01$), тоді як форель 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 25,7 ($p < 0,01$) і 11,0 г. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї дослідних груп у цей період була зафіксована на рівні 54,5 г ($p < 0,001$).

На 20 декаду найвищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 4,8 і 10,9 % ($p < 0,01$). У той же час товарна форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 10,1 ($p < 0,01$) і 4,5 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 23,3 % на користь останніх.

На кінець дослідів (сьомий місяць) найвищої маси тіла досягли дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 (4-а група) і 20 МДж (5 -а група), які переважали аналогів, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група), відповідно на 15,0 і 33,4 г ($p < 0,05$), або на 5,2 і 11,5%. Водночас форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 (2-а група) і 17 МДж (3-я група), поступалася за цим показником перед ровесниками, що споживали

корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група) відповідно на 29,2 ($p < 0,01$) і 12,8 г, або на 10,1 і 4,4 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які одержували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, під час закінчення дослідів була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 62,6 г на користь останніх.

Отже, найвищої маси тіла під час основного періоду дослідів досягала товарна форель, що споживала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж, найнижчої – дволітки, яким згодували корм із вмістом енергії на рівні 16 МДж. Суттєвої вірогідної різниці за показником маси тіла форелі, що споживала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 17, 18 і 19 МДж не встановлено.

Опис інтенсивності росту товарної форелі за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту (рис. 3.17).

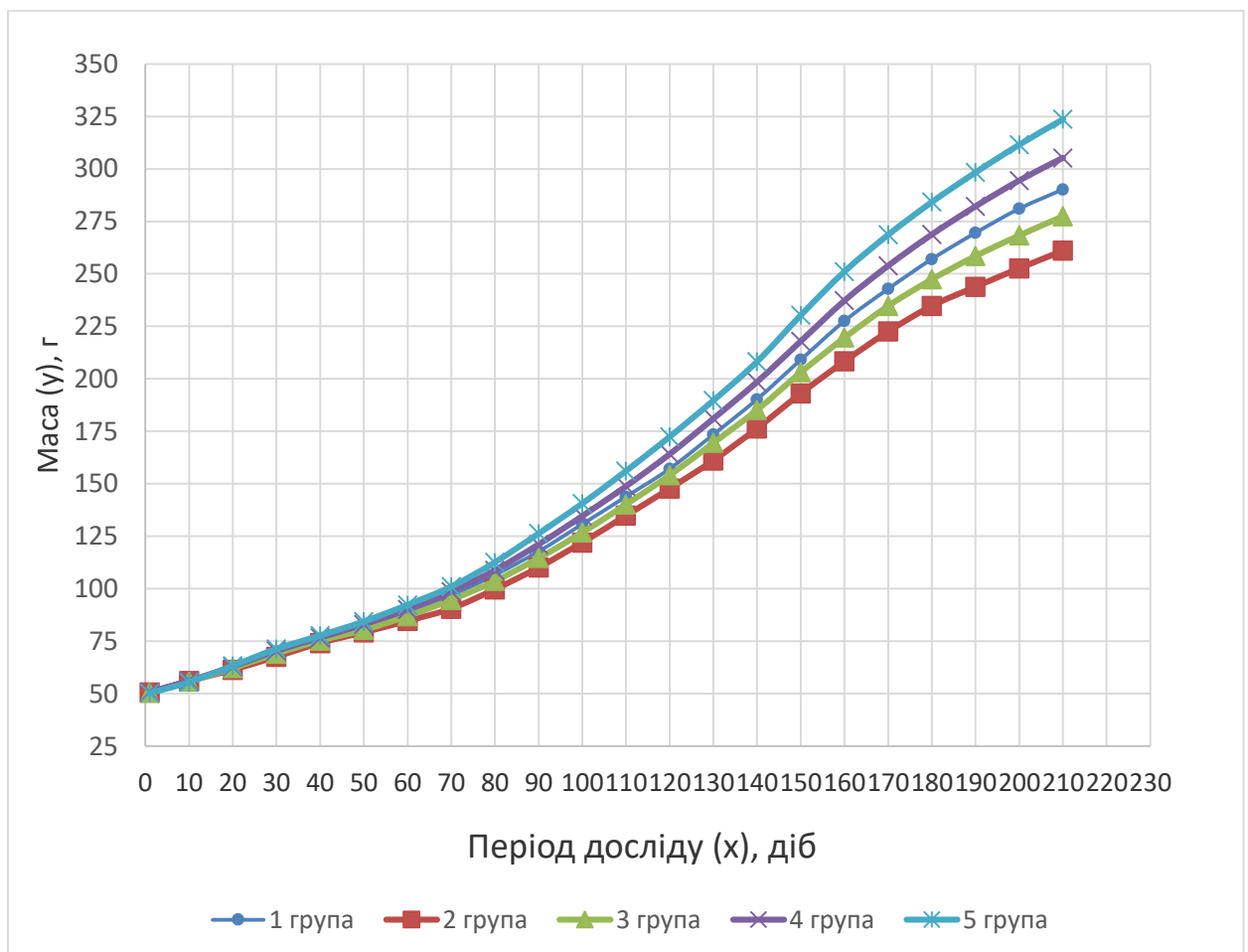


Рис. 3.17. Графічна модель інтенсивності росту товарної форелі за різного рівня енергетичного живлення

Описуючи ріст форелі математичною моделлю з нелінійною характеристикою встановлено, що у певний період росту товарної риби (x) залежно від рівня обмінної енергії у продукційному комбікормі можна спрогнозувати її масу (y):

1 група (18,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0032x^2 + 0,547x + 47,974 (R=0,9951);$$

2 група (16,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0027x^2 + 0,5203x + 47,654 (R=0,9935);$$

3 група (17,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0029x^2 + 0,5513x + 47,456 (R=0,9942);$$

4 група (19,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0035x^2 + 0,5674x + 47,656 (R=0,9953);$$

5 група (20,0 МДж ОЕ):

$$y = 0,0037x^2 + 0,6172x + 46,51 (R=0,9952).$$

За результатами дисперсійного аналізу отриманих даних (рис. 3.18) встановлено, що різний рівень енергетичного живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу тіла товарної форелі. Частка впливу згаданого фактора становить 84,6 %, що у 5,5 раза більше, ніж вплив інших пара- та генотипових чинників.

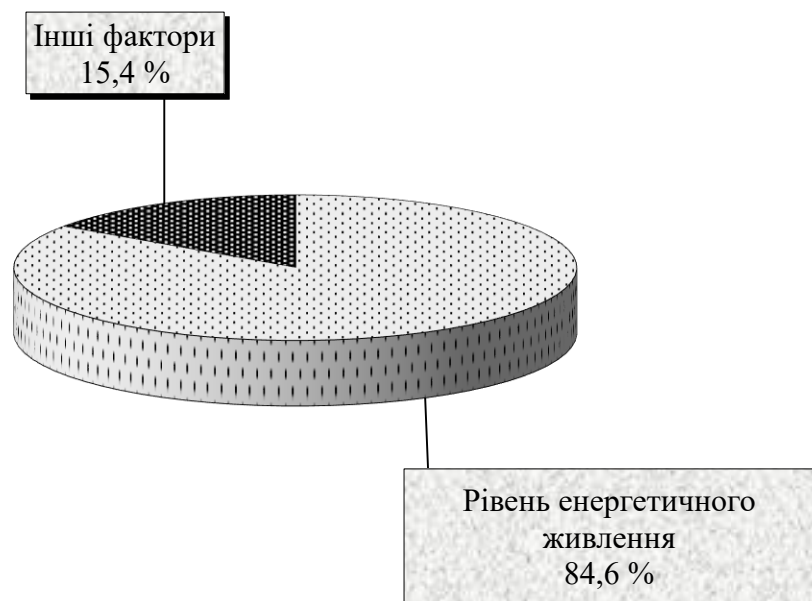


Рис. 3.18. Вплив рівня енергетичного живлення форелі на зміну її маси тіла

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла форелі, що споживала комбікорм із різним вмістом обмінної енергії (табл. 3.33), варто зауважити, що у зрівняльній період різниця між піддослідними екземплярами знаходилася в межах допустимої похибки.

Таблиця 3.33

Абсолютні прирости маси тіла товарної форелі за різного рівня енергетичного живлення, г, n=5000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3
11-20	7,4	5,3	6,4	6,8	7,8
21-30	7,0	6,3	6,9	7,5	8,0
31-40	6,2	6,5	6,2	6,3	6,4
41-50	6,1	5,1	5,1	6,3	6,7
51-60	6,6	5,4	6,6	7,1	7,9
61-70	7,9	5,9	7,7	8,5	8,7
71-80	9,7	9,2	9,0	10,2	11,6
81-90	11,2	10,4	10,9	12,3	13,7
91-100	13,0	11,9	12,2	13,5	14,3
101-110	13,1	12,8	13,4	14,2	15,5
111-120	13,3	12,9	13,9	15,3	16,3
121-130	16,3	13,4	15,4	16,9	17,3
131-140	16,8	15,3	15,7	17,5	18,5
141-150	18,8	16,6	17,9	19,4	22,1
151-160	18,5	15,3	16,5	19,3	20,8
161-170	15,3	14,2	15,1	16,6	17,5
171-180	14,2	12,2	12,7	14,9	15,6
181-190	12,5	9,1	11,1	13,4	14,1
191-200	11,5	8,8	9,8	12,3	13,2
201-210	9,2	8,4	9,1	10,8	12,1
Приріст за основний період досліджу (11-210 діб)	234,6	205,0	221,6	249,1	268,1

Проте з початком основного періоду дослід у цих показниках відзначено зміни. Зокрема, під час другої декади досліду форель 5-ї групи за абсолютними приростами маси тіла переважала аналогів контрольної групи на 5,4 %. Водночас форель 2-ї 3-ї груп поступалася перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 28,4 і 13,5 %.

У наступні 10 діб дослід абсолютний приріст маси тіла риби 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної, виявився вищим відповідно на 7,1 і 14,3 %. Піддослідні дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками контрольної за таким показником відповідно на 10,0 і 1,4 %. Різниця між аналогами 2- і 5-ї груп становила 27,0 %.

У четвертій декаді дослід найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися риби 2-ї групи, які споживали комбікорм із рівнем енергії 16 МДж, та які переважали аналогів з інших піддослідних груп на 1,6-4,8 %. У цей період щодо форелі 1- та 3-ї групи спостерігали однаковий приріст маси тіла – 6,2 г.

У наступний період (41-50 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялася форель 5-ї групи, що одержувала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж, тоді як найнижчими – аналогі 2- і 3-ї груп, яким задавали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж відповідно.

Упродовж шостої декади дослід найвищі показники абсолютних приростів маси тіла відзначено у дволіток 4- і 5-ї груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 7,6 і 19,7 %. У вказаний проміжок часу найнижчі абсолютні прирости маси тіла фіксували у ровесників 2-ї групи, які поступались перед контрольними аналогами на 18,2 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 2,5 г, або 46,3 % на користь останніх.

У період від 61 до 70 доби вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися також дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної відповідно на 7,6 і 10,1 %. Водночас форель 2-ї групи

поступалася за згаданим показником перед контрольними ровесниками на 25,3 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла форелі 2- і 5-ї груп у цей період становила 47,5 % на користь останніх.

Збільшення енергетичної цінності продукційних комбікормів для форелі позначилися на абсолютних приростах маси тіла і у наступний віковий період. Так, екземпляри 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж виділялися найвищими абсолютними приростами маси тіла, і переважали аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 19,6; 26,1; 28,9 та 13,7 %.

У заключну декаду третього місяця досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за цим показником збереглася й становила відповідно 9,8 і 22,3 %; разом із тим дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 7,1 та 2,7 %.

У наступні 10 діб досліду ситуація зі зміною абсолютних приростів маси тіла залишилась стабільною. Так, у риб 4- та 5-ї груп спостерігався вищий абсолютний приріст порівняно з аналогами 1-ї групи відповідно на 3,8 та 10,0 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 8,5 та 6,2 %.

У період від 101 до 110 доби вищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися дволітки, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж енергії (1-а група) відповідно на 8,4 та 18,3 %. Водночас піддослідна форель 2-ї групи незначно поступалася за цим показником контрольним ровесникам – лише на 2,3 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла риби 2- і 5-ї груп у вказаний період становила 21,1 % на користь останніх.

У наступний період відзначено збільшення показників абсолютного приросту маси тіла форелі усіх піддослідних груп. Зокрема, в останню декаду четвертого місяця досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за згаданим показником збереглася й становила

відповідно 15,0 і 22,6 %, тоді як дволітки 2-ї групи дещо поступалися перед останнім на 3,0 %.

На 12 декаді досліду особини 4- і 5-ї груп за абсолютними приростами маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 0,6 та 1,0 г. У цей час форель 2- і 3-ї груп поступалася за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 2,9 і 0,9 г. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп у зазначений період становила 3,9 г.

У період 131-140 доби досліду вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 (4-а група) і 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що споживали корм з рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група), відповідно на 4,2 і 10,1 %. Водночас форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 (2-а група) і 17 МДж (3-я група), поступалася за цим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж (1-а група) відповідно на 8,9 і 6,5 %. Різниця між показниками приростів маси тіла риби 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у вказаний період становила 20,9 %.

Під час останньої декади п'ятого місяця досліджень спостерігалися найвищі абсолютні прирости маси тіла товарної форелі. На нашу думку, це пояснюється наближенням температури води до оптимального її значення при вирощуванні райдужної форелі. Зокрема, у цей часовий період абсолютні прирости маси тіла форелі усіх піддослідних груп порівняно із попереднім періодом зросли на 8,5-19,5 %. Найвищі прирости були притаманними для товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 17,6; 33,1; 23,5 та 13,9 %.

Під час 16 декади досліду тенденція змін абсолютних приростів маси тіла піддослідної форелі збереглася. Так, у екземплярів 4- та 5-ї груп встановлено вищий абсолютний приріст порівняно з аналогами 1-ї відповідно на 4,3 та 12,4 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за таким показником відповідно на 17,3 та 10,8 %. Різниця між показниками

приростів маси тіла екземплярів 2- і 5-ї груп у цей період становила 5,5 г, або 35,9 %.

У період від 161 до 170 доби вищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися дволітки, що споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що отримували комбікорм із вмістом 18 МДж енергії (1-а група) відповідно на 8,5 та 14,4 %. Водночас піддослідна форель 3-ї групи за згаданим показником незначно поступалася перед контрольними ровесникам – лише на 1,3 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла форелі 1- і 2-ї груп у цей період становила 5,9 % на користь перших, а між аналогами 2- та 5-ї груп – 23,2 % на користь останніх.

На 17 декаді досліду дволітки 4- і 5-ї дослідних груп за абсолютними приростами маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 0,7 та 1,4 г. У цей час форель 2- і 3-ї груп за таким показником поступалася перед ровесникам 1-ї групи відповідно на 2,0 і 1,5 г. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період становила 3,4 г (27,9 %).

У період 181-190 доби досліду вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж, вони переважали аналогів, що споживали корм з рівнем обмінної енергії 18 МДж, відповідно на 7,2 і 12,8 %. Водночас форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалася за цим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж, відповідно на 27,2 і 11,2 %. Різниця між показниками приростів маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 54,9 %.

Під час 20-ї декади досліджень спостерігалось зменшення абсолютних приростів маси тіла товарної риби порівняно з попереднім періодом на 3,4-13,2 %. Так, у вказаний період найвищі прирости були характерні для товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з

інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 14,8; 50,0; 34,7 і 7,3 %.

Під час останніх 10 днів досліду тенденція змін абсолютних приростів маси тіла піддослідної форелі збереглася. Зокрема, в екземплярів 4- і 5-ї груп відзначено вищий абсолютний приріст порівняно з аналогами 1-ї групи відповідно на 17,4 та 31,5 %, тоді як ровесники 2-ї групи поступалися перед останніми за згаданим показником на 8,7 %. Суттєвої різниці між показниками приростів маси тіла риби 1- і 3-ї груп у цей період не встановлено.

Загалом, у середньому, за основний період досліду вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки форелі, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж обмінної енергії (1-а група), відповідно на 6,2 та 14,3 %. Водночас піддослідні риби, яким задавали корм із вмістом енергії 16 МДж (2-а група) і 17 МДж (3-а група) поступалася за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 12,6 і 5,5 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла форелі 2- і 5-ї груп за основний період досліду становила 30,8 % на користь останніх.

Різний рівень енергії у комбікормі, що отримувала риба, істотно позначившись на її масі, суттєво вплинув і на середньодобові прирости маси тіла (табл. 3.34). Так, якщо у зрівняльний період досліду середньодобові прирости у піддослідних аналогів майже не відрізнялися (0,53-0,55 г), то у подальшому, за впливу різного енергетичного живлення, вони змінювалися по-різному. Зокрема встановлено, що майже в усі періоди досліду форель, яка споживала енергетичніші корми, переважала за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм із меншою енергетичною цінністю. Так, у період з 11 по 20 добу досліду аналогі 5-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла переважали ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 5,4; 47,2; 21,9 і 14,7 %.

Під час третьої декади спостерігалася подібна ситуація. Так, риби 2- та 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалися контрольним аналогам відповідно на 10,0 та 1,4 %, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 7,1 та 14,3 %.

Таблиця 3.34

Середньодобові прирости маси тіла форелі, г, n=5000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,550	0,540	0,540	0,530	0,530
11-20	0,740	0,530	0,640	0,680	0,780
21-30	0,700	0,630	0,690	0,750	0,800
31-40	0,620	0,650	0,620	0,630	0,640
41-50	0,610	0,510	0,510	0,630	0,670
51-60	0,660	0,540	0,660	0,710	0,790
61-70	0,790	0,590	0,770	0,850	0,870
71-80	0,970	0,920	0,900	1,020	1,160
81-90	1,120	1,040	1,090	1,230	1,370
91-100	1,300	1,190	1,220	1,350	1,430
101-110	1,310	1,280	1,340	1,420	1,550
111-120	1,330	1,290	1,390	1,530	1,630
121-130	1,630	1,340	1,540	1,690	1,730
131-140	1,680	1,530	1,570	1,750	1,850
141-150	1,880	1,660	1,790	1,940	2,210
151-160	1,850	1,530	1,650	1,930	2,080
161-170	1,530	1,420	1,510	1,660	1,750
171-180	1,420	1,220	1,270	1,490	1,560
181-190	1,250	0,910	1,110	1,340	1,410
191-200	1,150	0,880	0,980	1,230	1,320
201-210	0,920	0,840	0,910	1,080	1,210
У середньому за основний період дослідження (11-210 діб)	1,173	1,025	1,108	1,246	1,341

У наступному віковому проміжку (31-40 доба) середньодобові прирости маси тіла аналогів 1-ї і 3-ї груп виявилися однаковими і поступалися за цим показником перед ровесниками 2-, 4- і 5-ї груп відповідно на 30; 10 і 20 мг.

Упродовж п'ятої декади досліду більшими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж, які за цим показником переважали контрольних, де задавали корм із вмістом енергії 18 МДж, відповідно на 3,3 і 9,8 %. Стосовно цього літока форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, спостерігався однаковий показник приросту і вони поступалися перед контрольними екземплярами за ним на 16,4 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей час досягла 160 мг, або 31,4 %.

У наступному віковому періоді перевага форелі 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 7,6 і 19,7 %. Разом із тим піддослідні риби 2-ї групи поступалися контрольним аналогам на 18,2 %.

Можна констатувати, що починаючи з другого місяця досліду розпочалося збільшення середньодобових приростів дволіток усіх піддослідних груп. Зокрема, у вказаний період, порівняно з попереднім, згаданий показник зріс на 9,2-19,7 %. У цей період перевага молоді 4- і 5-ї дослідних груп за середньодобовими приростами над контрольними ровесниками становила відповідно 7,6 і 10,1 %. Форель 2- і 3-ї груп за таким показником поступалася аналогам 1-ї групи відповідно на 25,3 та 2,5 %. Перевага ровесників 5-ї групи над особинами 2-ї за наведеним показником у цей час становила 280 мг.

На наступному етапі досліду (71-80 доба) ситуація не змінилася й перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла збереглася та становила відповідно

5,2 і 19,6 %, тоді як риби 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 5,2 і 7,2 %.

Під час дев'ятої декади досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися дволітки 4- і 5-ї груп, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж відповідно, та переважали аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 18 МДж, відповідно на 110 і 250 мг. Екземпляри 1-ї групи, перевершували за цим показником ровесників 2- і 3-ї груп на 80 та 30 мг відповідно.

У наступні десять діб досліду зміни середньодобових приростів маси тіла дволіток залишилися стабільними. Так, риби 4- і 5-ї груп виявляли вищий середньодобовий приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи відповідно на 3,8 та 10,0 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником відповідно на 8,5 та 6,2 %.

У період від 101 до 110 доби вищими середньодобовими приростами маси тіла виділялися дволітки, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж енергії (1-а група) відповідно на 110 та 240 мг. Водночас піддослідна форель 2-ї групи незначно поступалася за таким показником перед ровесниками 1- і 3-ї груп – відповідно на 30 і 60 мг. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період становила 270 мг на користь останніх.

У останню декаду четвертого місяця досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп за цим показником порівняно з ровесниками 1-ї групи збереглася й становила відповідно 200 і 300 мг, тоді як риби 2-ї групи дещо поступалися останнім - на 40 мг.

На 12 декаді досліду дволітки 4- і 5-ї дослідних груп за середньодобовими приростами маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 3,9 та 6,1 %. У цей час форель 2- і 3-ї груп поступалася за таким показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 17,8 і 5,5 %, а різниця між показниками маси тіла дволіток 2- і 5-ї дослідних груп становила 29,1 %.

У період 131-140 доби дослідів вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж; вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж, відповідно на 70 і 170 мг. Разом із тим форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалася за цим показником перед ровесниками, яким згодовували корм з рівнем обмінної енергії 18 МДж відповідно на 150 і 90 мг. Різниця між показниками приростів маси тіла риби, які отримували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно становила 320 мг.

Під час останньої декади п'ятого місяця досліджень спостерігалися найвищі середньодобові прирости маси тіла товарної риби. Зокрема, у цей часовий період середньодобові прирости маси тіла риби усіх піддослідних груп порівняно з попереднім періодом зросли на 130-360 мг. Найвищі прирости були характерними для товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідів) на 330; 550; 420 та 270 мг.

Упродовж 16 декади дослідів тенденція змін середньодобових приростів маси тіла піддослідної форелі збереглася. Так, стосовно риби 4- і 5-ї груп зафіксовано вищі середньодобові прирости маси тіла, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 4,3 та 12,4 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися останнім за таким показником відповідно на 17,3 та 10,8 %. Різниця між показниками приростів маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп у цей період становила 35,9 %.

У період від 161 до 170 доби вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися риби, що споживали корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж енергії (1-а група), відповідно на 130 та 220 мг. При цьому піддослідна форель 3-ї групи незначно поступалася за згаданим показником контрольним ровесникам – лише на 20 мг. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла риби 1- і 2-ї груп у цей період

становила 90 мг на користь перших, а між аналогами 2- та 5-ї груп – 330 мг на користь останніх.

На 17 декаді досліду дволітки 4- та 5-ї дослідних груп за середньодобовими приростами маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 4,9 та 9,9 %. Водночас форель 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 14,1 і 10,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, у вказаний період становила 340 мг.

У період 181-190 доби досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж, які переважали аналогів, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж, відповідно на 90 і 160 мг. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 17 МДж, поступалася за згаданим показником ровесникам, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж відповідно на 340 і 140 мг. Різниця між показниками приросту маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 і 20 МДж відповідно, у цей період становила 500 мг.

Упродовж 20-ї декади досліджень зі зменшенням абсолютних приростів закономірно зменшилися й середньодобові прирости маси тіла товарної риби. Так, у цей часовий період найвищі прирости виявилися у товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 170; 440; 340 і 90 мг.

Під час останніх десяти діб досліду тенденція змін середньодобових приростів маси тіла піддослідної форелі збереглася. Так, стосовно екземплярів 4- та 5-ї груп спостерігали вищий середньодобовий приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 160 та 300 мг, тоді як ровесники 2-ї групи поступалися останнім за таким показником на 80 мг. Різниця між показниками приросту маси тіла риби 2- і 5-ї груп у цей період становила 370 мг.

Загалом, за основний період дослідження вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки форелі, що отримували корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), які, у середньому, переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж обмінної енергії (1-а група) відповідно на 73 та 168 мг. Водночас піддослідні риби, що споживали корм із вмістом енергії 16 МДж (2-а група) і 17 МДж (3-а група) поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 148 і 65 мг. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла форелі 2- і 5-ї груп за основний період дослідження становила 316 мг на користь останніх.

Встановлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.19).

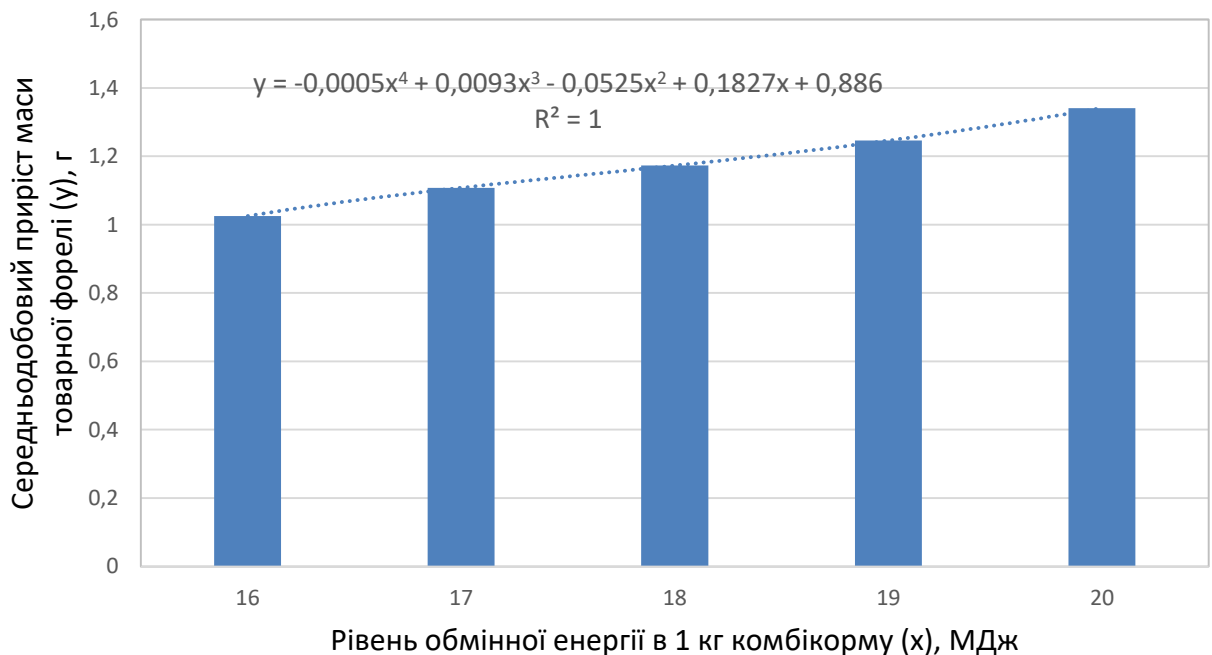


Рис. 3.19. Залежність між рівнем обмінної енергії у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі

Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,25$, $p<0,05$).

Характеризуючи інтенсивність росту райдужної форелі, яка споживала корм із різною енергетичною цінністю, варто зауважити, що у зрівняльний період дослідів різниця між піддослідними рибами за відносними приростами маси тіла у групах знаходилася у межах 0,2–0,5 % (табл. 3.35). Проте вже у період другої декади дослідів форель 5-ї групи за відносними приростами маси тіла переважала аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідів) на 0,6; 4,1; 2,3 і 1,7 %.

Подібна закономірність спостерігалася й у наступний період, коли найвищими відносними приростами маси тіла характеризувалися дволітки 5-ї дослідної групи, які переважали контрольних ровесників на 1,4 %. Піддослідні риби 1- і 3-ї груп за згаданим показником у цей період не відрізнялися.

У наступний віковий період (31-40 доба дослідів) найвищими відносними приростами маси тіла вирізнялися екземпляри 2-ї групи, які переважали ровесників інших груп у середньому на 0,65 %.

Під час п'ятої декади дослідів найнижчі відносні прирости маси тіла виявилися притаманними для форелі, яка споживала корм із цінністю 17 МДж обмінної енергії – 6,5 %. За цим показником вона поступалась ровесникам 1-, 2-, 4- та 5-ї груп відповідно на 1,2; 0,1; 1,4 та 1,8 %.

У віковому проміжку 51-60 доба форель 3-, 4- і 5-ї піддослідних груп перевершувала за відносним приростом маси тіла контрольних аналогів відповідно на 0,2; 0,5 і 1,2 %, тоді як ровесники 2-ї групи поступалися перед останніми на 1,1 %.

Із початком другого місяця дослідів дволітки 1-контрольної та 3-дослідної груп, з однаковим відносним приростом маси тіла, поступалися ровесникам з 4- і 5-ї груп за вказаним показником на 0,5 %, при цьому аналогі 2-ї групи поступалися перед першими на 1,8 %.

На наступному етапі дослідів ситуація не змінилася й перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за відносними приростами маси тіла збереглася й становила відповідно 0,3 і 1,4 %, тоді як дволітки 3-ї групи поступалися перед останніми на 0,4 %.

Показник відносного приросту маси тіла товарної форелі, %, n=5000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	10,4	10,1	10,2	9,9	10,0
11-20	12,5	9,0	10,8	11,4	13,1
21-30	10,5	9,8	10,5	11,2	11,9
31-40	8,5	9,2	8,6	8,6	8,6
41-50	7,7	6,6	6,5	7,9	8,3
51-60	7,7	6,6	7,9	8,2	8,9
61-70	8,5	6,7	8,5	9,0	9,0
71-80	9,5	9,7	9,1	9,8	10,9
81-90	10,0	9,9	10,0	10,7	11,5
91-100	10,5	10,2	10,1	10,6	10,7
101-110	9,5	10,0	10,0	10,0	10,4
111-120	8,8	9,1	9,4	9,8	9,9
121-130	9,9	8,7	9,5	9,8	9,6
131-140	9,2	9,1	8,8	9,2	9,3
141-150	9,4	9,0	9,2	9,3	10,1
151-160	8,5	7,6	7,8	8,5	8,6
161-170	6,5	6,6	6,6	6,8	6,7
171-180	5,7	5,3	5,3	5,7	5,6
181-190	4,7	3,8	4,4	4,9	4,8
191-200	4,2	3,5	3,7	4,3	4,3
201-210	3,2	3,3	3,3	3,6	3,8
Приріст за основний період дослідження (11-210 діб)	135,6	129,3	132,9	137,8	141,4

Упродовж дев'ятої декади дослідження вищими відносними приростами маси тіла характеризувалася форель 4- і 5-ї груп, яка отримувала комбікорм

із вмістом обмінної енергії на рівні 19 і 20 МДж відповідно, та переважала аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом енергії 18 МДж, відповідно на 0,7 і 1,5 %. У риби 1-, 2- і 3-ї груп у вказаний період віксували майже однакове значення цього показника.

У наступні десять діб досліду у форелі 5-ї групи відзначали найвищі показники відносного приросту маси тіла із переважанням ровесників з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 0,2; 0,5; 0,6 і 0,1 %.

У період від 101 до 110 доби відносні прирости маси тіла піддослідної риби 2-, 3- і 4-ї груп були однаковими і становили 10 %, тоді як аналогі 5-ї групи переважали їх на 0,4 %, а ровесники контрольної групи поступалися перед першими на 0,5 %.

В останню декаду четвертого місяця досліду форель контрольної групи за відносним приростом поступалася аналогам дослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 0,3; 0,6; 1,0 та 1,1%.

У наступні 10 діб найнижчим показником відносного приросту маси тіла характеризувалися дволітки 2-ї групи, які поступалися контрольним аналогам за згаденим показником на 1,2 %. У цей час у форелі 3-, 4- і 5-ї груп показник відносного приросту маси тіла знаходився у межах 9,5-9,8 %.

У період 131-140 доби досліду вищими показниками відносного приросту маси тіла вирізнялися дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж; вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем обмінної енергії 16, 17, 18 і 19 МДж, на 0,1-0,5 %.

В останній декаді п'ятого місяця досліджень найвищі прирости маси тіла виявилися у товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 0,7; 1,1; 0,9 та 0,8 %.

Упродовж 16 декади досліду у дволіток форелі 1-, 4- та 5-ї груп встановлено майже однакові відносні прирости маси тіла (8,5-8,6%), тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольним за цим показником відповідно на 0,9 та 0,7 %. Різниця між показниками приросту маси тіла особин 2- і 5-ї груп у вказаний період становила 1,0 %.

У період від 161 до 170 доби за показником відносного приросту маси тіла форель усіх піддослідних груп була близькою – показник коливався від 6,5 до 6,8 %.

На 18 декаді досліду дволітки 2- і 3-ї груп за відносним приростом маси тіла були практично однаковими і поступалися контрольним аналогам на 0,4 %. У цей час форель 4- і 5-ї груп за вказаними показниками майже не відрізнялася від ровесників 1-ї групи.

У період 181-190 доби досліду найнижчі відносні прирости маси тіла зафіксовано у форелі 2-ї групи, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 16 МДж, і які поступалися перед аналогами 1-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 0,9; 0,6; 1,1 і 1,0 %.

Упродовж 20 декади досліджень найвищі прирости були характерні для товарної форелі 4- і 5-ї груп, у яких цей показник знаходився на рівні 4,3 %.

Під час останніх десяти днів досліду дволітки 4- і 5-ї груп вирізнялися вищим відносним приростом маси тіла, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 0,4 та 0,6 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп переважали контрольних лише на 0,1 %. Різниця між показниками приросту маси тіла риби 2- і 5-ї груп у цей період становила 0,5 %.

Загалом, за основний період досліду вищими показниками відносного приросту маси тіла характеризувалася форель, якій згодовували корм із вмістом обмінної енергії на рівні 19 МДж (4-а група) та 20 МДж (5-а група), яка, у середньому, переважала аналогів, що отримували корм із вмістом 18 МДж обмінної енергії (1-а група), відповідно на 2,2 та 5,8 %. Водночас піддослідні риби, які споживали корм із вмістом енергії 16 МДж (2-а група) і 17 МДж (3-а група) поступалися за цим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 6,3 і 2,7 %. Різниця між показниками відносних приростів маси тіла форелі 2 і 5-ї груп за основний період досліду становила 12,1 % на користь останніх.

3.2.3.3. Витрати корму та збереженість

Аналіз витрат кормів засвідчує, що використання у годівлі дволіток форелі комбікорму із вмістом обмінної енергії 20 Мдж сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла (табл. 3.36).

Таблиця 3.36

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла, кг, n=5000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,684	0,701	0,699	0,716	0,708
11-20	0,576	0,782	0,657	0,625	0,549
21-30	0,726	0,779	0,727	0,682	0,647
31-40	0,892	0,828	0,882	0,884	0,881
41-50	0,979	1,127	1,144	0,956	0,914
51-60	1,180	1,372	1,155	1,112	1,023
61-70	1,073	1,344	1,077	1,016	1,017
71-80	0,962	0,949	1,009	0,934	0,850
81-90	0,999	1,007	1,000	0,936	0,876
91-100	0,956	0,975	0,988	0,948	0,935
101-110	1,044	1,001	0,995	0,996	0,957
111-120	1,123	1,088	1,054	1,020	1,005
121-130	1,011	1,143	1,046	1,018	1,042
131-140	1,019	1,038	1,062	1,021	1,013
141-150	1,001	1,047	1,022	1,011	0,938
151-160	1,107	1,226	1,198	1,107	1,087
161-170	1,191	1,176	1,166	1,147	1,152
171-180	1,358	1,443	1,462	1,353	1,367
181-190	1,618	2,010	1,747	1,579	1,587
191-200	1,467	1,723	1,643	1,437	1,416
201-210	1,893	1,865	1,830	1,696	1,605
У середньому за основний період дослідів (11-210 діб)	1,140	1,208	1,171	1,113	1,083

Зокрема, витрати корму на одиницю приросту маси тіла за основний період досліду були нижчими у товарних дволіток 5-ї групи відповідно (за схемою досліду) на 0,057; 0,125; 0,088 і 0,03 кг.

Встановлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для райдужної форелі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла описується поліноміальною лінією тренду із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.20). Водночас кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,17$).

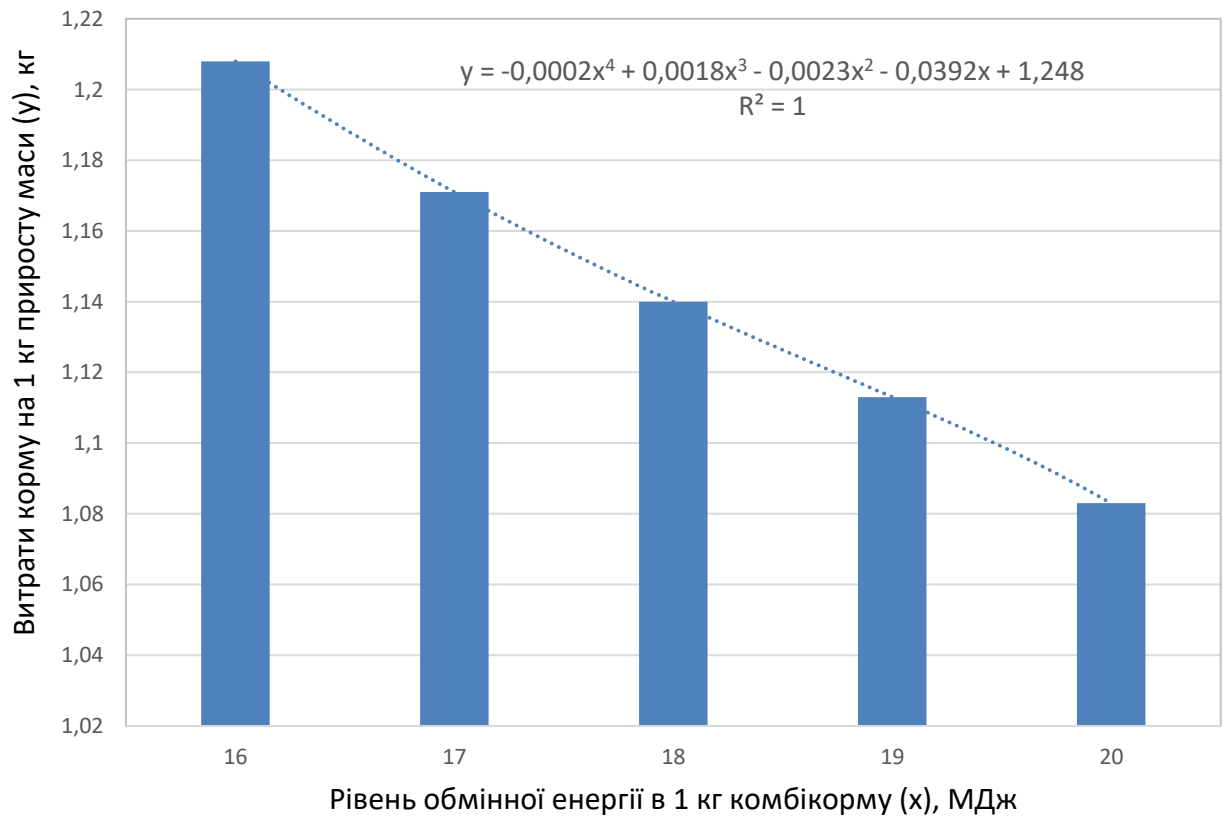


Рис. 3.20. Залежність між рівнем обмінної енергії у продукційному комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла

Збереженість піддослідної риби впродовж усього досліду була достатньо високою і становила від 93,1 до 94,5 % (табл. 3.37).

Збереженість товарної форелі, % від кількості на початок дослідів, n=5000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	99,6	99,8	99,7	99,7	99,6
20	99,3	99,6	99,5	99,4	99,4
30	98,9	99,2	99,2	99,3	99,2
40	98,5	98,9	98,8	99,0	98,9
50	98,2	98,5	98,6	98,8	98,6
60	98,0	98,3	98,3	98,5	98,4
70	97,6	98,1	98,0	98,1	98,1
80	97,1	97,8	97,8	97,9	97,9
90	96,7	97,3	97,4	97,6	97,7
100	96,3	97,0	97,1	97,4	97,6
110	96,0	96,8	97,0	97,0	97,3
120	95,8	96,4	96,8	96,7	97,0
130	95,6	96,1	96,5	96,5	96,8
140	95,2	95,7	96,2	96,2	96,4
150	94,8	95,5	95,9	96,0	96,1
160	94,4	95,2	95,7	95,9	95,9
170	94,1	94,9	95,5	95,6	95,7
180	93,9	94,6	95,1	95,3	95,5
190	93,7	94,4	94,9	95,0	95,2
200	93,4	94,2	94,7	94,8	95,1
210	93,1	93,9	94,4	94,5	94,9

Звідси можна констатувати той факт, що суттєвої різниці між показниками збереженості товарної форелі і вмістом енергії у комбікормі, який вона споживала під час вирощування, у проведених дослідженнях не встановлено.

3.2.3.4 Гематологічні та біохімічні показники крові

Одними з основних чинників, що впливають на інтенсивність росту риби, визнано дотримання оптимальних умов вирощування та повноцінної збалансованої годівлі.

Основним завданням товарного форелівництва визначено вирощування риби в найбільш оптимальний проміжок часу з мінімальними витратами.

Раціональне використання поживних речовин комбікормів дозволить отримати якісну товарну продукцію у короткі терміни.

Одним з основних завдань дисертаційної роботи стало дослідження морфологічних і біохімічних компонентів крові за згодовування комбікормів з різною енергетичною цінністю, що має важливе значення для оцінки якості годівлі.

Як відомо, кров є чутливим і інформативним індикатором стану організму, швидко реагує на зміни як екзогенних, так і ендогенних чинників. Динаміка біохімічних показників може слугувати маркером стану організму риби, характеризувати якість годівлі, дозволяє отримати додаткові дані щодо фізіологічного стану риби. Окрім цього, проблемі годівлі належить важливе місце за надання оцінки економічної ефективності виробництва.

Гематологічні показники. З метою характеристики загального стану організму райдужної форелі було проведено дослідження гематологічних і біохімічних показників крові, залежно від умов її енергетичного живлення.

Результати дослідження метаболітів крові з метою контролю функціонального стану організму форелі, залежно від впливу досліджуваного фактора, виявилися наступними (табл. 3.38).

Таблиця 3.38

Гематологічні показники крові райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Еритроцити, Т/л	1,12±0,08	1,08±0,04	1,10±0,02	1,15±0,06	1,21±0,09
Гемоглобін, г/л	112±3,18	110±3,21	111±3,42	116±4,01	121±4,18
Лейкоцити, г/л	22,6±0,10	21,8±0,14	22,0±0,18	22,9±0,21	23,3±0,29
Фагоцитарна активність, %	46,2±2,12	45,9±1,96	46,0±2,01	46,3±1,98	46,8±2,03

Порівняльний аналіз гематологічних показників за умов впливу різного енергетичного живлення засвідчив незначні зміни у гематологічних показниках райдужної форелі, які не мають вірогідної різниці.

Експериментальні і клінічні дані вказують на те, що особливе значення у регуляції кровотворення та перерозподілу елементів крові має гіпоталамічна область проміжного мозку, яка здійснює свій вплив через гіпофіз і центри вегетативної нервової системи.

Відомо, що кількість еритроцитів та гемоглобіну в крові риби залежить від виду, породи, фізіологічного стану, умов годівлі та утримання, статі тощо. За їхнім вмістом можна оцінювати фізіологічний стан організму риби.

Наведені дані показали, що з підвищенням або зниженням обмінної енергії у комбікормах райдужної форелі концентрація гемоглобіну та еритроцитів у крові дещо змінюється, порівняно з аналогами контрольної групи.

Так, вміст гемоглобіну у крові форелі 2- і 3-ї груп виявився відповідно на 2,0 г/л і 1,0 г/л меншим, ніж у крові риби контрольної групи. Аналогічна ситуація спостерігалася і за вмістом еритроцитів у їх крові. Зокрема, при зниженні вмісту обмінної енергії (до 16 та 17 МДж/кг) у комбікормах форелі 2- та 3-ї груп кількість еритроцитів у крові знизилась на 3,6 та 1,8 % відповідно порівняно з особинами контрольної групи.

Зниження енергетичного живлення райдужної форелі порівняно з контролем викликало також незначне зменшення кількості лейкоцитів у крові до 21,8 г/л (у риби 2-ї групи) та 22,0 г/л – аналогів 3-ї групи.

Використання комбікормів у годівлі райдужної форелі з підвищеним вмістом обмінної енергії до 19,0 МДж/кг (4-а група) та 20,0 МДж/кг (5-а група) супроводжувало незначне зростання формених елементів крові. Так, вміст еритроцитів у риби 4- та 5-ї дослідних груп зафіксовано більшим на 0,03-0,09 Т/л порівняно з аналогами контрольної групи.

Аналогічна закономірність відзначена і за вмістом гемоглобіну та лейкоцитів у крові піддослідної риби. Вміст гемоглобіну у крові форелі 4- та 5-ї дослідної груп був на 3,6 та 8,0 % вищим порівняно з аналогічним показником контролю. Рівень лейкоцитів при цьому також зростав і становив у риби 4-ї групи – 22,9 г/л, 5-ї групи – 23,3 г/л, тоді як у аналогів контрольної групи він знаходився на рівні 22,6 г/л.

Проте за фагоцитарною активністю нейтрофілів у крові піддослідної риби спостерігається незначне коливання показників, що вказує на незалежність такої досліджуваного чинника. Так, фагоцитарна активність нейтрофілів у крові піддослідної форелі усіх груп знаходилася в межах фізіологічної норми і становила 46,2 % у контролі та 45,9-46,8 % у риби дослідних груп.

Таким чином за проведеними дослідженнями показників крові райдужної форелі можна стверджувати, що їхній рівень перебував у межах фізіологічної норми та не залежав від дослідного фактора.

Біохімічні показники крові. Вивчення біохімічних показників сироватки крові надає можливість одержати додаткові дані про фізіологічний статус організму риби. Біохімічні показники крові райдужної форелі визначали у кінці досліду (табл. 3.39). Результати проведених досліджень свідчать, що споживання комбікормів райдужною фореллю з різним вмістом обмінної енергії під час її вирощування позначається на біохімічному складі крові. Так, споживання комбікормів фореллю з рівнем обмінної енергії 19 та 20 МДж/кг, порівняно з контрольною групою, викликало підвищення вмісту в крові риби загального білка на 3,7 г/л та 6,3 г/л відповідно, глобулінів, зокрема α_2 – на 3,9-7,5 % ($p < 0,05$) та γ – на 3,1-4,8 % ($p < 0,05$), глюкози – на 1,3 ммоль/л і 1,6 ммоль/л відповідно. Варто зазначити, що при цьому одночасно спостерігалось зниження вмісту в крові альбумінів на 0,8 % і 2,8 %, аланінамінотрансферази на 3,4-3,5 U/L ($p < 0,05$), аспаратамінотрансферази – на 3,5-5,0 U/L ($p < 0,01$).

Встановлено, що вирощування райдужної форелі 2- і 3-ї груп на повнораціонних комбікормах зі зниженим вмістом обмінної енергії, порівняно з контролем, суттєво не впливало на кількість загального білка, альбумінів, зокрема α , β та аспаратамінотрансферази. Разом із тим, у крові риби згаданих груп підвищувався вміст γ -глобулінів на 4,6-5,4 % і зменшувався вміст α -глобулінів на 0,3-0,6 % та аланінамінотрансферази – на 3,7-4,2 U/L.

Біохімічний профіль крові райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Загальний білок, г/л	62,9±1,52	62,1±1,32	63,8±1,41	66,6±1,61	69,2±1,45*
Альбуміни, г/л	25,1±2,03	24,8±1,82	25,0±2,01	24,9±1,93	24,4±1,87
Глобуліни, г/л:					
α-глобуліни	12,91±0,44	12,88±0,41	12,84±0,38	13,42±0,39	13,88±0,41
β - глобуліни	13,82±0,52	13,75±0,48	13,79±0,51	14,0±0,47	13,98±0,36
γ-глобуліни	11,57±0,38	12,1±0,29**	12,2±0,31**	11,93±0,28*	12,13±0,31*
Білковий коефіцієнт	0,63±0,02	0,62±0,01	0,61±0,03	0,61±0,01	0,63±0,02
Аланінаміно-трансфераза, U/L	55,4±1,77	51,7±2,02	51,2±2,03	50,0±1,46*	50,9±1,63
Аспартатаміно-трансфераза, U/L	85,6±2,05	84,0±4,92	78,7±2,12*	78,1±2,07*	78,6±2,09*
Глюкоза, ммоль/л	3,9±0,01	4,0±0,02	4,08±0,03	5,2±0,04	5,5±0,07
Креатин, мг%	0,52±0,01	0,51±0,01	0,50±0,01	0,52±0,01	0,51±0,01
Кальцій загальний, ммоль/л	2,5±0,1	2,6±0,1	2,7±0,2	3,1±0,1	3,4±0,1
Фосфор неорганічний, ммоль/л	3,4±0,2	3,4±0,3	3,4±0,4	3,6±0,2	3,8±0,2
Залізо, ммоль/л	25,4±1,8	25,2±1,6	24,9±1,7	25,0±1,9	25,5±1,6

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Важливими індикаторами функціонального стану печінки є активність трансаміназ (аланін-, аспартатамінотрансфераза) сироватки крові. Встановлено, що активність аланінамінотрансферази райдужної форелі контрольної групи, якій згодували комбікорм із вмістом обмінної енергії 18 МДж/кг, була найвищою і становила відповідно 55,4 U/L. Різниця за цим показником була вірогідною між показниками особин контрольної і 4-ї групи (p<0,05). Найвища активність аспартатамінотрансферази (85,6 U/L) виявлена у крові риби контрольної групи, при цьому форель 3-ї групи за

згаданим показником поступалася аналогам контрольної групи на 6,9 U/L.

Вказана різниця є статистично вірогідною.

Швидкість ферментних реакцій залежить і від концентрації мінеральних елементів. Зокрема, особлива увага належить вмісту у крові кальцію і фосфору. Результати проведених досліджень показали підвищення мінерального статусу крові за годівлі риби кормами з підвищеним вмістом обмінної енергії. Так, вміст кальцію у крові риби 4- і 5-ї дослідних груп був на 24,0-36,0 % більшим порівняно з контролем. Вміст фосфору при цьому також зростав і становив в межах 3,6-3,8 ммоль/л.

Залізо – один із показників, який характеризує стан імунної системи організму риби. Елемент бере участь у процесах сполучення, перенесення та передачі життєво необхідного рибам кисню, допомагає крові насичувати ним органи і тканини. Йони заліза входять до складу молекул міоглобіну і гемоглобіну, забарвлюючи кров у червоний колір. Залізо бере також участь у процесах тканинного дихання, відіграє важливу роль у кровотворенні.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що в усіх риб піддослідних груп вміст заліза в крові знаходився у межах фізіологічної норми, що вказує на їх високий фізіологічний статус.

Результатами проведених досліджень також встановлено, що підвищення чи зниження енергетичного живлення райдужної форелі суттєво не впливає на концентрацію лейкоцитів та співвідношення паличкоядерних нейтрофілів (табл. 3.40).

Встановлено, що згодовування форелі повнораціонних комбікормів із підвищеним вмістом обмінної енергії, порівняно з контролем, викликало зниження вмісту лімфоцитів та моноцитів. Так, згодовування рибам комбікорму з вмістом обмінної енергії 19,0 МДж/кг сприяло зниженню лімфоцитів на 6,0 % і моноцитів – на 1,54 %.

Вирощування форелі на комбікормах із вмістом обмінної енергії на рівні 20,0 МДж/кг (5-а група) супроводжувалося зниженням вмісту в крові лімфоцитів до 56,4 %, тоді як вміст моноцитів знаходився на рівні контролю і

становив 17,9 %. Різниця за вмістом лімфоцитів у крові форелі статистично вірогідна ($p < 0,01$).

Таблиця 3.40

Лейкоцитарна формула та вміст загальних ліпідів у крові райдужної форелі, $n=5$

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Лейкоцити, Г/л	22,6±0,10	21,8±0,14	22,0±0,18	22,9±0,21	23,3±0,29
Нейтрофіли, %	19,6±0,17	19,2±0,21	19,3±0,20	19,9±0,31	20,0±0,39
Поліморфно-ядерні лейкоцити, %	3,4±0,13	3,3±0,10	3,4±0,12	3,6±0,19	3,5±0,18
Лімфоцити, %	61,6±0,93	50,9±1,08***	51,4±1,12***	55,6±1,06**	56,4±0,85**
Моноцити, %	18,04±0,15	14,4±0,22***	14,0±0,31***	16,5±0,19***	17,9±1,12
Загальні ліпіди, ммоль/л	4,0±0,04	4,1±0,02	4,2±0,01	4,6±0,03	4,9±0,05

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

Аналогічна закономірність за вищезгаданими показниками крові спостерігалася й за зниження вмісту обмінної енергії в комбікормах риби 2- і 3-ї груп. Так, вміст лімфоцитів і моноцитів у крові райдужної форелі згаданих груп був відповідно на 10,7-10,2 % та 3,64-4,04 % меншим, ніж у контролі ($p < 0,001$).

Ліпідний обмін в організмі риби достатньо об'єктивно характеризується за вмістом загальних ліпідів сироватки крові. Відзначено, що зниження вмісту обмінної енергії в комбікормах форелі 2- і 3-ї груп, порівняно з контролем, незначно підвищувало вміст загальних ліпідів – до 4,1-4,2 ммоль/л.

Подібна ситуація виявилася із підвищенням енергетичного живлення райдужної форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що супроводжувалося зростанням вмісту загальних ліпідів відповідно на 0,6 ммоль/л і 0,9 ммоль/л порівняно з аналогічними показниками ровесників контрольної групи.

Отже, підвищення чи зниження енергетичного живлення райдужної форелі до досліджуваних рівнів у період вирощування істотно не впливає на основні біохімічні показники крові.

Узагальнюючи результати з вивчення змін продуктивності, деяких показників обміну речовин у райдужної форелі, можна стверджувати, що лише оптимальні норми обмінної енергії дозволяють одержувати товарну рибу з бажаними продуктивними ознаками та функціональними можливостями.

3.2.3.5. Морфологічний склад тіла форелі

Риба і рибні товари належать до стратегічно важливих продуктів, що посідають вагоме місце в біологічно повноцінному раціоні населення та мають здатність регулювати холестериновий обмін в організмі людини, підвищувати стійкість його до серцево-судинних захворювань. У тілі риби від природи закладена величезна кількість корисних компонентів: поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, найбагатший набір мінеральних речовин, що включає всі життєво необхідні макро- і мікроелементи. Вона являє собою джерело повноцінного білка, який повніше засвоюється організмом людини за рахунок збалансованого вмісту незамінних амінокислот. За вмістом метіоніну рибі належить одне з перших місць серед білкових продуктів тваринного походження.

Суттєве розширення асортименту рибних продуктів в умовах сировинної бази, що склалася в Україні, може бути досягнуто за рахунок максимального використання прісноводної риби. Серед переваг прісноводної аквакультури виділяються швидкий ріст риби, відносно низькі витрати кормів, високі репродуктивні властивості об'єктів. Усе це сприяє оптимізації сировинної бази рибної промисловості, зниженню собівартості рибних продуктів та забезпечує їх конкурентоспроможність на ринку України.

Питаннями визначення показників якості м'яса райдужної форелі опрацьовувалися багатьма авторами. Встановлено, що всі технологічні показники і харчова цінність м'яса риби залежать від фізіологічного стану та

умов вирощування. Тому дослідження показників харчової цінності райдужної форелі залежно від умов годівлі нині на часі та актуальні.

Розмірно-масові характеристики. Відомо, що рівень обмінної енергії та сирого протеїну виступають одними із найвагоміших факторів впливу на інтенсивність розвитку тканин та біосинтетичні процеси в організмі риби, впливаючи таким чином як на рівень продуктивності, так і на обмін інших сполук.

Масовий склад риби, тобто співвідношення частин тіла риби, вважається однією з важливих характеристик для розробки норм витрати сировини і виходу готової продукції.

З метою раціонального використання рибної сировини та встановлення норм виходу напівфабрикатів і готової продукції було проведено вивчення масового складу райдужної форелі, залежно від впливу паратипових факторів, зокрема умов годівлі.

Результати проведених досліджень свідчать, що різний рівень обмінної енергії в комбікормах для райдужної форелі під час вирощування по-різному впливає на її товарні якості (табл. 3.41).

Аналіз даних щодо масового складу райдужної форелі вказує на певну стабільність відносної маси шкіри та внутрішніх органів. За досягнення високих показників маси тіла спостерігається зростання відносної маси м'язової тканини та деяке зниження виходу неїстівних частин (5-а група). У свою чергу це призводить до зростання виходу їстівних частин. Різниця між контролем та показниками 5-ї групи статистично вірогідна ($p < 0,001$).

У цілому встановлено, що із збільшенням маси тіла дволіток форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає.

Значно повніша характеристика морфологічного складу форелі, вирощеної із використанням комбікормів різної енергетичної поживності отримана при вивченні маси внутрішніх органів (табл. 3.42).

Аналіз одержаних даних виявив зміни внутрішніх органів залежно від вмісту обмінної енергії в експериментальних комбікормах. Згодовування

рибі комбікорму з вмістом (20 МДж/кг) обмінної енергії зумовило достовірні зміни маси тіла, внутрішніх органів, зокрема серця, печінки, нирок.

Таблиця 3.41

Товарні якості райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Маса голови, г	48,2± 2,13	43,86± 1,96	44,4± 3,04	51,2± 4,36	54,3± 3,65
Маса плавників, г	18,1± 1,87	16,97± 1,98	55,5± 2,06	19,8± 1,21	20,9± 0,96
Маса кісток, г	19,3± 0,98	17,49± 1,06	18,59± 1,10	20,6± 1,32	22,1± 0,87
Маса м'язової тканини, г	151,8± 6,98	135,47± 7,03	141,53± 6,74	159,6± 5,62	171,6± 3,21*
Маса шкіри, г	19,74± 1,02	17,75± 2,01	18,87± 1,99	20,84± 1,24	21,08± 1,03
Маса внутрішніх органів, г	16,26± 0,98	14,62± 0,78	13,88± 1,01	17,03± 1,03	18,38± 0,87
Маса їстівних частин, г	174,18± 5,23	151,96± 6,85*	166,5± 7,02	199,36± 6,54*	217,52± 6,24***
Вихід їстівних частин, %	60,0± 3,01	58,2± 3,69	59,3± 3,87	65,3± 2,01	67,2± 2,67*
Маса неїстівних частин, г	116,12± 3,21	109,14± 3,47	109,1± 4,65	105,94± 2,45*	106,18± 2,33*
Вихід неїстівних частин, %	40,0± 1,97	41,8± 2,06	40,7± 1,99	34,7± 1,09*	32,8± 1,41*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

Використання у годівлі райдужної форелі комбікормів із підвищеним вмістом обмінної енергії призвело до достовірної зміни маси кишківника. У результаті проведеного аналізу морфологічного складу тіла райдужної форелі встановлено, що зростання кількості обмінної енергії у комбікормах риби до 19 МДж/кг (4-а група) і 20 МДж/кг (5-а дослідна група) призводить до збільшення маси кишківника на 5,0 % і 13,3 % порівняно з аналогічним показником контролю. При цьому різниця статистично вірогідна ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

Маса внутрішніх органів дволіток райдужної форелі, г, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Серце	0,95±0,005	0,79±0,002***	0,81±0,04***	1,02±0,07***	1,10±0,005***
Печінка	4,03±0,09	3,68±0,04***	3,44±0,04**	4,26±0,11	4,60±0,06***
Нирки	1,81±0,24	1,62±0,22	1,54±0,33	1,87±0,21	2,02±0,18
Шлунок	4,28±0,63	3,99±0,42	3,61±0,39	4,43±0,29	4,83±0,36
Кишківник	5,19±0,14	4,34±0,13	4,48±0,27	5,45±0,11*	5,88±0,13**

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з 1-ю групою.

Хімічний склад м'яса райдужної форелі. Важливим критерієм вибору раціональних способів використання і переробки рибної сировини виступає її хімічний склад. Саме він визначає харчову та біологічну цінність риби (табл. 3.43).

Таблиця 3.43

Хімічний склад м'язової тканини дволіток райдужної форелі, %, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Вода	72,8±1,03	76,4±1,12*	73,6±1,08	72,5±1,11	71,9±1,25
Суха речовина	27,2±0,92	23,6±0,88*	26,4±0,82	27,5±0,74	28,1±0,91
Сирий протеїн	19,8±0,77	19,0±0,78	19,5±0,67	22,3±0,74*	24,1±1,05*
Сирий жир	4,13±0,18	3,82±0,14	3,95±0,14	4,02±0,17	4,58±0,07*
Зола	1,44±0,14	0,78±0,06	1,54±0,11	1,59±0,13	1,67±0,09
Кальцій	0,55±0,08	0,57±0,09	0,61±0,11	0,77±0,12	0,82±0,05*
Фосфор	0,12±0,01	0,10±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,15±0,01

*p<0,05 порівняно з 1-ю групою.

Відомо, що найстабільнішими показниками хімічного складу м'яса риби є вміст сирого протеїну, ліпідів та вуглеводів.

Результати проведених досліджень свідчать, що різний рівень обмінної енергії в комбікормах для дволіток райдужної форелі під час їх вирощування

зумовлює помітні зміни у хімічному складі її м'яса. Зокрема, підвищення рівня обмінної енергії у комбікормах призводить до підвищення вмісту основних хімічних компонентів.

За вмістом вологи в м'ясі риби виявлено деякі відмінності. Так, у м'ясі риби контрольної групи вміст води становив 72,8 %, а в дослідних групах коливався в межах 71,9–76,4 %. Водночас варто зауважити, що зменшення кількості обмінної енергії в комбікормі від 18 МДж/кг (контрольна група) до 16 МДж/кг (2-а дослідна група) сприяло зростанню вмісту вологи в м'ясі риби на 3,6 % ($p < 0,05$).

Аналогічна закономірність спостерігалася і у показниках м'яса риби форелі 3-ї дослідної групи за енергетичного живлення таких 17 МДж/кг. Так, вміст води у м'ясі форелі 3-ї дослідної групи становив 73,6 %, що на 0,8 % більше порівняно з аналогами контролю. Зазначена різниця статистично невірогідна.

Із підвищенням рівня обмінної енергії у комбікормах райдужної форелі від 18 МДж/кг (1-а група) до 19 (4-а група) та 20 МДж/кг (5-а група) вміст води у м'ясі знижувався від 72,8 % до 72,5 і 71,9 % або порівняно з контрольною групою на 0,3-0,9 %.

Таким чином, у результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що зростання рівня енергетичного живлення райдужної форелі до 19-20 МДж/кг сприяє зменшенню кількості вологи та, як наслідок, збільшенню накопичення сухої речовини у м'ясі.

Дані про хімічний склад свідчать про залежність між показниками сухої й органічної речовини в м'ясі риби. Зокрема, зі збільшенням або зменшенням сухої речовини у м'ясі вміст органічної речовини в ньому відповідно збільшується або зменшується. Основна маса органічної речовини м'яса риби припадає на частку протеїну та жиру.

За хімічною природою білки – це високомолекулярні органічні сполуки, які в живій природі зустрічаються переважно в колоїдному стані. Вони надзвичайно чутливі до різних хімічних і фізичних впливів. Білки в організмі легко вступають в хімічні реакції як між собою, так і з

мінеральними речовинами, ліпідами, вуглеводами, органічними кислотами тощо. Структура білків і особливості їх хімічного складу визначаються вмістом у них вуглецю, кисню, водню, азоту та сірки.

Проведеними експериментальними дослідженнями встановлено вплив енергетичного живлення райдужної форелі на накопичення сирого протеїну у м'ясі. Зокрема, його вміст в м'ясі форелі контрольної групи становив 19,8 %, у м'ясі аналогів дослідних груп – коливався в межах від 19,0 до 24,1 %. Величина показника 2- і 3-ї дослідних груп порівняно з 1-ю, суттєво не відрізнялася. Вміст протеїну в м'ясі риби 4- і 5-ї дослідних групи перевищував рівень контрольної групи на 2,5-4,3 %. Встановлена різниця статистично вірогідна ($p < 0,05$).

Найбільший вміст білків (24,1%) відзначено в м'ясі риби 5-ї дослідної групи, яким згодовували комбікорми з підвищеним (до 20 МДж/кг) вмістом обмінної енергії. Різниця з показниками контрольної групи статистично вірогідна ($p < 0,05$).

Вирощування райдужної форелі на комбікормах із зниженим вмістом обмінної енергії (2- і 3-ї груп) спричинило незначне зниження вмісту сирого протеїну у м'язовій тканині. Так, вміст сирого протеїну у м'язах риби 2- і 3-ї груп виявився на 0,5-0,8 % меншим порівняно з аналогічним показником у риби контрольної групи.

Аналогічна закономірність при цьому спостерігалася й за вмістом жиру. Як відомо, жири риби легко засвоюються, характеризуються переважним вмістом ненасичених жирних кислот, включаючи незамінні, які забезпечують ефективний ліпідний обмін, еластичність капілярів, зниження вмісту холестерину у крові людини тощо.

Встановлено, що різні рівні годівлі товарної райдужної форелі позначилися на вмісті жиру у їхньому м'ясі. Зокрема, збільшення рівня обмінної енергії в раціонах дволіток сприяло зростанню вмісту жиру в м'ясі від 4,13 % (1-а контрольна група) до 4,58 % (5-а дослідна група). Так, вміст жиру у м'ясі риби 5-ї дослідної групи був найбільшим (4,58 %), або на 0,45 % переважав цей показник аналогів контрольної групи ($p < 0,05$).

Забезпечення риби обмінною енергією на рівні 16 МДж/кг (2-а дослідна група) та 17 МДж/кг (3-я дослідна група) зумовило зниження вмісту сирого жиру у м'ясі. Вміст жиру у м'ясі риби згаданих груп знаходився в межах 3,82-3,95%, що на 0,18-0,31% менше порівняно з контролем. Хоча вказана різниця не була статистично вірогідною.

Отже, при підвищенні енергетичної цінності раціонів райдужної форелі відбувалося вірогідне підвищення вмісту жиру в м'ясі.

Паралельно із збільшенням вмісту органічної речовини у м'ясі форелі дослідних груп визначено також збільшення вмісту золи. У м'ясі риби контрольної групи показник становив 1,44 %, у аналогів дослідних груп – 0,78-1,67 %. У м'ясі риби 5-ї дослідної групи виявлено найбільший вміст золи, який перевищує показник аналогів 1-ї контрольної групи на 0,23 %. Вміст золи у м'ясі риби 2-ї дослідної групи, порівняно з контрольною, зафіксовано нижчим на 0,66 %. Відносно контролю вказана різниця статистично невірогідна.

Крім того, у м'ясі риби 3-ї групи, живлення якої здійснювалося комбікормами із зниженим вмістом обмінної енергії, мало місце підвищення вмісту золи. Так, цей показник встановлено на 0,1 % більшим порівняно з контролем.

Вплив енергетичного живлення форелі на обмін речовин, зокрема мінеральних елементів, підтверджує думку про організм риби як цілісну та зрівноважену систему. У дослідженнях виявлено деякі зміни у мінеральному складі м'язів, залежно від рівня у комбікормах обмінної енергії. Так, за збільшення її рівня у комбікормі спостерігається зростання у тілі риби вмісту кальцію та фосфору. Зокрема, кількість кальцію у м'ясі риби 1-ї групи становила 0,55%, у риб 4- та 5-ї дослідних груп – знаходилася в межах 0,77-0,82%. Різниця між контролем та показниками 5-ї групи статистично вірогідна ($p < 0,05$). Вміст фосфору при цьому залишається майже без змін.

Одержані дані свідчать, що з підвищенням у раціонах райдужної форелі рівнів обмінної енергії у м'ясі дволіток знижується вміст води та зростає вміст сухої, а також органічної речовини, зокрема протеїну та жиру.

Величина змін, які відбуваються у хімічному складі м'яса форелі дослідних груп при цьому неоднакова, що зумовлено різними рівнями обмінної енергії в комбікормах.

Амінокислотний склад білків м'яса риби. Для характеристики харчової і біологічної цінності рибної сировини важливе визначення її амінокислотного складу (табл. 3.44).

Таблиця 3.44

Амінокислотний склад білків м'яса райдужної форелі, мг на 100 г продукту, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Незамінні амінокислоти (НАК)	8,98	8,78	9,41	10,27	11,09
Валін	1,71±0,03	1,64±0,05	1,71±0,02	1,78±0,04	1,82±0,03*
Лейцин+ізолейцин	1,82±0,05	1,79±0,06	1,84±0,09	1,98±0,02*	2,03±0,07*
Лізин	2,23±0,09	2,36±0,12	2,41±0,14	2,65±0,09*	2,74±0,07**
Метіонін	0,59±0,01	0,48±0,01	0,66±0,01	0,79±0,02***	0,87±0,04***
Треонін	1,14±0,04	1,08±0,06	1,21±0,09	1,33±0,05	1,69±0,06***
Фенілаланін	1,23±0,05	1,19±0,08	1,29±0,07	1,39±0,04*	1,51±0,04**
Триптофан	0,26±0,04	0,24±0,06	0,29±0,05	0,35±0,03*	0,43±0,01**
Замінні амінокислоти (ЗАК)	12,34	11,21	13,46	14,07	15,45
Аланін	1,87±0,06	1,77±0,04	1,91±0,09	1,99±0,09	2,07±0,06**
Аргінін	1,51±0,05	1,41±0,02	1,64±0,07	1,69±0,10	1,79±0,01*
Гістидин	0,93±0,01	0,83±0,01	0,99±0,02	1,11±0,01	1,23±0,03*
Пролін	0,74±0,01	0,64±0,01	0,94±0,01	1,06±0,02	1,24±0,08***
Серин	1,34±0,09	1,21±0,08	1,40±0,10	1,44±0,05	1,64±0,09*
Глютамінова кислота	0,62±0,01	0,52±0,01	0,73±0,02	0,78±0,03	0,92±0,04***
Аспарагінова кислота	2,11±0,09	2,01±0,10	2,21±0,11	2,21±0,14	2,41±0,08*
Гліцин	1,32±0,08	1,12±0,06	1,44±0,13	1,49±0,12	1,62±0,06*
Цистин	0,96±0,01	0,86±0,01	1,06±0,06	1,11±0,14*	1,26±0,09*
Тирозин	0,94±0,01	0,84±0,01	1,14±0,11	1,19±0,16*	1,27±0,06***
Співвідношення НАК до ЗАК	0,73:1	0,78:1	0,70:1	0,73:1	0,72:1

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з 1-ю групою.

Як свідчить аналіз амінокислотного складу рибної сировини білки м'яса (амінокислотний склад білків м'язової тканини) форелі відзначаються високою біологічною цінністю і містять усі незамінні амінокислоти, серед яких переважають лізин (2,23–2,74 мг/100 г), лейцин+ізолейцин (1,79–2,03 мг/100 г), треонін (1,14–1,69 мг/100 г).

За одержаними результатами підвищення енергетичного рівня живлення форелі сприяє збільшенню накопичення незамінних амінокислот. Так, кількість метіоніну у м'ясі риби дослідних груп перебувала в межах 0,47–0,87 мг на 100 г продукту. Однак, варто зазначити, що збільшення рівня обмінної енергії у комбікормах форелі дослідних груп від 18 МДж/кг (контрольна група) до 19–20 МДж/кг (4-та 5-а групи) сприяло підвищенню вмісту метіоніну у м'ясі на 33,8-47,5 % ($p < 0,01$, $p < 0,001$).

Із аналізу даних вмісту метіоніну у м'ясі риби, якій згодовували комбікорм із зниженим вмістом обмінної енергії, встановлено, що доведення рівня до 16 МДж/кг (2-а група) сприяло зниженню вмісту метіоніну від 0,59 до 0,48 мг/100 г продукту, а до 17 МДж/кг – призводило до незначного зростання його рівня, порівняно з аналогами контрольної групи.

Подібна закономірність спостерігалася і за вмістом триптофану. Тобто, у м'язах форелі 3-, 4- і 5-ї груп вміст триптофану зафіксовано на 11,5-65,4 % більшим, ніж у аналогів контрольної групи. Найвищий вміст триптофану відзначено у м'ясі форелі 5-ї групи – 0,43 мг/100 г продукту, що відповідно на 48,3 % і 22,8 % більше порівняно з показниками риби 3- і 4-ї груп.

Такі амінокислоти, як серин, аргінін, треонін відносяться до гідрофільних амінокислот, які зумовлюють вологоутримуючу здатність м'яса риби. Проведені дослідження показали, що білки містять достатню кількість зазначених амінокислот, що пояснює досить високу вологоутримуючу здатність м'яса.

За одержаними результатами, сума незамінних амінокислот у м'язовій тканині форелі 3-, 4- і 5-ї груп, що споживала комбікорми із вмістом обмінної енергії на рівні 17-20 МДж/кг, перевищувала показник контрольної групи на

4,8; 14,4 і 23,5 % відповідно. Це зумовлено переважанням таких незамінних амінокислот, як лізин, метіонін, треонін, фенілаланін і триптофан.

Сума замінних амінокислот у м'ясі форелі досліджуваних груп знаходилася у межах від 11,21 мг/100 г білка (2-а група) до 15,45 мг/100 г білка (5-а група). Найбільшою кількістю замінних амінокислот виявилася у м'ясі форелі, за згодовування комбікорму із підвищеним вмістом (20 МДж/кг) обмінної енергії. Так, сума замінних амінокислот у досліджуваних зразках м'яса форелі 5-ї групи була на 25,2 % більшою, порівняно з контролем, і у загальному становила 15,45 мг/100 г білка. Серед замінних амінокислот домінуючими у м'ясі форелі 5-ї групи визначено аспаргінову кислоту (2,41 мг/100 г білку), аланін (2,07 мг), аргінін (1,79 мг) та гліцин (1,62 мг/100 г білка).

Отже, в результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що підвищення рівнів обмінної енергії у комбікормах райдужної форелі викликає помітні зміни в амінокислотному складі м'яса, що поліпшує його біологічну цінність.

Важливим показником біологічної цінності білків слугує відповідність вмісту незамінних амінокислот ідеальному білку (табл. 3.45). Наведені дані свідчать, що сума більшості незамінних амінокислот у білку м'яса форелі, незалежно від досліджуваного фактора, перевищує їхню кількість в «ідеальному» білку. Однак вміст ізолейцину та лейцину виявився нижчим за такий у «ідеальному» білку, тобто ці амінокислоти можна віднести до лімітуючих. Як показали результатами досліджень, вміст ізолейцину у білках м'яса форелі знаходився в межах від 2,75 до 3,2 г/100 г білка. Найменша його кількість виявилась у білку риби 5-ї групи, яким згодовували комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж/кг. Аналогічну закономірність спостерігали і за вмістом лейцину. Разом із тим, у м'ясі форелі встановлено великий вміст валіну, метіоніну+цистину, треоніну, фенілаланіну+тирозину, триптофану та лізину, які досить важливі для людського організму.

**Оцінка відповідності амінокислотного складу білків райдужної форелі
ідеальному білку за шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білка, n=5**

Амінокислота	Група					Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а	
Валін	8,02	8,20	7,48	7,31	6,86	5,0
Ізолейцин	3,09	3,20	2,93	2,92	2,75	4,0
Лейцин	5,44	5,75	5,12	5,22	4,90	7,0
Метіонін+цистин	7,27	6,70	7,52	7,81	8,03	3,5
Треонін	5,35	5,40	5,29	5,46	6,37	4,0
Фенілаланін+тирозин	10,18	10,16	10,63	10,60	10,47	6,0
Триптофан	1,22	1,20	1,27	1,44	1,62	1,0
Лізин	10,46	11,81	10,54	10,89	10,32	5,5
Разом	51,03	52,42	50,78	51,65	51,32	36

Результати розрахунку амінокислотного скору (табл. 3.46) свідчать про високу біологічну цінність білків м'яса райдужної форелі.

Таблиця 3.46

Амінокислотний скор білків м'яса райдужної форелі, %

Амінокислота	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Валін	160	164	150	146	137
Ізолейцин	77	80	73	73	69
Лейцин	77	82	73	73	70
Метіонін+цистин	207	191	215	223	229
Треонін	134	135	132	137	159
Фенілаланін+тирозин	169	169	177	177	175
Триптофан	122	120	127	144	162
Лізин	190	215	192	198	188
Разом	1136	1156	1139	1173	1189

До лімітуючих амінокислот у м'ясі форелі відносяться метіонін+цистин, фенілаланін+тирозин, лізин та валін. За проведеним аналізом експериментальних даних зміна енергетичної цінності комбікормів для форелі супроводжувала помітні зміни як в амінокислотному складі білків, так і при розрахунках амінокислотного скору. Зокрема, зростання рівнів обмінної енергії у комбікормах риби до 19-20 МДж/кг сприяло значному підвищенню рівня незамінних амінокислот. Домінуючими амінокислотами у білку м'яса форелі 4- та 5-ї груп стали метіонін+цистин (223 % і 229 % відповідно), лізин (198 % і 188 %), фенілаланін+тирозин (177 % та 175 %). Разом із тим, використання для годівлі форелі комбікорму з обмінною енергією 16 МДж/кг (2-а група) призводить до зменшення кількості в білку м'яса метіоніну+цистину, триптофану та зростання вмісту лізину й валіну, порівняно з контролем.

Вирощування форелі на комбікормах із вмістом обмінної енергії на рівні 17 МДж/кг супроводжувало зниження у білку м'яса кількості таких амінокислот, як валін, ізолейцин, лейцин і треонін. Лімітуючими амінокислотами у білку м'яса форелі 3-ї групи виявилися метіонін+цистин (215 %), фенілаланін+тирозин (177 %) та лізин (192 %).

Таким чином, проведений аналіз показав вплив рівня обмінної енергії на показники якості м'яса райдужної форелі, чим доведено взаємозв'язок енергетичного живлення риби з інтенсивністю обміну речовин та поліпшенням якості її м'яса.

Для оцінки харчової адекватності білкових компонентів м'яса форелі щодо потенційного ступеня його засвоюваності було розраховано показники та критерії біологічної цінності (БЦ) (табл. 3.47).

Згідно з розрахунком потенційна біологічна цінність білків м'яса форелі усіх піддослідних груп перебуває в межах 46-54 %, що свідчить про високий рівень балансу амінокислот. Відомо, що організм людини використовує білок для біосинтезу в межах лімітованої амінокислоти, а весь надлишок не задіяних у пластичних процесах речовин використовується на

енергетичні потреби організму. Саме тому для оцінки міри використання білка розраховано коефіцієнт різниці амінокислотного скору незамінних і лімітованої амінокислот – КРАС. За отриманими даними, потенційно у більшому обсязі можуть використовуватися білки м'яса, які мають менший КРАС.

Таблиця 3.47

Показники біологічної цінності білків райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Потенційна біологічна цінність (БЦп) білка, %	54	55	51	50	46
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	46	45	49	50	54
Коефіцієнт утилітарності АК складу білка U, частки од.	0,54	0,55	0,52	0,51	0,48
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ_c , г/100 г білка еталону	0,28	0,30	0,34	0,35	0,38

Зокрема, при розрахунках коефіцієнта різниці амінокислотного скору у м'ясі райдужної форелі суттєвої різниці між контролем і дослідними групами не виявлено. Так, КРАС у м'ясі риби контрольної групи становив 46 %, у аналогів дослідних груп коливався в межах від 45 % до 54 %.

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U) білка перебував у межах 0,48-0,54, що свідчить про високу можливість утилізації амінокислот цієї сировини організмом.

Низькі показники порівнювальної надлишковості σ_c 0,28-0,38 г/100 г білка вказують, що білки м'яса райдужної форелі максимально засвоюються організмом людини.

Біологічна ефективність ліпідів м'яса райдужної форелі. Харчова цінність м'яса риби не обмежується лише біологічною цінністю і цінністю білка, але й зумовлюється також кількістю жиру та співвідношенням окремих жирних кислот. Ліпіди м'яса риби, на відміну від ліпідів м'яса сільськогосподарських тварин, багаті на незамінні для людини жирні кислоти: лінолеву, ліноленову та арахідонову.

Проведеними дослідженнями виявлено, що під впливом різних рівнів обмінної енергії у комбікормах для форелі у жирнокислотному складі її м'яса відбуваються помітні зміни (табл. 3.48).

Таблиця 3.48

Жирнокислотний склад ліпідів м'яса райдужної форелі, %, n=5

Жирні кислоти	Код ЖК	Група				
		1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Насичені (НЖК)		36,28	37,11	37,66	41,47	45,06
мірїстинова	14:0	1,67± 0,06	1,60± 0,03	1,52± 0,06	1,78± 0,09	1,92± 0,06*
пальмітинова	16:0	24,09± 1,19	23,9± 2,13	23,7± 2,44	25,9± 2,56	27,5± 0,84*
стеаринова	18:0	10,08± 0,63	11,1± 0,96	11,9± 1,14	13,2± 0,66**	15,03± 1,67*
арахінова	20:0	0,44± 0,01	0,51± 0,03	0,54± 0,06	0,59± 0,05*	0,61± 0,02***
Мононенасичені (МНЖК)		29,80	29,83	30,18	30,77	33,10
пальмітоолеїнова	16:1	3,58± 0,09	3,52± 0,09	3,59± 0,09	3,84± 0,06*	3,72± 0,21
ω ₉ олеїнова	18:1	13,01± 0,54	13,00± 2,06	13,24± 1,69	13,10± 2,31	14,50± 0,32**
ω ₉ елаїдинова	18:1	2,23± 0,08	2,15± 0,11	2,09± 0,44	2,42± 0,52	2,84± 0,87
гадолеїнова	20:1	10,98± 0,02	11,16± 0,04	11,26± 0,03	11,41± 0,04*	12,04± 0,09***
Поліненасичені (ПНЖК)		3,56	3,53	3,77	4,65	5,63
лінолева ω ₆	18:2	1,88± 0,09	1,84± 0,06	2,23± 0,09*	2,84± 0,11***	3,15± 0,21***
ліноленова ω ₃	18:3	0,99± 0,05	0,98± 0,13	0,99± 0,11	1,03± 0,13	1,18± 0,05*
ейкозадієнова	20:2	0,69± 0,05	0,71± 0,08	0,55± 0,02*	0,78± 0,04	1,3± 0,16**
Не ідентифіковані		30,36	29,53	28,39	23,11	16,21

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з 1-ю групою.

Жирнокислотний склад ліпідів м'яса райдужної форелі характеризується наявністю насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот.

Серед мононенасичених жирних кислот у м'ясі райдужної форелі, як у контрольній, так і дослідних групах превалюють ω_9 елаїдинова та пальмітоолеїнова кислоти.

Із поліненасичених жирних кислот у ліпідах м'яса форелі домінують лінолева ω_6 і ліноленова ω_3 . Згідно з результатами досліджень у ліпідах м'яса риби 5-ї групи, яким згодовували комбікорми з підвищеним вмістом обмінної енергії до 20 МДж/кг, вміст лінолевої кислоти виявився суттєво більшим, ніж у аналогів контрольної групи, що свідчить про вищу біологічну ефективність ліпідів.

Показники біологічної ефективності ліпідів м'яса форелі виявилися наступні (табл. 3.49). Співвідношення окремих класів ліпідів не відповідає рекомендаціям, запропонованим фахівцями з нутриціології. Однак співвідношення жирних кислот C18:2:C18:1 узгоджуються з літературними даними і свідчить про високу біологічну ефективність ліпідів м'яса райдужної форелі.

Таблиця 3.49

Показники біологічної ефективності ліпідів м'яса райдужної форелі, n=5

Група	Співвідношення типів ЖК		
	НЖК:МНЖК:ПНЖК	C 18:2:C:18:1	ω_6 : ω_3
Ідеальний ліпід	1:1:1	>0,25	10:1
1-а	1:0,82:0,10	1:0,14	1,90:1
2-а	1:0,80:0,10	1:0,14	1,87:1
3-я	1:0,80:0,10	1:0,17	2,25:1
4-а	1:0,74:0,10	1:0,22	2,76:1
5-а	1:0,73:0,12	1:0,22	2,67:1

Значний інтерес становить співвідношення цих жирних кислот у м'ясі, де домінують особливо цінні жирні кислоти ω_6 .

Основні наукові результати підрозділу опубліковано у працях автора [78, 91, 93, 94, 96, 97, 98, 100, 101, 261, 262, 268].

3.3 Визначення ефективності використання різних рівнів протеїну в комбікормах за вирощування райдужної форелі

3.3.1. Вирощування личинок і мальків

3.3.1.1. Характеристика живлення. Поряд з енергетичним живленням форелі не менш важливе значення має протеїнове, адже білки в організмі риби слугують головним елементом тканин і виконують досить різноманітні функції. За науково обґрунтованої організації живлення особливу увагу надають кількості та якості білка в кормі, оскільки він виступає основним фактором, що забезпечує оптимальний ріст організму.

У п'ятому науково-господарському досліді піддослідним личинкам і малькам форелі згодовували повнораціонні комбікорми (табл. 3.50) із наступною цінністю (табл. 3.51).

Таблиця 3.50

Склад комбікормів для личинок і мальків форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	15,31	5,86	6,55	-	-
Борошно: рибне	20,80	35,25	29,25	22,47	19,55
м'ясо-кісткове	-	0,27	-	-	5,17
м'ясне	13,60	7,92	10,48	12,58	8,78
кров'яне	2,15	1,17	3,42	3,79	1,17
пір'яне гідролізоване	5,00	1,05	-	2,00	2,00
соєве повножирове	-	32,46	28,86	24,36	15,27
Шрот соєвий	-	10,51	3,90	3,41	-
Глютен кукурудзяний	6,02	4,51	8,57	12,58	12,00
Соєвий концентрат	25,22	-	7,91	14,74	26,00
Сироватка молочна суха	-	-	-	1,75	-
Дріжджі кормові	7,37	-	-	1,22	8,61
Риб'ячий жир	2,72	-	-	-	0,45
Соєва олія	0,50	-	-	-	-
Лізін	0,21	-	0,05	0,1	-
Метіонін	0,10	-	0,01	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Сирий протеїн	54,00	50,00	52,00	56,00	58,00
Сирий жир	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Сира клітковина	2,01	2,50	2,47	2,50	2,38
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Метіонін	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Вітаміни: А, тис. МО	20	20	20	20	20
D ₃ , тис. МО	4	4	4	4	4
Е, мг	300	300	300	300	300

Для забезпечення умов експерименту рівень протеїну в комбікормах регулювався за рахунок змін протеїнових кормів.

3.3.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків. Аналізуючи дані, які характеризують ріст личинок у зрівняльний період дослідження (табл. 3.52), можна стверджувати про аналогічність відібраних екземплярів риби за відсутності значущої різниці між ними по групах.

В основний період дослідження, за рахунок різного протеїнового живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.53).

Наведені дані свідчать, що личинки і мальки форелі, яким згодували комбікорми з різною протеїновою цінністю, мали різну масу в усі періоди дослідження. Зокрема, на 10 добу дослідження найвищої маси тіла досягли личинки 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 56 і 58 %, які за цим показником переважали контрольних, що отримували корм із вмістом

протеїну 54 %, відповідно на 1,0 і 3,4 %. Личинки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %, поступалися перед контрольними за цим показником відповідно на 6,6 і 4,9 %.

Таблиця 3.52

Маса тіла личинок у зрівняльний період досліді, мг, n=40000

Група	Доба досліді	
	1	5
1-а	162±12,3	273±13,5
2-а	167±11,4	279±15,6
3-а	160±14,7	269±20,8
4-а	165±13,6	275±19,3
5-а	163±10,2	272±17,4

Таблиця 3.53

Маса тіла личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення у основний період досліді, мг, n=40000

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	273±13,5	279±15,6	269±20,8	275±19,3	272±17,4
10	412±25,7	385±22,3	392±24,0	416±26,5	426±28,9
15	565±30,2	510±28,4	534±30,9	588±34,6	612±33,0
20	724±36,8	629±30,1*	678±33,8	762±39,2	795±35,4
25	858±40,7	737±35,6*	806±36,2	912±37,4	956±36,3
30	993±38,9	839±42,7**	931±41,0	1054±44,6	1127±43,9*
35	1124±42,1	954±48,6**	1055±46,9	1193±48,8	1286±46,3**

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з контрольною групою.

Відмінності у масі піддослідної молоді спостерігалися й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 15 добу мальки форелі 4- і 5-ї груп за масою переважали аналогів контрольної групи відповідно на 4,1 та 8,3 %, тоді як

особини 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 9,7 і 5,5 %.

На 20 добу досліду мальки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 5,2 і 9,8 %, а аналоги з 2- і 3-ї груп поступалися останнім за цим показником відповідно на 13,1 ($p<0,05$) і 5,8 %. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою тіла мальків, які отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 58 % (5-а група) над тими, що споживали комбікорм із вмістом сирого протеїну в 1 кг на рівні 50 % (2-а група) становила 166 мг, або 26,4 %.

Подібна тенденція до змін у масі тіла форелі дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліду мальки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 6,3 і 11,4 %. Водночас форель 2- і 3-ї груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 14,1 ($p<0,05$) і 6,1 %. Різниця між показниками маси тіла молоді 2- і 5-ї груп у цей період збільшилася до 219 мг на користь останніх.

На 30 добу досліду мальки 4- і 5-ї груп переважали контрольних аналогів відповідно на 6,1 і 13,5 % ($p<0,05$), тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед такими 1-ї на 15,5 ($p<0,01$) та 6,2 %. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 288 мг ($p<0,01$) на користь останніх.

Під час завершення досліду на 35 добу вищої маси тіла досягли мальки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 69 та 162 мг, або на 6,1 та 14,4 % ($p<0,01$). Разом із тим мальки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 170 і 69 мг, або на 15,1 ($p<0,01$) і 6,1 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 58 % відповідно, у цей період збільшилася й становила 332 мг, або 34,8 % на користь останніх.

Отже, найвищою масою тіла під час основного періоду дослідження характеризувалися личинки і мальки форелі, які споживали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 58 %.

За описом росту личинок і мальків форелі із застосуванням математичних методів встановлено висхідну форму кривої росту (рис. 3.21).

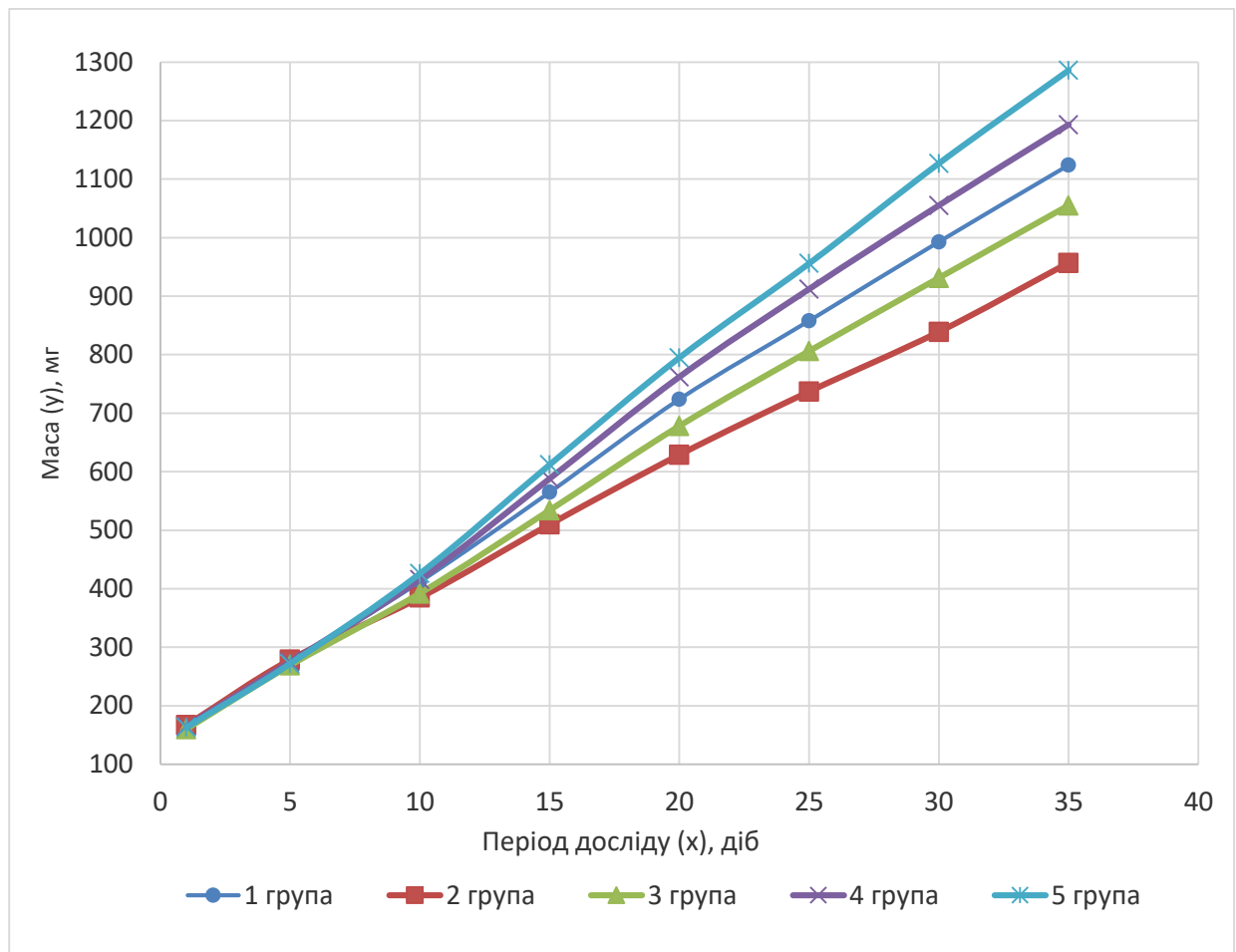


Рис. 3.21. Графічна модель росту личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення

Крім цього встановлено, що ріст форелі можна описати математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За віком личинок і мальків (період дослідження – x), залежно від рівня протеїну у комбікормі, можна спрогнозувати їх масу тіла (функція – y):

1 група (54 % СП):

$$y=0,0003x^4-0,0258x^3+0,716x^2+22,652x+140,29 \quad (R^2 = 0,9999);$$

2 група (50 % СП):

$$y = 0,0001x^4 - 0,0058x^3 + 0,0204x^2 + 25,064x + 144,98 \quad (R^2 = 0,9996);$$

3 група (52 % СП):

$$y = 0,0001x^4 - 0,0119x^3 + 0,3666x^2 + 23,308x + 138,49 \quad (R^2 = 0,9999);$$

4 група (56 % СП):

$$y = 0,0004x^4 - 0,039x^3 + 1,1872x^2 + 19,147x + 147,13 \quad (R^2 = 0,9999);$$

5 група (58 % СП):

$$y = 0,0005x^4 - 0,047x^3 + 1,4048x^2 + 18,879x + 143,95 \quad (R^2 = 0,9999).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать (рис. 3.22), що різний рівень сирого протеїну у комбікормах для живлення личинок і мальків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу тіла піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 81,4 %, що у 4,4 раза більше, ніж вплив інших чинників.

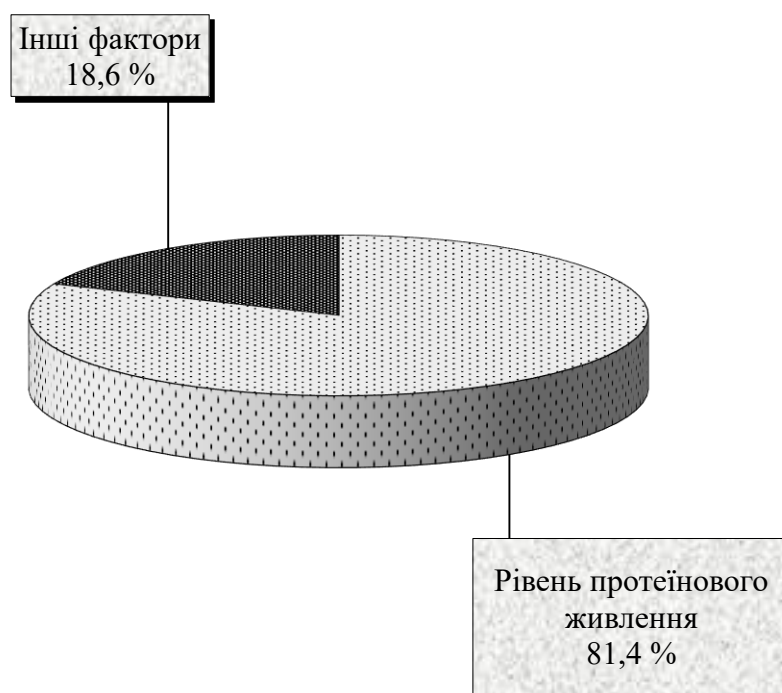


Рис. 3.22. Вплив рівня протеїнового живлення личинок і мальків форелі на зміну їх маси тіла

Зіставляючи між собою дані абсолютного приросту маси тіла личинок і мальків форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом протеїну

(табл. 3.54), можна стверджувати, що у зрівняльний період різниця між піддослідними особинами була незначною. Проте з початком основного періоду дослідження ситуація дещо змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідження личинки 4- і 5-ї груп за показником абсолютного приросту маси тіла переважали аналогів контрольної групи відповідно на 1,4 і 10,8 %, а молодь 2- і 3-ї груп поступалася перед останніми за цим показником відповідно на 23,7 і 9,4 %.

Таблиця 3.54

Абсолютні прирости маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, мг, n=40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	111	112	109	110	109
6-10	139	106	123	141	154
11-15	153	125	142	172	186
16-20	159	119	144	174	183
21-25	134	108	128	150	161
26-30	135	102	125	142	171
31-35	131	115	124	139	159
Приріст за основний період дослідження (6-35 діб)	851	675	786	918	1014

Подібне спостерігали і у наступні п'ять діб дослідження. Так, абсолютний приріст маси тіла у цей період у особин 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної, був вищим відповідно на 12,4 та 21,6 %. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися ровесникам контрольної групи за згаданим показником відповідно на 18,3 і 7,2 %.

Найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла відзначалися мальки усіх піддослідних груп у період з 16 по 20 добу. Так, аналоги 4- і 5-ї груп виявляли перевагу над контрольними ровесниками за таким показником

відповідно на 9,4 і 15,1 %, тоді як мальки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 25,2 і 8,8 %. Водночас у аналогів з 2-ї групи фіксували менший абсолютний приріст маси тіла, порівняно з ровесниками 5-ї групи, на 53,8 %.

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалася молодь форелі 5-ї групи, яка отримувала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 58 %, найнижчими – аналоги 2-ї групи, які споживали корм із вмістом протеїну на рівні 50 %; різниця між ними становила 49,1 %. У цей період, порівняно з попереднім, абсолютні прирости маси тіла мальків піддослідних груп зменшилися у середньому на 10,2-18,7 %.

У проміжку часу між 26 і 30-ю добою найнижчі абсолютні прирости маси тіла відзначили у мальків 2-ї групи, які за цим показником поступалися перед аналогами 1-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 32,4; 22,5; 39,2 і 67,6 %.

У заключні п'ять днів досліду перевага мальків 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за згаданим показником збереглася й становила відповідно 6,1 і 21,4 %, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 12,2 та 5,3 %.

У середньому більші абсолютні прирости маси тіла за основний період досліду були характерні для мальків форелі 4- і 5-ї груп, які отримували комбікорм з вмістом протеїну на рівні 56 і 58 %. За цим показником вони переважали контрольних, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 54 %, відповідно на 67 і 163 мг, або на 7,9 і 19,2 %. Мальки форелі 2- і 3-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 50 і 52 %, поступалися перед контрольними екземплярами за таким показником у основний період досліду відповідно на 176 і 65, або на 20,7 і 7,6 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла в основний період досліду досягла 339 мг, або 39,8%.

У личинок і мальків форелі, які споживали корм із різним вмістом сирого протеїну, відповідно до зміни абсолютних, змінювалися й середньодобові прирости маси тіла (табл. 3.55). У зрівняльний період досліду

середньодобові прирости у піддослідної риби майже не відрізнялися (21,8-22,4 мг). Надалі встановлено, що майже в усі періоди досліду мальки, які споживали комбікорми з вищим рівнем протеїну, переважали за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм із меншим його вмістом.

Таблиця 3.55

Середньодобовий приріст личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, мг, n=40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	22,2	22,4	21,8	22,0	21,8
6-10	27,8	21,2	24,6	28,2	30,8
11-15	30,6	25,0	28,4	34,4	37,2
16-20	31,8	23,8	28,8	34,8	36,6
21-25	26,8	21,6	25,6	30,0	32,2
26-30	27,0	20,4	25,0	28,4	34,2
31-35	26,2	23,0	24,8	27,8	31,8
У середньому за основний період дослідження (6-35 діб)	28,4	22,5	26,2	30,6	33,8

Зокрема, у період 6-10 доба дослідження аналоги 4- та 5-ї груп переважали контрольних ровесників за цим показником відповідно на 0,4 та 3 мг. Водночас мальки форелі 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними відповідно на 6,6 і 3,2 мг. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 58 % відповідно, у цей період становила 9,6 мг на користь останніх.

Подібну ситуацію спостерігали і в наступний період дослідження (11-15 доба), проте різниця у показниках середньодобового приросту маси тіла

аналогів усіх груп була дещо меншою, ніж у попередній період. Так, мальки 2- і 3-ї груп за цим показником поступалися контрольним аналогам відповідно на 5,6 і 2,2 мг, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 3,8 і 6,6 мг.

У віковому проміжку 16-20 діб більшими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялася молодь 4- і 5-ї груп, що отримувала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 56 і 58 %, яка за цим показником переважала контрольних, яким згодовували корм із вмістом протеїну 54 %, відповідно на 3,0 та 5,8 мг. Мальки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %, поступалися перед контрольними аналогами за згаданим показником відповідно на 8,0 і 3,0 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей період досягла 12,8 мг.

У наступному віковому періоді (21–25 доба) перевага мальків форелі 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 3,2 і 5,4 мг. У той же час піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 5,0 і 1,2 мг.

На 26-30 добу досліду перевага молоді 4- і 5-ї груп за згаданим показником над контрольними ровесниками становила відповідно 1,4 і 7,2 мг. Мальки 2- і 3-ї груп за цим показником поступалися контрольним аналогам відповідно на 6,6 і 2,0 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла у цей період становила 13,8 мг.

На заключному етапі досліду вищі середньодобові прирости маси тіла встановлено у мальків 4- і 5-ї груп, які переважали за цим показником ровесників 1-ї групи відповідно на 1,6 і 5,6 мг, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися останнім відповідно на 3,2 і 1,4 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалася молодь форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримувала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 56 і 58 %. За цим показником вона переважала контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну 54 %, відповідно на 3,2 і 5,4 мг, або на 7,7 і 19,0 %.

Мальки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 50 і 52 %, поступалися перед контрольними за згаданим показником у основний період дослідження відповідно на 5,9 і 2,2, або на 20,8 і 7,7 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла в цей період дослідження досягла 11,3 мг, або 50,2 %.

Ефективність визначення масонакопичення у личинок і мальків була доповнена й визначенням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.23).

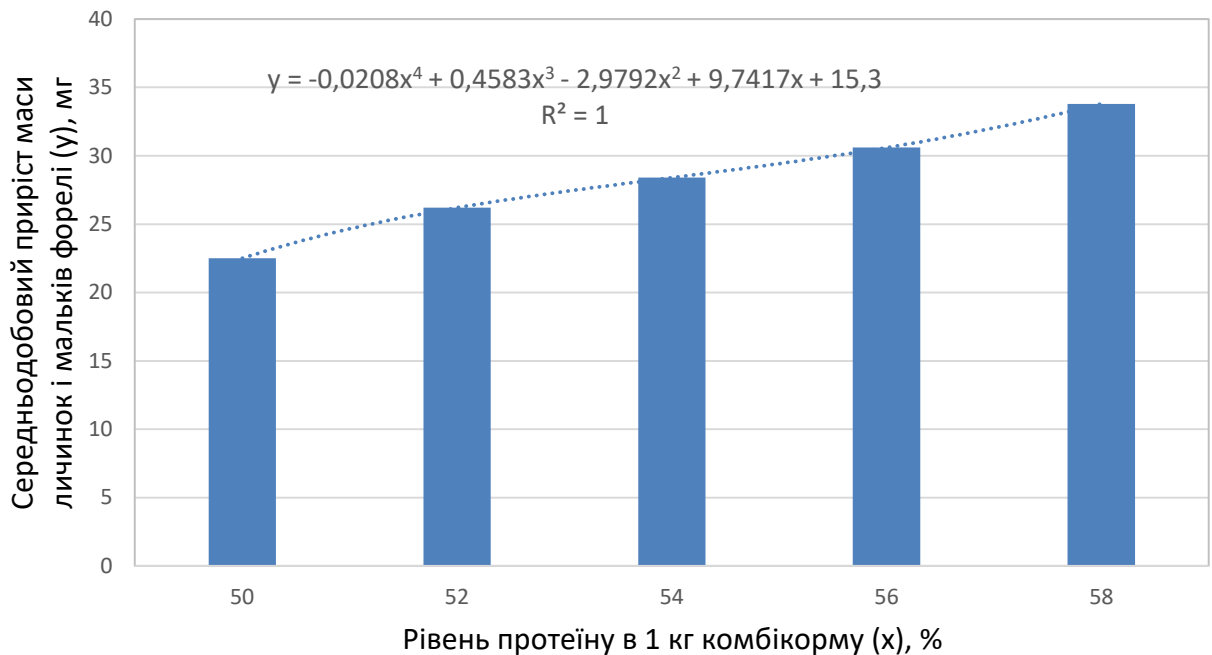


Рис. 3.23. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,69$, $p<0,001$).

Характеризуючи інтенсивність росту личинок і мальків форелі, що споживали комбікорм із різною протеїновою поживністю, варто зазначити, що за зрівняльний період дослідження різниця між піддослідними особинами форелі за відносними приростами у групах знаходилася в межах 0,2–0,8 % (табл. 3.56). Проте вже у період 6-10 доби дослідження молодь 4- і 5-ї груп за відносними приростами маси тіла переважала аналогів контрольної групи

відповідно на 0,2 і 3,5 %. Водночас піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними за таким показником відповідно на 8,7 і 3,4 %.

Таблиця 3.56

Відносний приріст маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, %, n=40000

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	51,0	50,2	50,8	50,0	50,1
6-10	40,6	31,9	37,2	40,8	44,1
11-15	31,3	27,9	30,7	34,3	35,8
16-20	24,7	20,9	23,8	25,8	26,0
21-25	16,9	15,8	17,3	17,9	18,4
26-30	14,6	12,9	14,4	14,4	16,4
31-35	12,4	12,8	12,5	12,4	13,2
Приріст за основний період досліду (6-35 діб)	121,8	109,5	118,7	125,1	130,2

Подібне спостерігали і на 11-15 добу досліду, коли найвищими відносними приростами маси тіла вирізнялися мальки 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 3,0 і 4,5 %. Піддослідна молодь 2- і 3-ї груп поступалася перед контрольною за цим показником відповідно на 3,4 та 0,6 %.

У наступний віковий період (16-20 доба) найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися мальки 2-ї групи, які поступалися за згаданим показником ровесникам з 1-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 3,8; 2,9; 4,9 і 5,1 %.

Починаючи з 21 доби досліду і до його закінчення відносні прирости маси тіла форелі усіх груп знижувалися. Зокрема, у віковому проміжку 21-25 доба досліду мальки 3-, 4- і 5-ї груп переважали за цим показником аналогів

1-ї відповідно на 0,4; 1,0 та 2,5 %, тоді як молодь 2-ї групи поступалася перед контрольними на 1,1 %.

У наступний віковий період відносні прирости маси тіла у мальків усіх груп порівняно з попереднім періодом, зменшилися на 2,0-2,9 %. У вказаний період стосовно молоді 1-, 3- та 4-ї груп спостерігали майже однакові відносні прирости маси тіла (14,4-14,6 %). Ровесники 5-ї групи переважали за цим показником аналогів 1- і 2-ї груп на 1,8 і 3,5 % відповідно.

На 31-35 добу досліду найвищі відносні прирости маси тіла фіксували у особин 5-ї групи, які перевершували аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 0,8; 0,4; 0,7 і 0,8 %.

У середньому, за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла вирізнялися мальки 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 56 і 58 %, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом протеїну на рівні 54 %, відповідно на 3,3 і 8,4 %. Мальки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %, поступалися контрольним за згаданим показником у основний період досліду відповідно на 12,3 і 3,1 %. Різниця за відносними приростами маси тіла в основний період досліду між ровесниками 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 58 %, відповідно становила 20,7 %.

Отже, аналіз даних, які характеризують ріст личинок і мальків форелі показав, що найвища динаміка росту була притаманна особинам 5-ї групи, які споживали комбікорм з рівнем протеїну 58 %, найнижча – 2-ї групи, які одержували комбікорм із рівнем протеїну 50 %.

3.3.1.3. Витрати корму та збереженість. Можна констатувати, що із збільшенням кількості протеїну від 48 до 56 % у комбікормі для личинок і мальків форелі його витрати на одиницю приросту маси тіла зменшуються (табл. 3.57). Відповідно до змін маси тіла риби та споживання ними комбікорму встановлено, що в основний період досліду найнижчими витрати корму виявилися у личинок і мальків форелі 5-ї групи (0,675 кг), які за цим

показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 7,7; 18,8; 9,9 і 4,9 %.

Таблиця 3.57

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, кг, n=40000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,307	0,311	0,308	0,313	0,312
6-10	0,371	0,454	0,398	0,369	0,346
11-15	0,462	0,510	0,470	0,427	0,411
16-20	0,569	0,661	0,589	0,547	0,543
21-25	0,800	0,853	0,787	0,760	0,742
26-30	0,919	1,028	0,931	0,928	0,824
31-35	1,073	1,037	1,064	1,073	1,011
У середньому за основний період досліджу (6-35 діб)	0,727	0,802	0,742	0,708	0,675

Ефективність використання комбикормів у живленні личинок і мальків була доповнена й визначенням залежності між рівнем протеїну у комбикормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла (рис. 3.24).

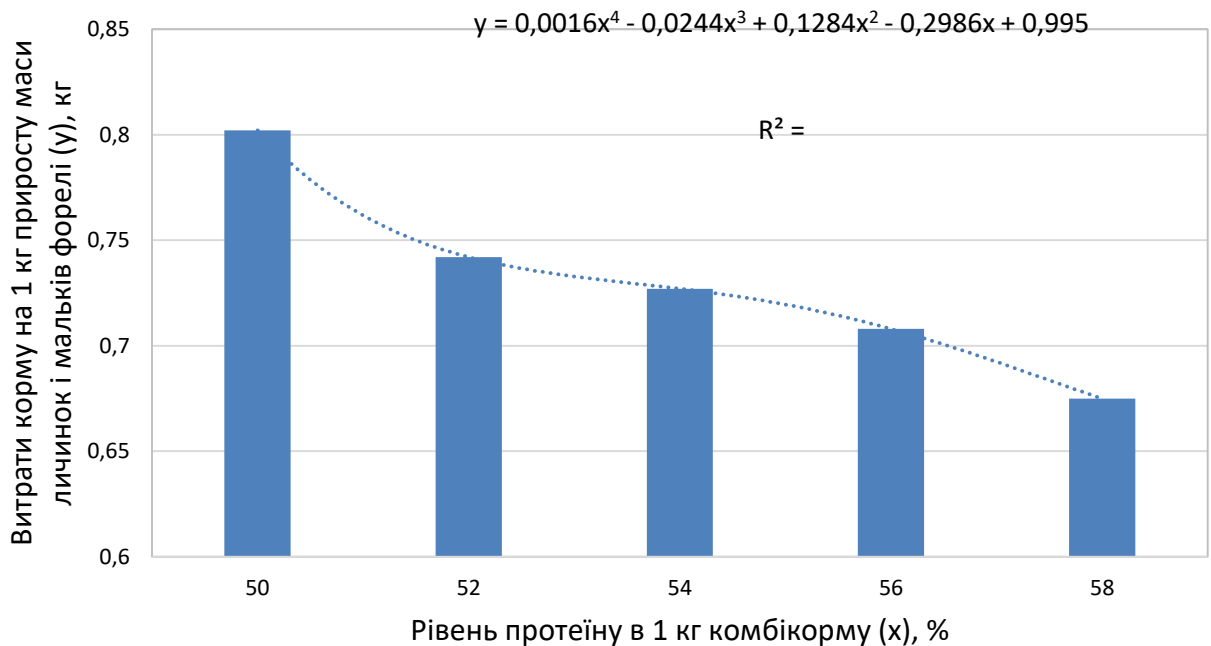


Рис. 3.24. Залежність між рівнем протеїну у комбикормі та його витратою на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на одиницю приросту вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,09$).

Слід зазначити, що збереженість личинок і мальків упродовж усього періоду досліджу була достатньо високою і знаходилася в межах від 84,1 до 86,0 % (табл. 3.58).

Таблиця 3.58

Збереженість личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення, % від кількості на початок досліджу, n=40000

Доба досліджу	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	98,3	98,0	98,5	98,6	98,1
10	96,4	95,3	96,6	96,1	96,0
15	93,5	93,7	94,1	93,6	94,5
20	91,2	90,4	91,4	91,8	91,9
25	89,6	87,1	89,3	89,0	89,1
30	87,3	85,6	87,4	87,3	87,6
35	85,2	84,1	85,5	85,7	86,0

Майже в усі вікові періоди вирощування найнижчу збереженість встановлено в особин, які споживали комбікорм із вмістом перетравного протеїну на рівні 50 % (2-а група). Форель цієї групи, за згаданим показником, поступалась аналогам усіх інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 1,1; 1,4; 1,6 і 1,9 %.

Отже, враховуючи результати проведених досліджень можна стверджувати, що найнижчими витратами корму на 1 кг приросту маси тіла характеризувалися личинки і мальки форелі, які одержували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 58 %. Існує позитивна тенденція до збільшення збереженості личинок і мальків форелі із збільшення рівня протеїну від 50 до 58 % у комбікормі, проте суттєвої різниці за цим показником не спостерігалось.

3.3.2. Вирощування цьоголіток

3.3.2.1 Характеристика живлення. Досліди з цьоголітками виконувалися у два етапи: перший етап (шостий науково-господарський дослід) тривав 45 діб (до досягнення середньої маси тіла 10 г і проведення сортування) та другий етап (сьомий науково-господарський дослід) тривав 55 діб – до пересадження цьоголіток на зимове утримання. Форель у шостому науково-господарському досліді годували повнораціонними комбікормами (табл. 3.59) із наступною цінністю (табл. 3.60).

Таблиця 3.59

Склад комбікормів для цьоголіток форелі у шостому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	11,61	5,42	3,90	-	-
Борошно: рибне	15,68	30,24	25,22	21,82	18,53
м'ясо-кісткове	-	6,63	-	-	3,32
м'ясне	15,43	3,57	11,93	12,80	10,83
кров'яне	5,01	-	5,99	5,57	-
пір'яне гідролізоване	5,00	-	-	4,99	5,00
соєве повножирове	-	26,29	32,97	25,54	10,64
Клітини крові	-	1,75	-	-	3,45
Глютен кукурудзяний	9,30	5,31	10,78	12,00	12,00
Соєвий концентрат	14,97	-	-	3,12	14,71
Дріжджі кормові	13,81	15,00	4,66	8,66	14,68
Риб'ячий жир	7,88	4,70	3,53	4,39	5,84
Лізін	0,21	0,09	-	0,11	-
Метіонін	0,10	-	0,02	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 3.60

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Сирий протеїн	52,00	48,00	50,00	54,00	56,00
Сирий жир	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Сира клітковина	1,72	2,26	2,72	2,42	1,70
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізін	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Метіонін	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вітаміни: А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

У цьому науково-господарському досліді цьоголіток райдужної форелі до настання етапу зимівлі годували повнораціонними комбікормами (табл. 3.61) із наступною поживністю (табл. 3.62).

Таблиця 3.61

Склад комбікормів для цьоголіток форелі у цьому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	1,69	3,04	5,15	-	-
Борошно: рибине	16,63	34,44	28,29	23,64	20,29
м'ясне	15,04	8,51	11,09	12,48	13,78
кров'яне	0,95	-	-	-	-
пір'яне гідролізоване	5,00	3,33	-	3,95	4,01
соєве повножирове	14,59	30,59	18,81	14,74	4,75
Глютен кукурудзяний	5,45	-	2,58	5,06	6,25
Шрот соєвий	-	1,87	-	-	-
Соєвий концентрат	17,83	-	17,66	20,80	30,00
Висівки пшеничні	-	-	-	-	1,21
Дріжджі кормові	9,93	6,54	4,48	7,17	6,91
Риб'ячий жир	9,58	10,49	10,89	10,10	9,80
Соєва олія	2,00	-	-	1,00	2,00
Лізін	0,21	0,14	0,05	-	-
Метіонін	0,10	0,05	-	0,06	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Сирий протеїн	50,00	46,00	48,00	52,00	54,00
Сирий жир	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Сира клітковина	2,17	2,15	2,28	2,20	2,19
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
Метіонін	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Вітаміни А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

Рівень протеїну у комбікормах регулювали переважно за рахунок змін рівнів різних протеїнових кормів, а вирівнювання за вмістом лізину і метіоніну – синтетичними амінокислотами. У цілому відмінності в протеїновій поживності комбікормів були передбачені схемою досліду.

3.3.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток. У проведених дослідженнях встановлено, що різний протеїновий рівень живлення цьоголіток форелі по-різному позначається на їх продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток у зрівняльний період досліду (табл. 3.63), підтвердив аналогічність відібраної риби за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.63

Маса тіла цьоголіток форелі у зрівняльний період досліду, г, n=20000

Група	Доба досліду	
	1	5
1-а	1,14±0,114	2,06±0,185
2- а	1,14±0,102	2,03±0,140
3-я	1,12±0,095	2,04±0,164
4-а	1,15±0,107	2,03±0,155
5-а	1,11±0,088	2,00±0,195

У подальшому, з початком основного періоду дослідів, за рахунок змін протеїнового живлення цьоголіток спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.64). Наведені дані свідчать, що цьоголітки форелі, яким годували комбікормами з різною протеїною цінністю, в усі періоди дослідів виділялися різною масою.

Таблиця 3.64

Маса тіла цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення у основний період дослідів, г, n=20000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	2,06±0,185	2,03±0,140	2,04±0,164	2,03±0,155	2,00±0,195
10	3,13±0,232	3,17±0,201	3,08±0,198	3,12±0,249	3,13±0,247
15	4,19±0,265	4,12±0,208	4,09±0,215	4,27±0,201	4,38±0,292
20	5,32±0,243	5,01±0,243	5,18±0,267	5,56±0,282	5,76±0,287
25	6,47±0,287	5,99±0,284	6,33±0,286	6,93±0,257	7,30±0,303*
30	7,82±0,306	7,12±0,212	7,62±0,305	8,38±0,289	8,84±0,299*
35	9,06±0,290	8,14±0,245*	8,74±0,368	9,66±0,356	10,22±0,328**
40	10,27±0,323	9,15±0,288*	9,80±0,367	10,94±0,383	11,58±0,385**
45	11,44±0,374	10,12±0,313*	10,91±0,401	12,17±0,425	12,85±0,412**

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Так, на 10 добу дослідів найвищу масу фіксували у риби 2-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 1,3; 2,9; 1,6 і 1,3 %.

Відмінності у масі цьоголіток відзначали і в наступний віковий період. Так, на 15 добу форель 4- і 5-ї груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 1,9 і 4,5 %, тоді як риби 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 1,7 і 2,4 %.

Аналогічна ситуація стосовно змін у масі характерна для цьоголіток і на 20 добу дослідів. Зокрема, риби 4- і 5-ї груп за масою переважали

контрольних у згаданий період відповідно на 4,5 і 8,3 %, а аналоги 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 6,2 та 2,7 %. Варто зазначити, що у цьому віці перевага за масою цьоголіток форелі, які отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 56 % (5-а група) над тими, що споживали комбікорм із вмістом протеїну 48 % (2-а група) становила 15,0 %.

Подібна тенденція до змін у масі особин дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліду цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 7,1 і 12,8 % ($p < 0,05$). Водночас форель 2- і 3-ї груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 7,4 і 2,2 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період збільшилася до 21,9 % на користь останніх.

На 30 добу досліду закономірності зміни маси тіла цьоголіток форелі залишилися подібними до попередніх періодів. Так, особини 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 7,2 і 13,0 % ($p < 0,05$), тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед цьоголітками 1-ї групи на 9,0 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї груп у цей період збільшилася до 1,72 г, або до 24,2 % на користь останніх.

На 35 добу найвищої маси тіла досягли цьоголітки 5-ї групи, які переважали аналогів контрольної на 12,8 % ($p < 0,01$). У той же час форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 0,92 і 0,32 г, або на 10,2 ($p < 0,05$) і 3,5 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 48 і 56 % відповідно, у цей період збільшилася й становила 25,6 % ($p < 0,001$) на користь останніх.

Із початком 40 доби досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних аналогів відповідно на 6,5 і 12,8% ($p < 0,01$). У цей період цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 10,9 ($p < 0,05$) і 4,6 %. Різниця між показниками маси

тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп була високовірогідною ($p < 0,001$) і становила 26,6 %.

На час закінчення досліду (45 доба) вищої маси тіла досягла форель 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів контрольної групи відповідно на 0,73 і 1,41 г, або на 6,4 та 12,3 % ($p < 0,01$). У цей період цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за вказаним показником контрольним ровесникам відповідно на 1,32 і 0,53 г, або на 11,5 ($p < 0,05$) і 4,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 48 і 56 % відповідно, у цей період становила 27,0 % на користь останніх.

Отже, збільшення вмісту протеїну у кормі цьоголіток від 52 до 56 % достовірно збільшує їх масу тіла, тоді як зменшення показника сирого протеїну у комбікормі до рівня 48 % спричиняє зниження показників росту форелі.

Проведений опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 3.25).

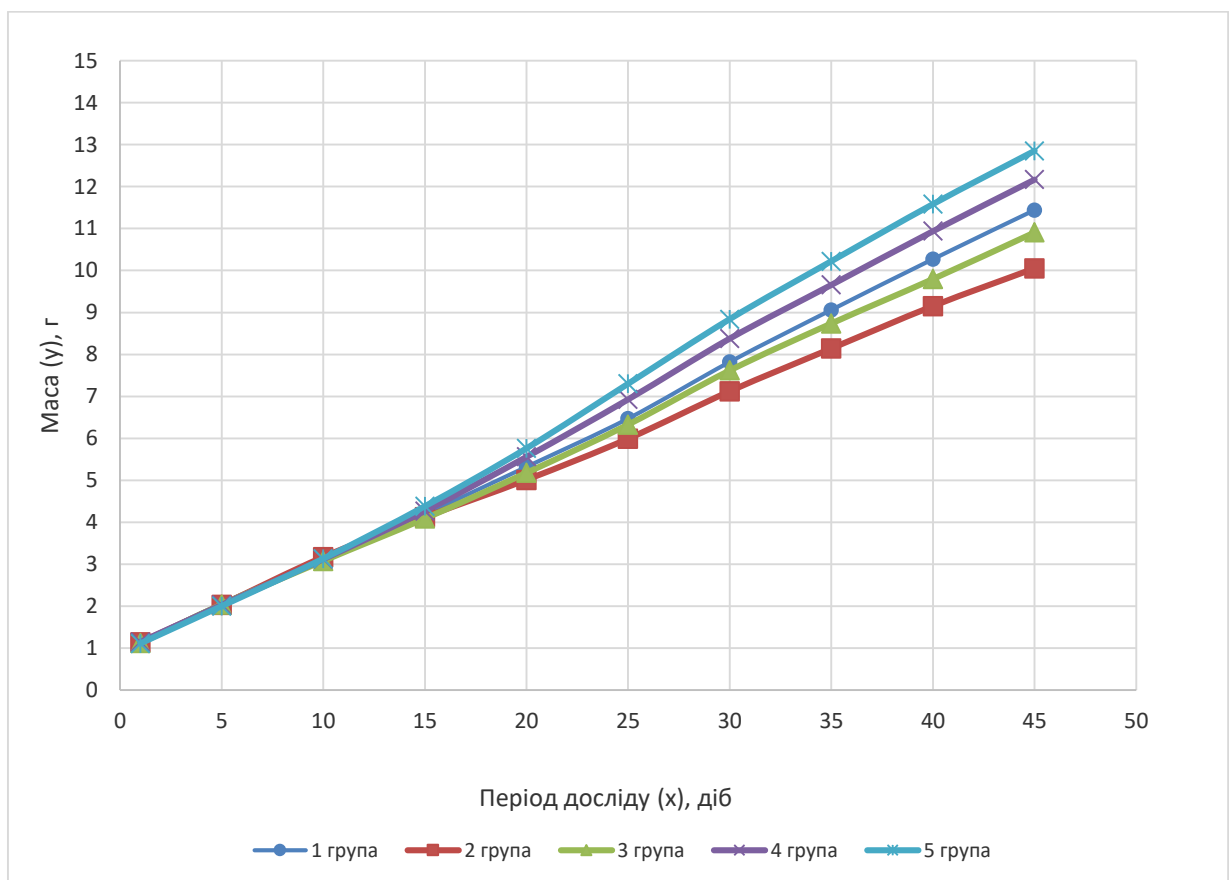


Рис. 3.25. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення

За допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою описано ріст цьоголіток форелі. За зміною періоду досліду (x) залежно від рівня протеїну у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголіток (функція – y):

1 група (52 % СП):

$$y = 0,0005x^2 + 0,211x + 0,9439 (R^2 = 0,9997);$$

2 група (48 % СП):

$$y = -0,0001x^2 + 0,207x + 0,9923 (R^2 = 0,9995);$$

3 група (50 % СП):

$$y = 0,0002x^2 + 0,2126x + 0,9138 (R^2 = 0,9996);$$

4 група (54 % СП):

$$y = 0,0006x^2 + 0,2292x + 0,8384 (R^2 = 0,9993);$$

5 група (56 % СП):

$$y = 0,0006x^2 + 0,2454x + 0,7317 (R^2 = 0,9989).$$

Однофакторний дисперсійний аналіз (рис. 3.26) свідчить, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на їх масу. Частка впливу згаданого фактора становить 84,8 %, що у 5,6 раза більше за вплив інших.

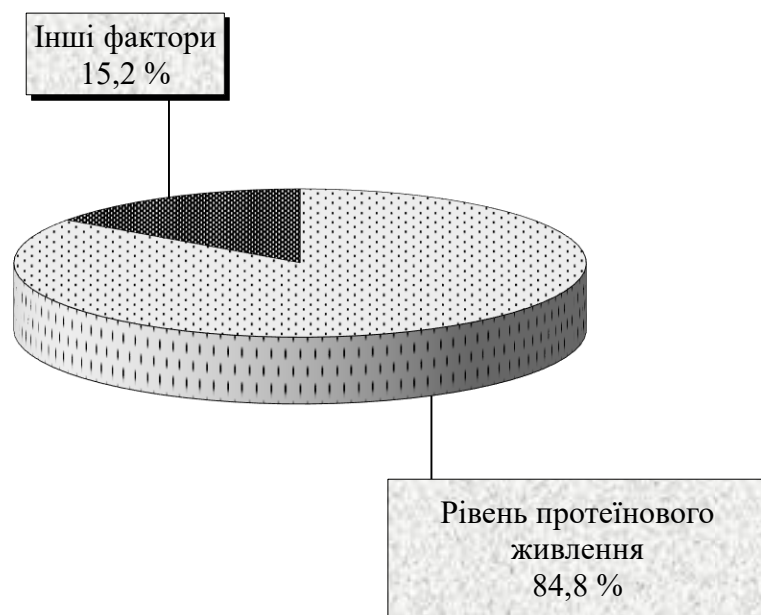


Рис. 3.26. Вплив рівня протеїнового живлення цьоголіток форелі на зміну їх маси тіла

Зіставляючи між собою дані показника абсолютного приросту маси тіла цьоголіток форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом сирого протеїну (табл. 3.65), варто зазначити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними екземплярами виявилася незначною. Проте з початком основного періоду дослідження ситуація змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідження цьоголітки 2-, 4- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла переважали аналогів контрольної групи відповідно на 6,5; 1,9 і 5,6 %, тоді як риби 3-ї групи поступалися перед останніми за цим показником на 2,8 %.

Таблиця 3.65

Абсолютний приріст маси тіла молоді форелі за різного протеїнового живлення, г, n=20000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,92	0,89	0,92	0,88	0,89
6-10	1,07	1,14	1,04	1,09	1,13
11-15	1,06	0,95	1,01	1,15	1,25
16-20	1,13	0,89	1,09	1,29	1,38
21-25	1,15	0,98	1,15	1,37	1,54
26-30	1,35	1,13	1,29	1,45	1,54
31-35	1,24	1,02	1,12	1,28	1,38
36-40	1,21	1,01	1,06	1,28	1,36
41-45	1,17	0,97	1,11	1,23	1,27
Приріст за основний період дослідження (6-45 діб)	9,38	8,09	8,87	10,14	10,85

Аналогічну закономірність спостерігали і в наступні п'ять діб дослідження. Так, абсолютний приріст маси тіла у вказаний період у цьоголіток 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної групи, відзначено вищим

відповідно на 8,5 та 17,9 %. Особини 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками 1-ї групи за цим показником відповідно на 10,4 і 4,7 %.

Найвищим показником абсолютного приросту маси тіла у період з 16 по 20 добу досліду вирізнялися цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 14,2 та 22,1 %. Водночас особини 2- і 3-ї груп поступались аналогам 1-ї групи відповідно на 21,2 і 3,5 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за таким показником у цей період становила 55,1 %.

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки форелі 5-ї групи, які одержували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 54 %, а найнижчими – аналоги 2-ї групи, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 46 %. Зокрема, особини 4- і 5-ї груп виявляли вищий абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 19,1 та 33,9 %, тоді як ровесники 2-ї групи поступалися перед останніми за цим показником на 14,8 %. Абсолютний приріст маси тіла форелі 1- і 3-ї груп у згаданий період був аналогічним за значенням.

Найвищий показник абсолютного приросту маси тіла зафіксовано у цьоголіток усіх піддослідних груп у період з 26 по 30 добу досліду. У вказаний проміжок часу найнижчі абсолютні прирости маси тіла були притаманні для особин 2-ї групи, які за цим показником поступалися перед контрольними аналогами на 16,3 %. Ровесники 4- і 5-ї груп переважали цьоголіток 1-ї групи відповідно на 7,4 та 14,1 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла форелі 2- і 5-ї груп у зазначений період становила 0,41 г, або 36,3 % на користь останніх.

У період від 31 до 35 доби найвищий абсолютний приріст маси тіла спостерігали у цьоголіток 5-ї групи, які переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 11,3; 35,3; 23,2 і 7,8 %.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) вищі абсолютні прирости маси тіла встановлено у форелі 4- і 5-ї груп, які отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 % відповідно. Вони

переважали аналогів контрольної групи, що споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 5,8 і 12,4 %. Цьоголітки 1-ї групи за цим показником перевершували ровесників 2- і 3-ї груп на 16,5 і 12,4 % відповідно.

У заключні дні досліду (41-45 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп за згаданим показником порівняно з ровесниками 1-ї групи дещо зменшилася, проте збереглася й становила відповідно 5,1 і 8,5 %, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 17,1 та 5,1 %.

Загалом більшими показниками абсолютного приросту маси тіла за основний період досліду (6-45 доба) виділялися цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником переважали контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну 50 %, відповідно на 8,1 і 15,7 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм з вмістом протеїну на рівні 46 і 48 %, у основний період досліду поступалися перед контрольними аналогами за таким показником відповідно на 13,8 і 5,4 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла досягла 34,1 %.

Як свідчать результати проведених досліджень упродовж періоду вирощування цьоголіток характер змін у середньодобових приростах їхньої маси тіла залежав від рівня протеїну у комбікормі та зміни динаміки масонакопичення (табл. 3.66). Встановлено, що у зрівняльний період досліду середньодобові прирости у форелі майже не відрізнялися, а в подальшому, за впливу різного протеїнового живлення, змінювалися по-різному. Так, доведено, що майже в усі періоди досліду цьоголітки, які споживали комбікорми з більшим вмістом сирого протеїну за середньодобовими приростами переважали аналогів, яким згодовували комбікорм із меншою протеїновою цінністю.

У період з 6 по 10 добу досліду найвищі середньодобові прирости маси тіла були притаманні форелі 2-ї групи, яка переважала аналогів 1-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 6,5; 9,6; 4,6 і 0,9 %.

У наступний період дослід (11-15 доба) цьоголітки 2- та 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 22 та 10 мг, тоді як ровесники 4- та 5-ї груп переважали останніх відповідно на 18 та 38 мг.

Таблиця 3.66

Середньодобові прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, г, n=20000

Період дослід, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,184	0,178	0,184	0,176	0,178
6-10	0,214	0,228	0,208	0,218	0,226
11-15	0,212	0,190	0,202	0,230	0,250
16-20	0,226	0,178	0,218	0,258	0,276
21-25	0,230	0,196	0,230	0,274	0,308
26-30	0,270	0,226	0,258	0,290	0,308
31-35	0,248	0,204	0,224	0,256	0,276
36-40	0,242	0,202	0,212	0,256	0,272
41-45	0,234	0,194	0,222	0,246	0,254
У середньому за основний період дослід (6-45 діб)	0,235	0,202	0,222	0,254	0,271

У віковому проміжку від 16 до 20 доби дослід більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися особини 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм з вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %. За цим показником вони переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 32 і 50 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали корм із вмістом протеїну на рівні 46 і 48 % відповідно, поступалися перед контрольними за вказаним показником у цей період дослід відповідно на 48 і 8 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла досягла 98 мг.

У наступному віковому періоді (21-25 доба) перевага за середньодобовим приростом маси тіла цьоголіток 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи становила відповідно 44 і 78 мг. Водночас особини 2-ї групи поступалися перед контрольними аналогами на 34 мг.

Найвищі середньодобові прирости маси тіла встановлено у форелі усіх груп у період з 26 по 30 добу досліду. Так, перевага цьоголіток 4- і 5-ї дослідних груп за таким показником над контрольними ровесниками становила відповідно 20 і 38 мг. Цьоголітки 2- і 3-ї груп за цим показником поступалися перед контрольними аналогам на 44 і 12 мг. Перевага ровесників 5-ї групи над особинами 2-ї за згаданим показником у вказаний період становила 82 мг.

На наступному етапі досліду (31-35 доба) ситуація не змінилася й перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася та становила відповідно 8 і 28 мг, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступались останнім відповідно на 44 і 24 мг.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищим показником середньодобового приросту маси тіла характеризувалися цьоголітки 5-ї групи, які переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 30; 70; 60 і 16 мг.

У заключний період досліду (41-45 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї, за цим показником дещо зменшилася, але збереглася і становила відповідно 12 і 20 мг, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися останнім відповідно на 40 і 12 мг. Перевага ровесників 5-ї групи над особинами 2-ї за таким показником у зазначений період становила 60 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду (6-45 діб) більшими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником переважали контрольних, яким задавали корм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 19 і 36 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну

на рівні 46 і 48 %, у основний період дослідження поступалися перед контрольними за вказаним показником відповідно на 33 і 13 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла за основний період дослідження становила 69 мг.

Графічний і математичний аналіз експериментальних даних свідчить, що зв'язок між рівнем протеїну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою до 10 г та їхніми середньодобовими приростами описується поліноміальною кривою з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації ($R^2=1$) (рис. 3.27).

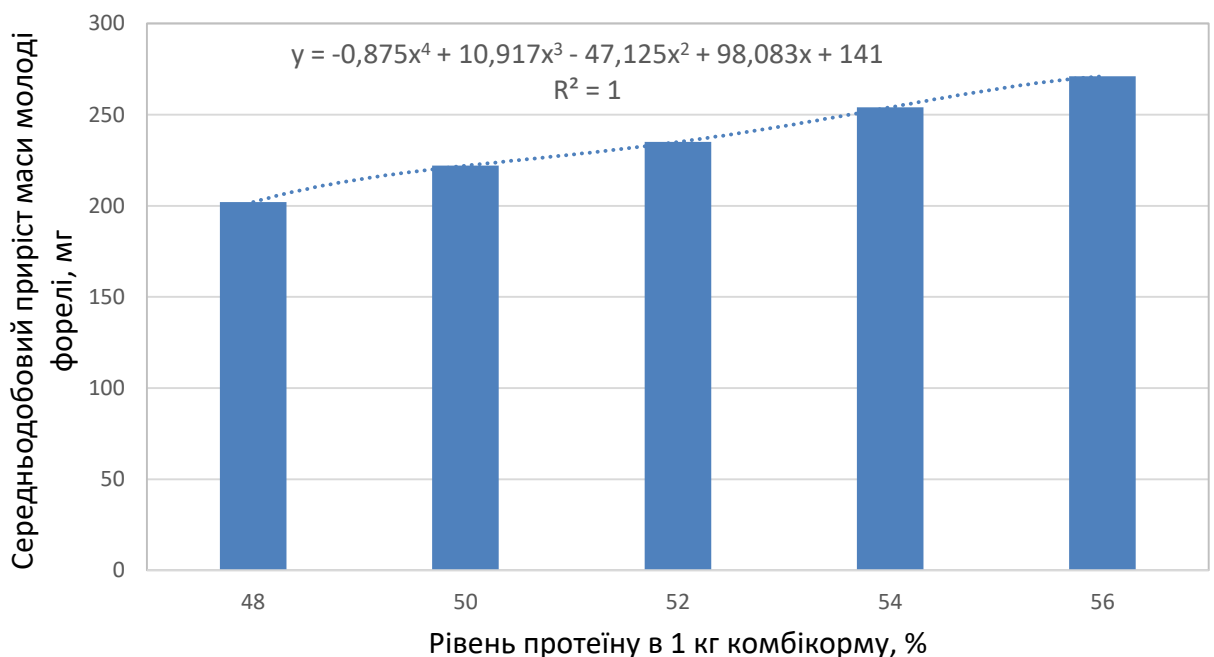


Рис. 3.27. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами цьоголіток форелі

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,62$, $p<0,001$).

Характеризуючи інтенсивність росту цьоголіток форелі, які споживали корм із різною протеїновою цінністю, варто зазначити, що за зрівняльний період дослідження різниця між піддослідними рибами за відносним приростом маси тіла знаходилася в межах 0,3-2,9 % (табл. 3.67). Проте вже у період 6-10 доба дослідження цьоголітки 2-, 4- і 5-ї груп за відносними приростами маси тіла переважали аналогів контрольної групи відповідно на 2,6; 1,1 і 2,9 %.

Водночас піддослідна форель 3-ї групи поступалася перед контрольною за згаданим показником на 0,6 %.

Таблиця 3.67

**Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня
протеїнового живлення, %, n=20000**

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	57,5	56,2	58,2	55,3	57,2
6-10	41,2	43,8	40,6	42,3	44,1
11-15	29,0	26,1	28,2	31,1	33,3
16-20	23,8	19,5	23,5	26,2	27,2
21-25	19,5	17,8	20,0	21,9	23,6
26-30	18,9	17,2	18,5	18,9	19,1
31-35	14,7	13,4	13,7	14,2	14,5
36-40	12,5	11,7	11,4	12,4	12,5
41-45	10,8	10,1	10,7	10,6	10,4
Приріст за основний період дослідження (6-45 діб)	139,0	133,2	137,0	142,8	146,1

Подібну закономірність спостерігали й на 11-15 добу дослідження, коли найвищими показниками відносного приросту маси тіла виділялися цьоголітки 5-ї групи, які переважали ровесників з інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 4,3; 7,2; 5,1 і 2,2 %.

У наступний віковий період найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися особини 2-ї дослідної групи, які поступалися за цим показником контрольним ровесникам на 4,3 %. У вказаний період цьоголітки форелі 4- і 5-ї груп за таким показником переважали контрольних аналогів відповідно на 2,4 і 3,4 %.

Починаючи з 21-ї доби дослідження і до його закінчення відносні прирости маси тіла форелі знижувалися. Так, у віковому проміжку 21-25 доба дослідження

форель 5-ї групи переважала за цим показником аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно на 4,1; 5,8; 3,6 і 1,7 %.

У наступний віковий період відносні прирости маси тіла цьоголіток 1-, 4- та 5-ї груп були майже однаковими (18,9-19,1 %), тоді як ровесники 2-ї групи поступалися за згаданим показником перед контрольними аналогами на 1,7 %.

На 31-35 добу досліду за відносним приростом маси тіла форель 1-, 4- і 5-ї груп майже не відрізнялася і зазначений показник знаходився у них в межах від 14,2 до 14,7 %. У цей період ровесники 2-ї дослідної групи поступалися контрольним аналогам за відносними приростами маси тіла на 1,3 %.

У наступний віковий період (36-40 доба досліду) найнижчі абсолютні прирости маси тіла виявилися у цьоголіток форелі 3-ї групи, які поступалися перед аналогам 1-, 2-, 4 та 5-ї груп відповідно на 1,1; 0,3; 1,0 та 1,1 %.

У заключний період досліду (41-45 доба) найвищі абсолютні прирости маси тіла спостерігали у цьоголіток контрольної групи, які перевершували за цим показником ровесників дослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 0,7; 0,1; 0,2 та 0,4 %.

Загалом, у середньому, за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла відзначалися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 54 і 56 %, які за цим показником переважали контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну 52 %, відповідно на 3,8 і 7,1 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 48 і 50 %, поступалися перед контрольними, за згаданим показником у основний період досліду, відповідно на 5,8 і 2,0 %. Різниця за відносними приростами маси тіла в основний період досліду між ровесниками 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну відповідно на рівні 48 і 56 % становила 12,9 %.

Таким чином аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток райдужної форелі до маси тіла 10 г показав, що із збільшенням рівня

протеїну у комбікормі від 52 до 56 % достовірно збільшуються показники вагового росту, тоді як зменшення згаданого показника до 48 % викликає діаметрально протилежний ефект.

У цьому науково-господарському досліді встановлено, що різний протеїновий рівень живлення цьоголіток форелі з початковою масою понад 10 г позначається на їх продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток у зрівняльний період досліді (табл. 3.68), підтвердив аналогічність відібраних особин, за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.68

Маса цьоголіток форелі у зрівняльний період досліді, г, n=20000

Група	Доба досліді	
	1	5
1-а	10,58±0,389	11,43±0,367
2- а	10,70±0,429	11,57±0,475
3-я	10,74±0,395	11,61±0,454
4-а	10,61±0,370	11,49±0,337
5-а	10,42±0,324	11,29±0,376

Із початком основного періоду досліді, за рахунок змін рівня протеїнового живлення цьоголіток форелі, спостерігалися суттєві зміни у показниках її маси (табл. 3.69). Зокрема, вже на 10 добу досліді найвищої маси тіла досягли цьоголітки 3-ї групи, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 48 %, які за цим показником переважали контрольних, яким згодовували корм із вмістом протеїну 50 %, на 0,8 %.

Відмінності у масі піддослідної риби відзначено і на 15 добу досліді. Так, форель 4- і 5-ї груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 1,9 та 2,5 %, тоді як цьоголітки 2-ї поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником на 1,5 %.

Аналогічні зміни у масі характерні для піддослідної риби і на 20 добу досліді, коли форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних

відповідно на 3,1 і 4,8 %, а аналоги 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником відповідно на 2,3 та 0,3 %. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою риби, яка отримувала корм із вмістом протеїну на рівні 54 % (5-а група) над тими, що споживали комбікорм із вмістом протеїну 46 % (2-а група) становила 7,3 %.

Таблиця 3.69

Маса цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення у основний період досліді, г, n=20000

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
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 1-ю групою.

Подібна тенденція до змін у масі цьоголіток дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліді цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 3,8 і 6,6 %. Водночас форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою аналогам 1-ї групи відповідно на 3,7 і 0,9 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 1,67 г, або до 10,6 % на користь останніх.

Після закінчення першого місяця дослідження тенденція зміни маси тіла цьоголіток форелі залишилася подібною до попередніх періодів. Зокрема, особини 4- і 5-ї дослідних груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 5,2 і 8,7 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї дослідних груп поступалися цьоголіткам 1-ї контрольної групи на 4,8 і 1,7 %. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 5-ї дослідних груп у цей період збільшилася до 14,2 % на користь останніх.

На 35 добу вищої маси тіла досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які виявляли перевагу над аналогами контрольної групи відповідно на 6,0 і 9,9 % ($p < 0,05$). Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 5,7 і 2,2 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 54 % відповідно, у цей період збільшилася й становила 16,5 % на користь останніх.

Із початком 40 доби дослідження форель 4- і 5-ї дослідних груп за масою переважала контрольних аналогів відповідно на 5,8 і 10,1% ($p < 0,05$). У цей період цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 6,4 і 2,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період становила 17,7 %.

У наступний віковий період цьоголітки, які споживали комбікорм із рівнем протеїну 52 (4-а група) і 54 % (5-а група), за масою переважали тих, що одержували корм з протеїновою цінністю 50 % (1-а група), відповідно на 1,36 і 2,37 г ($p < 0,05$), а аналоги, яким згодовували корм із рівнем протеїну 46 (2-а група) та 48 % (3-я група), поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 1,51 та 0,64 г. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою тіла риби, яка отримувала корм з вмістом протеїну 54 % над тими, що споживали комбікорм із вмістом протеїну 46 %, становила 3,88 г ($p < 0,001$).

На 50 добу дослідження цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 6,7 і 11,5 % ($p < 0,05$). Водночас форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи

відповідно на 7,7 ($p < 0,05$) і 3,3 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у згаданий період була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 20,8 % на користь останніх.

Під кінець досліду на 55 добу вищої маси тіла досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 7,1 та 12,3 % ($p < 0,05$). При цьому аналоги 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,85 і 0,81 г, або на 8,1 і 3,6 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 54 % відповідно, по завершенні досліду становила 22,2 % на користь останніх.

Виконаний опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну S-подібну форму кривої росту (рис. 3.28).

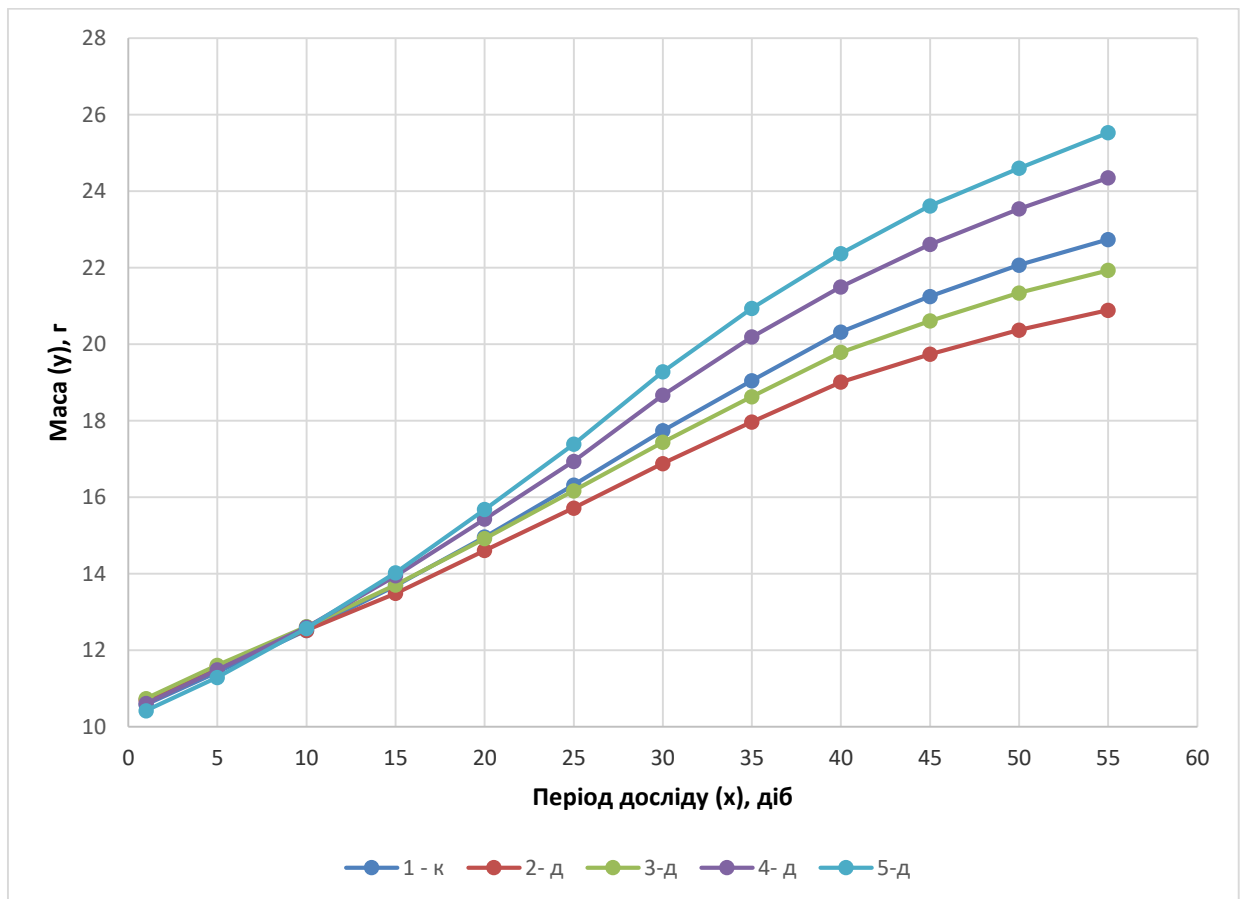


Рис. 3.28. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення

Також ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня протеїну у комбікормі можна спрогнозувати їх масу тіла (функція y):

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):

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

4 група (52 % СП):

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

5 група (54 % СП):

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

Дані однофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.29) свідчать, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі до моменту входження у зимівлю з високою часткою достовірності ($p < 0,001$) впливав на масу тіла піддослідної форелі. Частка впливу згаданого фактора становить 85,3 %, що майже у 6 разів більше, ніж вплив інших чинників.

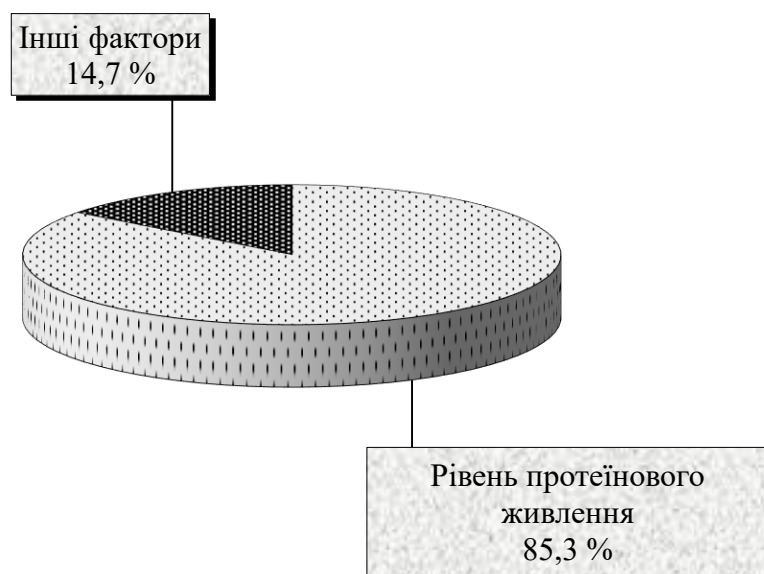


Рис. 3.29. Вплив рівня протеїнового живлення цьоголіток на динаміку маси тіла форелі

Зіставляючи між собою дані абсолютного приросту маси тіла цьоголіток форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом протеїну (табл. 3.70), варто зазначити, що у зрівняльний період різниця між піддослідими рибами була незначною і коливалася в межах від 0,01 до 0,03 г. Проте з початком основного періоду дослідів ситуація змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідів цьоголітки 5-ї групи за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів контрольної групи на 17,4 %, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 12,8 і 7,3 %.

Таблиця 3.70

**Абсолютні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня
протеїнового живлення, г, n=20000**

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,85	0,87	0,87	0,88	0,87
6-10	1,09	0,95	1,01	1,11	1,28
11-15	1,17	0,97	1,09	1,35	1,46
16-20	1,27	1,12	1,21	1,48	1,65
21-25	1,36	1,11	1,25	1,51	1,71
26-30	1,42	1,16	1,27	1,73	1,89
31-35	1,31	1,09	1,19	1,52	1,66
36-40	1,27	1,04	1,16	1,31	1,43
41-45	0,93	0,73	0,82	1,11	1,25
46-50	0,82	0,63	0,73	0,93	0,98
51-55	0,67	0,52	0,59	0,81	0,93
Приріст за основний період дослідів (6-55 діб)	11,31	9,32	10,32	12,86	14,24

Подібне спостерігали і у наступні п'ять діб досліду. Так, абсолютний приріст маси тіла у форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної групи, виявився вищим відповідно на 15,4 і 24,8 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками контрольної за згаданим показником відповідно на 17,1 і 6,8 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за таким показником становила 50,5 % на користь останніх.

Вищі показники абсолютного приросту маси тіла у період з 16 по 20 добу досліду були притаманні для цьоголіток 4- та 5-ї дослідних груп, які мали перевагу над контрольними ровесниками відповідно на 16,5 та 29,9 %. Водночас риби 2- і 3-ї груп поступалися аналогам 1-ї групи відповідно на 11,8 і 4,7 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за цим показником у вказаний період становила 47,3 %.

У наступний період найвищими абсолютними приростами маси тіла виділялися цьоголітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із 54 % вмістом сирого протеїну. Зокрема, у них відзначали вищий абсолютний приріст маси тіла, порівняно з аналогами усіх інших піддослідних груп, відповідно (за схемою досліду) на 25,7; 54,1; 36,8 та 13,2 %.

У період з 26 по 30 добу досліду найнижчі абсолютні прирости маси тіла зафіксовано у риби 2-ї дослідної групи, яка за цим показником поступалася перед аналогами 1-ї групи на 22,4 %, 3-ї – на 9,5 %, 4-ї – на 49,1 %, 5-ї – на 62,9 %.

У період від 31 до 35 доби вищі абсолютні прирости маси тіла були притаманні для форелі 4- і 5-ї груп, що вирізнялися перевагою над аналогами контрольної групи відповідно на 16,0 та 26,7 %. У той же час піддослідні цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 16,8 і 9,2 %. Різниця між показниками абсолютних приростів маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну 46 і 54 % відповідно, у цей період становила 52,3 % на користь останніх.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 5-ї групи, які

переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 12,6; 37,5; 23,3 та 9,2 %.

Упродовж наступних п'яти днів досліду вищі абсолютні прирости маси тіла спостерігали у форелі 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контрольну відповідно на 19,4 і 34,4 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися контрольним особинам за вказаним показником у цей час відповідно на 21,5 і 11,8 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла досягла 71,2 %.

У період з 46 по 50 добу досліду найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 5-ї групи, які за згаданим показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 19,5; 55,6; 34,2 і 5,4 %.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за цим показником становила відповідно 20,9 і 38,8 %, тоді як особини 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 22,4 та 11,9 %.

Загалом, більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період досліду вирізнялися цьоголітки форелі 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за таким показником переважали контрольних, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 1,55 і 2,93 г, або на 13,7 і 25,9 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм з вмістом протеїну на рівні 46 і 48 %, поступалися перед контрольними за цим показником у основний період досліду відповідно на 1,99 і 0,99 г, або на 17,6 і 8,8 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла у основний період досліду досягла 4,92 г, або 52,8 %.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування цьоголіток форелі характер змін показника середньодобового приросту маси тіла залежав від рівня сирого протеїну у комбікормі та відповідної динаміки маси форелі (табл. 3.71). Так, якщо у зрівняльний період досліду середньодобові прирости у піддослідних особин були близькими, то у подальшому, за впливу

різного рівня протеїнового живлення, вони змінювалися по-різному. Так, у період з 6 по 10 добу дослідів ровесники 5-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних аналогів на 38 мг. Різниця між показниками середньодобових приростів маси тіла форелі 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 54 % відповідно, становила 66 мг на користь останніх.

Таблиця 3.71

**Середньодобові прирости цьоголіток форелі за різного рівня
протеїнового живлення, г, n=20000**

Період дослідів, діб	Група				
	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
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 дослідів (6-55 діб)	0,226	0,186	0,206	0,257	0,285

Подібна ситуація спостерігалася й у наступний період дослідів (11-15 доба). Так, цьоголітки 2- і 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 40 та 16 мг, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 36 і 58 мг.

У віковому проміжку від 16 до 20 доби досліду більші середньодобові прирости маси тіла були притаманні для риби 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником переважали контрольних, яким задавали корм із вмістом сирого протеїну 50 %, відповідно на 42 та 76 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 48 %, поступалися перед контрольними за згаданим показником у цей період досліду відповідно на 30 і 12 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла досягла 106 мг.

У період з 21 по 25 добу досліду перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 30 і 70 мг. Разом із тим ровесники 2- і 3-ї груп поступалися контрольним аналогам відповідно на 50 і 22 мг.

У наступному віковому періоді перевага молоді 4- і 5-ї груп за цим показником над контрольними ровесниками становила відповідно 21,8 і 33,1 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп у вказаний період поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 18,3 та 10,6 %. Перевага ровесників 5-ї групи над такими 2-ї групи за згаданим показником у цей час становила 62,9 %.

На наступному етапі досліду (31-35 доба) ситуація не змінилася й перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла збереглася й становила відповідно 42 і 70 мг, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї групи поступалися перед останніми відповідно на 44 і 24 мг.

У наступний віковий період найвищими середньодобовими приростами маси тіла відзначалися цьоголітки 5-ї групи, які споживали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 54 %; вони переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 32; 78; 54 і 26 мг.

Упродовж наступних п'яти днів досліду вищі середньодобові прирости маси тіла були характерні для цьоголіток форелі 4- і 5-ї груп, що споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником

переважали контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 36 і 64 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 48 %, при цьому поступалися перед контрольними за згаданим показником відповідно на 40 і 22 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла у вказаний період досліду досягла 104 мг.

У період з 46 по 50 добу досліду найвищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися особини 5-ї групи, які за таким показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 32; 70; 50 і 10 мг.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами 1-ї групи, за цим показником зменшилася, проте збереглася й становила відповідно 28 і 52 мг, тоді як особини 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 30 і 16 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла досягла 82 мг.

Варто зазначити, що загалом за основний період досліду більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником переважали контрольних, що споживали корм із вмістом протеїну 50 %, відповідно на 31 і 59 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 46 і 48 %, поступалися перед контрольними за таким показником у основний період досліду відповідно на 40 і 20 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла за основний період досліду становила 99 мг.

Ефективність визначення масонакопичення у цьоголіток була доповнена й визначенням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.30).

Аналіз кореляцій між цими двома показниками вказує на слабкий, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,49$, $p<0,001$).

Аналізуючи інтенсивність росту цьоголіток форелі, що споживала комбікорм із різним вмістом протеїну, варто зауважити, що за зрівняльний період досліду різниця між піддослідними особинами за відносними приростами маси тіла у групах знаходилася в межах 0,1–0,3 % (табл. 3.72).

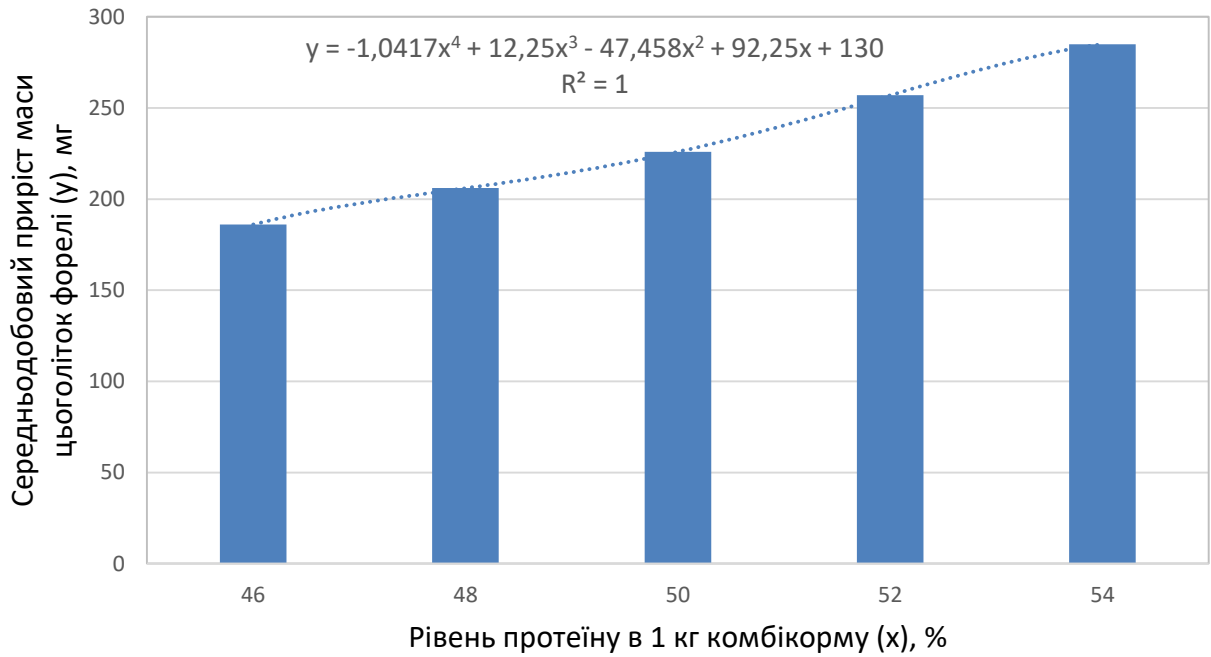


Рис. 3.30. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі

Із початком основного періоду досліду (6-10 доба) цьоголітки 5-ї дослідної групи за відносними приростами маси тіла переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,6; 2,8; 2,4 і 1,5 %.

Подібна закономірність спостерігалася й на 11-15 добу досліду, коли вищими відносними приростами маси тіла виділялися цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 1,3 та 2,1 %. Піддослідні особини 2- і 3-ї груп поступалися перед аналогами 1-ї групи за вказаним показником відповідно на 1,4 та 0,6 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп становила 3,5 %.

У наступний віковий період (16-20 доба) найменшими відносними приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 2- і 3-ї груп, які поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на

0,9 та 0,4 %. У цей період цьоголітки 4- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 1,2 і 2,2 %.

Таблиця 3.72

**Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня
протеїнового живлення, %, n=20000**

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	7,7	7,8	7,8	8,0	8,0
6-10	9,1	7,9	8,3	9,2	10,7
11-15	8,9	7,5	8,3	10,2	11,0
16-20	8,9	8,0	8,5	10,1	11,1
21-25	8,7	7,3	8,0	9,3	10,3
26-30	8,3	7,1	7,6	9,7	10,3
31-35	7,1	6,3	6,6	7,8	8,3
36-40	6,5	5,6	6,0	6,3	6,6
41-45	4,5	3,8	4,1	5,0	5,4
46-50	3,8	3,1	3,5	4,0	4,1
51-55	3,0	2,5	2,7	3,4	3,7
Приріст за основний період досліду (6-55 діб)	66,2	57,4	61,5	71,8	77,3

Під час наступних п'яти днів досліду цьоголітки форелі 4- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 0,6 та 1,6 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед особинами 1-ї групи відповідно на 1,4 та 0,7 %.

У період з 26 по 30 добу відносні прирости маси тіла у цьоголіток контрольної групи зафіксовано вищими, ніж у аналогів 2- і 3-ї груп, на 1,2 та 0,7 % відповідно. Одночасно вони поступалися за цим показником перед ровесниками 4- і 5-ї груп відповідно на 1,4 та 2,0 %.

На 31-35 добу досліду найменші відносні прирости маси тіла спостерігали у особин 2-ї групи, які за згаданим показником поступалися перед ровесниками усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 0,8; 0,5; 0,7 і 1,2 %.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 5-ї групи, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 54 %, та переважали аналогів інших груп на 0,1-1,0 %.

Упродовж наступних п'яти днів досліду вищі відносні прирости маси тіла відзначено у форелі 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контрольних відповідно на 0,5 і 0,9 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними за таким показником у цей час відповідно на 0,7 і 0,4 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за відносними приростами маси тіла становила 1,6 %.

У період з 46 по 50 добу досліду найвищі відносні прирости маси тіла встановлено у цьоголіток 5-ї групи, які за цим показником дещо переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 0,3; 1,0; 0,6 і 0,1 %.

У заключні дні досліду (51-55 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з аналогами 1-ї групи за згаданим показником становила відповідно 0,4 і 0,7 %, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 0,5 і 0,3 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за відносними приростами маси тіла становила 1,2 %.

Загалом, за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла характеризувались цьоголітки форелі 4- і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 і 54 %, які за цим показником переважали контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну на рівні 50 %, відповідно на 5,6 і 11,1 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із пониженим до 46 і 48 % відповідно вмістом протеїну, поступалися перед контрольними за таким показником у основний період досліду відповідно на 8,8 і 4,7 %. Різниця за відносними приростами

маси тіла у основний період дослідження між ровесниками 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 46 і 54 % відповідно, становила 19,9 %.

Таким чином аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток райдужної форелі до переведення їх на зимівлю показав, що найвищу динаміку росту виявляли особини, які споживали комбікорм із рівнем сирого протеїну 54 %.

3.3.2.3. Витрати корму та збереженість. Аналізуючи зміни маси тіла форелі та споживання нею корму на різних етапах дослідження встановлено, що стосовно особин, які одержували комбікорм із вищим вмістом перетравного протеїну зафіксовано менші витрати корму на 1 кг приросту маси тіла (табл. 3.73).

Таблиця 3.73

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, кг, n=20000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,414	0,422	0,410	0,427	0,416
6-10	0,541	0,514	0,548	0,530	0,512
11-15	0,731	0,802	0,749	0,687	0,648
16-20	0,871	1,041	0,879	0,797	0,772
21-25	0,619	0,672	0,605	0,556	0,521
26-30	0,637	0,693	0,650	0,636	0,631
31-35	0,804	0,878	0,858	0,830	0,815
36-40	0,934	0,997	1,017	0,940	0,937
41-45	1,076	1,148	1,081	1,088	1,113
У середньому за основний період дослідження (6-45 діб)	0,818	0,879	0,838	0,795	0,775

Зокрема, у особин 5-ї групи, які споживали комбікорм із рівнем протеїну 56 % згаданий показник за основний період дослідження знаходився на

рівні 0,775 кг за переважання аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно на 0,043; 0,104; 0,063 і 0,02 кг.

Графічний і математичний аналіз експериментальних даних свідчить, що зв'язок між рівнем протеїну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою до 10 г та витратою корму на 1 кг приросту маси тіла описується лінією тренду з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації ($R^2=1$) (рис. 3.31).

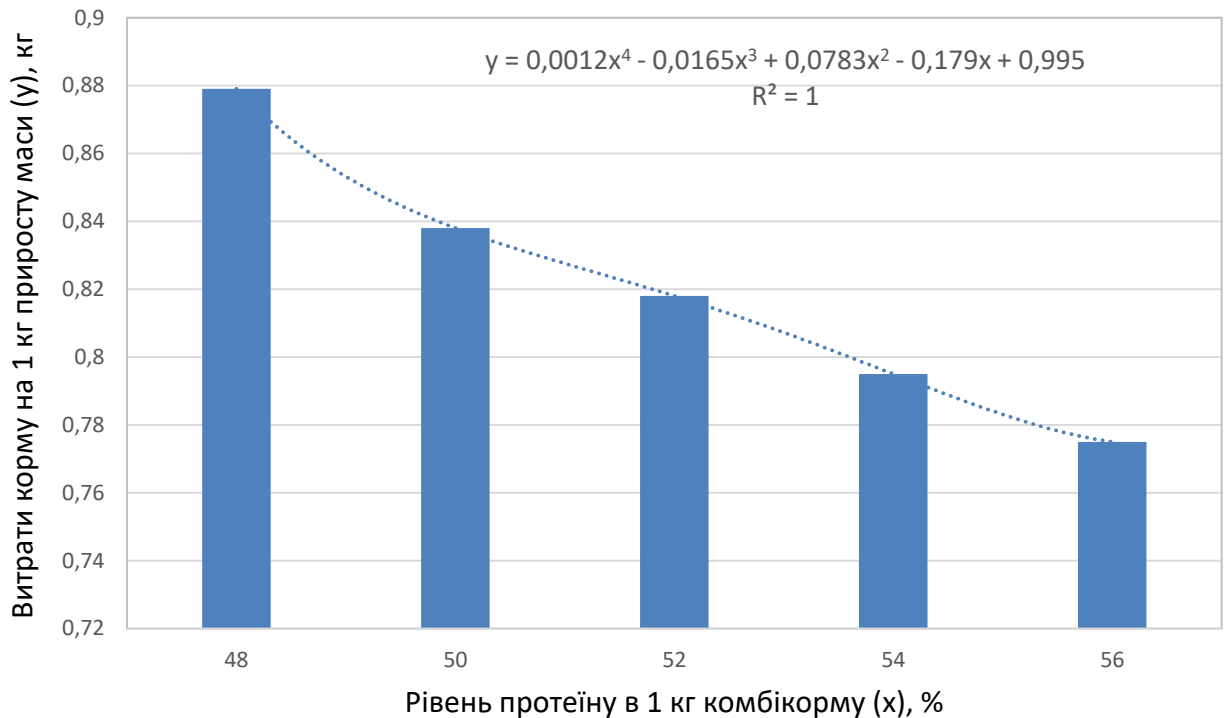


Рис. 3.31. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на одиницю приросту у цьоголіток форелі

Аналіз кореляцій між цими двома показниками вказує на слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,13$).

Збереженість піддослідної форелі в усіх вікових періодах дослідження була досить високою (табл. 3.74). Найвищою збереженістю характеризувалися цьоголітки 4- та 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну 54 і 56 % відповідно.

Отже, за вирощування цьоголіток райдужної форелі до маси тіла 10 г згодовування комбікормів із вмістом протеїну на рівні 54-56 % сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту маси тіла та незначному збільшенню збереженості.

Таблиця 3.74

Збереженість цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, % від кількості на початок дослідів, n=20000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	97,9	98,1	98,4	98,2	97,9
10	94,8	95,0	95,2	95,1	95,8
15	92,5	91,9	92,4	93,0	93,1
20	90,3	89,1	90,5	88,4	90,9
25	88,1	86,5	87,8	86,0	88,2
30	85,4	83,7	85,3	84,4	85,1
35	82,6	81,0	82,4	82,9	82,5
40	80,2	77,9	79,5	80,7	80,3
45	77,6	75,2	76,9	78,1	77,8

Стосовно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі сприяє зменшенню витрат корму на одиницю приросту маси тіла (табл. 3.75).

Таблиця 3.75

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення, кг, n=20000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,807	0,798	0,801	0,783	0,779
6-10	0,689	0,791	0,750	0,681	0,589
11-15	0,702	0,834	0,755	0,620	0,577
16-20	0,707	0,783	0,740	0,626	0,570
21-25	0,720	0,850	0,776	0,673	0,610
26-30	0,750	0,873	0,824	0,648	0,612
31-35	0,873	0,989	0,939	0,797	0,757
36-40	0,800	0,914	0,853	0,821	0,782
41-45	1,142	1,352	1,257	1,018	0,945
46-50	1,346	1,617	1,462	1,266	1,255
51-55	1,697	2,009	1,858	1,503	1,373
У середньому за основний період дослідів (6-55 діб)	0,943	1,091	1,016	0,868	0,806

Зокрема, у середньому, за основний період досліду, витрати корму у цьоголіток форелі 5-ї групи (54 %) дорівнювали 0,806 кг, що було на 0,137; 0,285; 0,210 і 0,060 кг менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- і 4-ї груп, які споживали комбікорм із нижчими рівнями протеїну.

Ефективність використання комбікормів цьоголітками форелі масою понад 10 г була доповнена й визначенням залежності між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла (рис. 3.32).

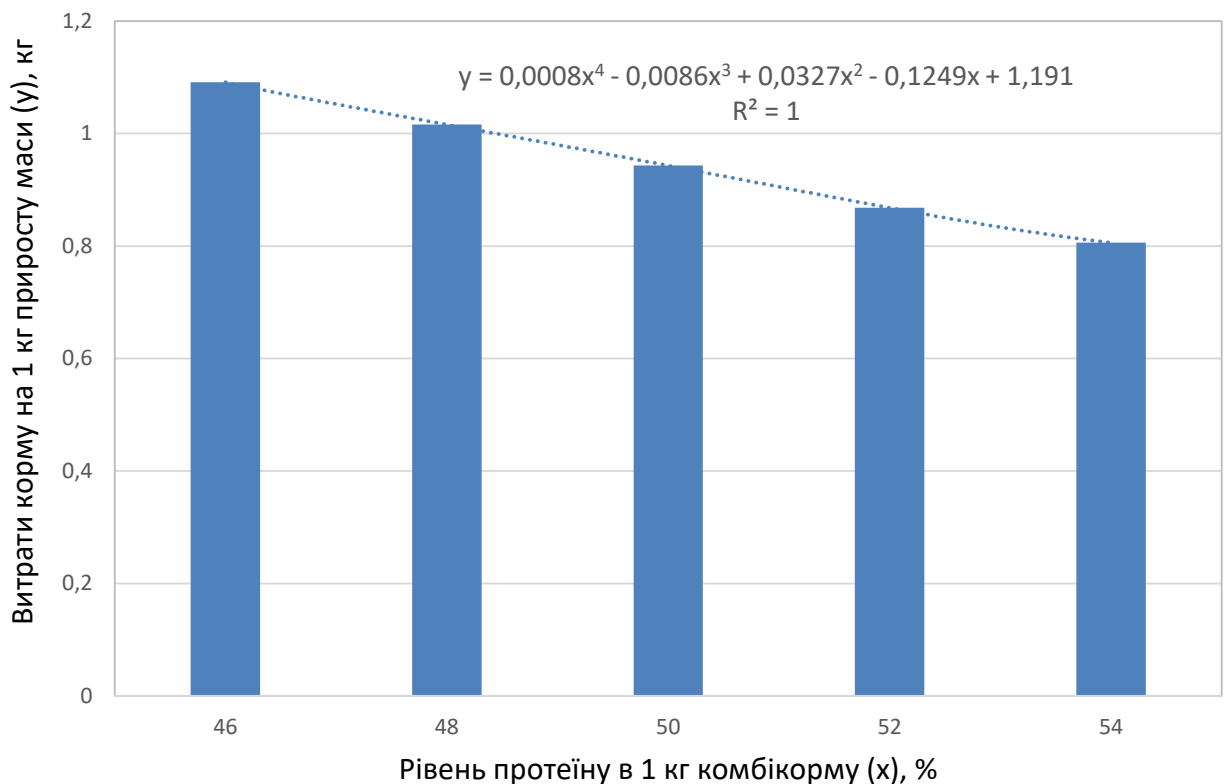


Рис. 3.32. Залежність між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на одиницю приросту у цьоголіток форелі

Кореляційний аналіз свідчить, що між цими двома показниками існує вірогідний слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,38$, $p < 0,01$).

Згідно з проведеними дослідженнями, використання у живленні цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями протеїну суттєво не позначилося на їх збереженості (табл. 3.76). Збереженість форелі у досліді була високою і коливалася в межах від 82,1 до 83,7 %.

**Збереженість цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового
живлення, % від кількості на початок дослідів, n=20000**

Доба дослідів	Група				
	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

Таким чином, вирощування цьоголіток райдужної форелі до моменту переведення їх на зимівлю з використанням комбікорму із вмістом протеїну на рівні 54 % сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту маси тіла. Вміст протеїну у комбікормі за вирощування цьоголіток форелі суттєвого впливу на показники її збереженості не виявляє.

3.3.3. Вирощування товарної форелі

3.3.3.1. Характеристика живлення. У наступному науково-господарському досліді піддослідій форелі після зимівлі й до досягнення товарної маси згодували повнораціонні продукційні комбікорми (табл. 3.77) із наступною цінністю (табл. 3.78).

Склад продукційного комбікорму для товарної форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	7,24	7,56	-	-	-
Горох	9,61	20,00	20,00	5,40	18,76
Борошно: рибне	14,77	31,96	26,75	22,17	15,28
м'ясо-кісткове	2,68	0,12	1,34	6,48	-
м'ясне	8,11	4,79	5,31	1,87	10,89
кров'яне	-	2,28	2,64	-	-
пір'яне гідролізоване	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
соєве повножирове	-	15,77	23,84	9,69	-
Тваринні кров'яні клітини	-	-	-	-	3,16
Соєвий концентрат	28,92	-	-	25,00	23,98
Сироватка молочна суха	5,00	-	-	2,18	0,54
Глютен кукурудзяний	5,66	3,26	7,15	5,64	12,42
Дріжджі кормові	2,48	-	-	-	-
Висівки пшеничні	-	-	-	6,63	-
Риб'ячий жир	-	8,26	6,88	8,94	8,87
Соєва олія	9,22	-	-	-	-
Лізін	0,21	-	0,06	-	0,10
Метіонін	0,10	-	0,03	-	-
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Рівень протеїну у комбікормі регулювали переважно за рахунок змін компонентів із різним вмістом протеїну (різних видів борошна, гороху та пшениці), а вирівнювання за вмістом лізину і метіоніну – синтетичними амінокислотами.

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Сирий протеїн	48,00	44,00	46,00	50,00	52,00
Сирий жир	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Сира клітковина	2,40	2,45	2,71	2,91	2,77
Кальцій	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Фосфор загальний	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Лізин	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Метіонін	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Вітаміни: А, тис. МО	10	10	10	10	10
D ₃ , тис. МО	3	3	3	3	3
Е, мг	200	200	200	200	200

Загалом відмінності у протеїновій поживності комбікормів були передбачені схемою проведення восьмого науково-господарського дослідю.

3.3.3.2. Динаміка маси тіла товарної форелі. Як показали результати досліджень, різний протеїновий рівень живлення форелі до досягнення товарної маси тіла позначається на її продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст піддослідної форелі у зрівняльній період дослідю (табл. 3.79), підтвердив аналогічність відібраних екземплярів риби за відсутності значущої різниці між ними за масою. У подальшому, з початком основного періоду дослідю, за рахунок змін рівня протеїнового живлення форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках її маси тіла (табл. 3.80).

Одержані матеріали свідчать, що товарна форель, якій згодовували продукційні комбікорми з різною протеїновою поживністю, вирізнялася різною масою в усі часові проміжки основного періоду дослідю. Так, на 30 добу дослідю у дволіток 2-, 3 і 5-ї груп, що отримували комбікорм із вмістом

протеїну на рівні 44, 46 і 52 % відповідно, фіксували близьку масу, яка знаходилася в межах 75,6-76,0 г. Форель 1- і 4-ї груп, яка отримувала продукційний корм із вмістом протеїну 48 і 50 % відповідно, за масою випереджала аналогів інших груп – цей показник у неї становив 76,4-76,5 г.

Таблиця 3.79

Маса піддослідної форелі у зрівняльний період досліду, г, n=5000

Група	Доба досліду	
	1	10
1-а	55,3±2,48	61,6±2,73
2-а	56,1±2,13	62,3±2,46
3-я	54,8±2,37	61,2±2,52
4-а	55,1±3,13	61,4±3,52
5-а	54,5±2,99	60,7±3,20

Відмінності у масі піддослідної риби спостерігали і в наступні вікові періоди. Зокрема, за результатами четвертої декади досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 1,2 і 0,8 %, тоді як дволітки 2- і 3-ї групи поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 1,8 і 1,6 %.

Аналогічна ситуація зі змінами у масі характерна для форелі і на 50 добу досліду. Зокрема, аналоги 4- і 5-ї груп переважали контрольних особин у згаданий період відповідно на 1,8 і 2,0 %. Ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед аналогами 1-ї групи за цим показником відповідно на 3,5 та 2,3 %. Варто зауважити, що у цьому віці перевага за масою дволіток форелі, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 % (5-а група), над тими, що споживали комбікорм із вмістом протеїну 44 % (2-а група) становила 5,0 г, або 5,7 %.

Подібна тенденція до змін у масі форелі дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, після закінчення другого місяця досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних ровесників відповідно на 3,1 і 3,6 %. Водночас

дволітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за масою аналогам 1-ї групи відповідно на 4,2 і 2,5 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп у цей період збільшилася до 7,6 г на користь останніх.

Таблиця 3.80

Маса тіла форелі за різного рівня протейнового живлення у основний період досліді, г, n=5000

Доба досліді	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	61,6±2,73	62,3±2,46	61,2±2,52	61,4±3,52	60,7±3,20
20	69,0±2,99	69,6±2,87	68,6±3,13	68,9±3,96	68,1±3,45
30	76,4±3,24	76,0±3,10	75,6±2,88	76,5±3,52	75,8±3,77
40	83,4±3,98	81,9±3,56	82,1±3,87	84,4±4,33	84,1±4,01
50	90,7±4,30	87,5±4,20	88,6±4,49	92,3±4,27	92,5±4,18
60	98,2±4,78	94,1±4,92	95,7±4,68	101,2±4,62	101,7±5,22
70	106,9±5,16	101,8±4,76	103,9±4,89	111,8±4,83	113,4±5,03
80	116,3±5,89	110,4±5,36	113,0±4,89	124,3±5,56	127,8±5,46
90	128,5±5,24	121,1±4,78	124,5±5,46	137,4±5,08	142,7±5,62
100	140,9±5,96	131,4±5,11	135,8±5,70	151,9±5,74	158,4±6,03*
110	155,3±5,58	143,7±4,99	148,9±5,02	166,9±6,17	174,4±6,32*
120	170,1±6,05	155,9±5,32	162,3±5,47	182,6±6,38	191,5±7,22*
130	186,4±6,37	170,6±5,79	177,6±5,86	200,1±5,99	210,9±6,87**
140	203,5±5,74	186,4±6,26*	194,1±6,22	218,7±6,28	231,1±6,08***
150	221,8±6,02	203,0±5,94*	211,2±7,01	238,4±6,17	251,6±6,29***
160	238,0±6,15	218,1±6,78*	226,7±6,56	255,8±5,86*	270,0±7,84***
170	253,4±6,92	232,3±6,38*	241,4±7,14	271,5±6,11*	286,5±7,11***
180	268,1±7,45	244,6±6,65*	255,0±6,82	286,9±6,68	302,7±7,23***
190	279,9±7,24	254,7±6,84*	266,2±7,08	299,2±7,08	315,8±7,56***
200	288,6±8,01	262,0±7,14*	274,3±7,35	308,4±7,25	325,7±7,91***
210	296,4±8,25	268,6±7,43*	281,5±8,23	316,9±7,89	334,8±8,07***

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з 1-ю групою.

На 70 добу досліду динаміка маси тіла форелі залишилася подібною до попередніх періодів. Так, дволітки 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 4,6 і 6,1 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї групи відповідно на 4,8 та 2,8 %.

Із початком 80-ї доби досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних аналогів відповідно на 6,9 та 9,9 %. У цей час дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 5,1 і 2,8 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп збільшилася до 17,4 г.

На кінець третього місяця досліду вищої маси тіла досягли дволітки форелі 4- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 % відповідно. Вони переважали аналогів контрольної групи, які споживали корм із рівнем протеїну 48 %, відповідно на 6,9 та 11,1 %. Форель 2- і 3-ї груп, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 46 % відповідно, поступалася за вказаним показником контрольним ровесникам на 5,8 і 3,1 % відповідно. Різниця між показником маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, становила 17,8 % на користь останніх.

У 10 декаду досліду ситуація з динамікою маси тіла піддослідної форелі залишилася близькою до попередніх вікових періодів. Зокрема, особини 4- і 5-ї груп у вказаному віці переважали контрольних аналогів відповідно на 7,8 і 12,4 % ($p < 0,05$), тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї групи відповідно на 6,7 і 3,6 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп збільшилася до 27 г ($p < 0,001$).

На 110 добу досліду вищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи на 7,5 і 12,3 % ($p < 0,05$). Разом із тим дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником перед контрольними ровесниками на 7,5 і 4,1 % відповідно. Різниця між показником маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні

44 і 52 % відповідно, збільшилася і становила 21,4 % ($p < 0,001$) на користь останніх.

Із початком четвертого місяця досліду дволітки 4- та 5-ї груп за масою виявили перевагу над контрольними аналогами відповідно на 7,3 та 12,6 % ($p < 0,05$). Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед ровесниками 1-ї групи на 8,3 і 4,6 % відповідно. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 22,8 %.

На час закінчення 13 декади досліду вищої маси тіла досягли дволітки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 7,3 і 13,1 % ($p < 0,01$). Водночас форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за цим показником ровесникам, які споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 8,5 і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, становила 40,3 г, або 23,6 % на користь останніх.

На 140 добу досліду динаміка маси тіла піддослідної форелі залишилася подібною до попередніх періодів. Так, дволітки 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважали контрольних ровесників відповідно на 7,5 і 13,6 % ($p < 0,001$), тоді як аналогі 2- і 3-ї груп поступалися перед особинами 1-ї групи відповідно на 8,4 ($p < 0,05$) і 2,4 %. Різниця між показником маси тіла риби 2- і 5-ї груп становила 24,0 % ($p < 0,001$).

На час закінчення п'ятого місяця досліду найвищої маси тіла досягли дволітки 5-ї групи, які достовірно ($p < 0,001$) переважали аналогів контрольної групи на 29,8 г. Перевага аналогів 4-ї групи над контрольними виявилася дещо меншою і становила 16,6 г. Разом із тим дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником контрольним ровесникам відповідно на 8,5 ($p < 0,5$) і 4,8 %. Різниця між показником маси тіла форелі 2- і 5-ї груп, які

споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, становила 48,6 г ($p < 0,001$) на користь останніх.

У 16 декаду досліду дволітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 7,5 та 13,4 % ($p < 0,001$). Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 8,4 ($p < 0,5$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп у цей період становила 23,8 % ($p < 0,001$).

На час закінчення 170 доби досліду вищої маси тіла досягли дволітки, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, що одержували корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 7,1 ($p < 0,05$) і 13,1 % ($p < 0,001$). Зниження рівня протеїну з 48 % (1-а група) до 44 (2-а група) і 46 % (3-я група) спричиняло зменшення маси тіла риби відповідно на 8,3 ($p < 0,05$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 5-ї груп, яка споживала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, становила 23,3 % ($p < 0,001$) на користь останніх.

На час закінчення шостого місяця досліду вищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 7,0 і 12,9 % ($p < 0,001$). Товарна форель 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 8,8 ($p < 0,05$) і 4,9 %. Різниця між показниками маси тіла особин 2- і 5-ї груп збільшилася та становила 23,7 % на користь останніх.

У 19 декаду досліду дволітки форелі 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 19,3 та 35,9 г ($p < 0,001$). Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 25,2 ($p < 0,05$) і 13,7 г. Різниця між показником маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп була зафіксована на рівні 61,1 г ($p < 0,001$).

На 20 декаду вищої маси тіла досягли дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 6,8 і 12,9 % ($p < 0,001$). Товарна риба 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником контрольним

ровесникам відповідно на 9,2 ($p < 0,05$) і 5,0 %. Різниця за масою тіла дволіток 2- і 5-ї груп становила 24,3 % ($p < 0,001$) на користь останніх.

Упродовж сьомого місяця вищої маси тіла досягли товарні дволітки, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, яким згодовували корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 20,5 і 38,4 г ($p < 0,001$), або на 6,9 і 13,0 %. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за згаданим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 27,8 ($p < 0,05$) і 14,9 г, або на 9,4 і 5,0 %. Різниця між показниками маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом сирого протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, під час закінчення дослідів була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 24,6 % на користь останніх.

Виконаний опис росту товарної форелі за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту (рис. 3.33).

Ріст форелі, описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою свідчить, що у певний період росту товарної риби (x) залежно від рівня протеїну у продукційному комбікормі можна спрогнозувати її масу (y):

1 група (48 % СП):

$$y = 0,0027x^2 + 0,6797x + 51,569 \quad (R^2 = 0,9942);$$

2 група (44 % СП):

$$y = 0,0024x^2 + 0,5811x + 53,851 \quad (R^2 = 0,9936);$$

3 група (46 % СП):

$$y = 0,0025x^2 + 0,635x + 52,009 \quad (R^2 = 0,9943);$$

4 група (50 % СП):

$$y = 0,0026x^2 + 0,8156x + 48,768 \quad (R^2 = 0,9942);$$

5 група (52 % СП):

$$y = 0,0027x^2 + 0,8905x + 46,174 \quad (R^2 = 0,9936).$$

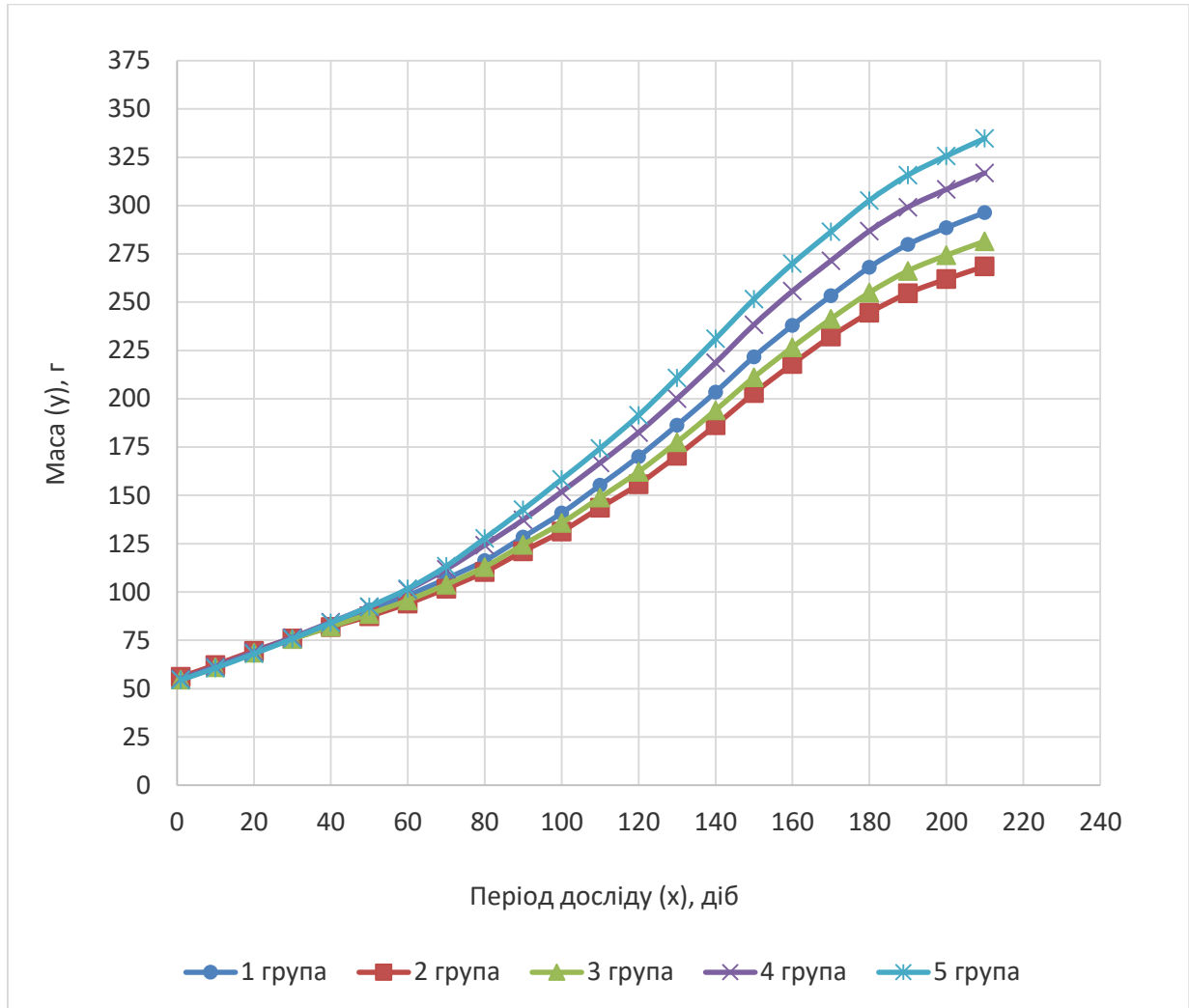


Рис. 3.33. Графічна модель росту товарної форелі за різного рівня протеїнового живлення

Дисперсійний аналіз отриманих даних (рис. 3.34), підтвердив, що різний рівень протеїнового живлення форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на наростання маси тіла товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 89,8 %, що у 8,8 раза більше ніж вплив інших чинників.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла райдужної форелі, що споживала комбікорм із різним вмістом протеїну (табл. 3.81), варто зауважити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними дволітками знаходилася в межах допустимої похибки. Проте з початком основного періоду дослідження ситуація дещо змінилася. Зокрема, під час третьої декади дослідження форель 5-ї групи за абсолютним приростом маси тіла переважала аналогів контрольної групи на 4,1 %, тоді як особини 2-ї

3-ї груп поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 13,5 і 5,4 %.

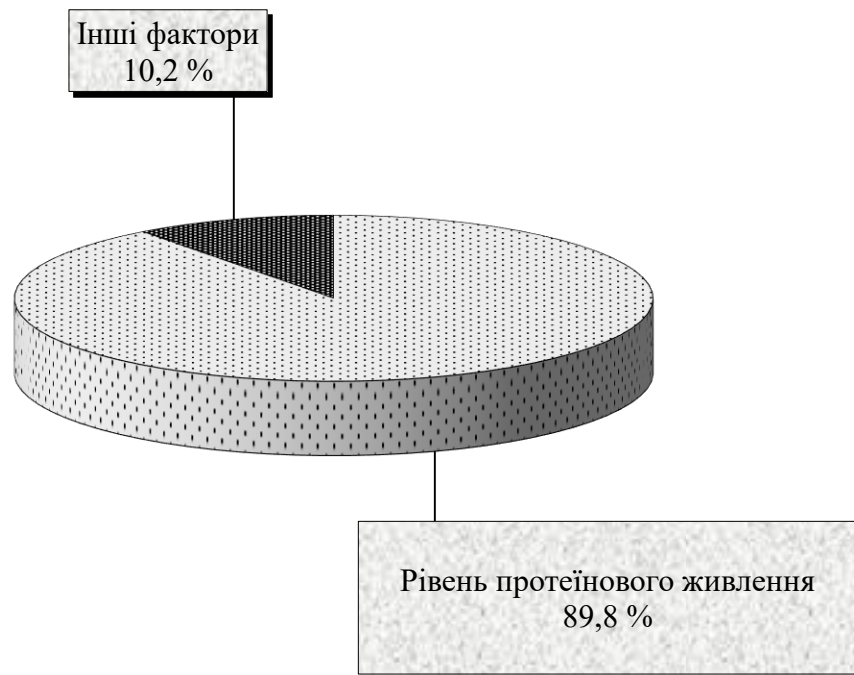


Рис. 3.34. Вплив рівня протеїнового живлення форелі на зміну її маси тіла

У наступні 10 діб дослідження абсолютний приріст маси тіла форелі 4- та 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної групи, виявився вищим відповідно на 12,8 та 18,6 %. Дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед ровесниками контрольної за таким показником відповідно на 15,7 і 7,1 %, а різниця між аналогами 2- і 5-ї груп становила 40,7 %.

У період п'ятої декади дослідження найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися особини 5-ї групи, які споживали корм із рівнем протеїну 52 %. Вони переважали аналогів з інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 15,1; 50,0; 29,2 і 6,3 %.

У наступний період (51-60 доба) найвищі показники абсолютного приросту маси тіла відзначено у дволіток форелі 4- і 5-ї груп, які переважали контроль відповідно на 18,7 і 22,7 %. Різниця між аналогами 2- і 5-ї груп у цей період становила 39,4 % на користь останніх.

Упродовж сьомої декади дослідження найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла характеризувалася піддослідна риба 5-ї групи, яка за цим

показником переважала ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 34,5; 51,9; 42,7 і 10,4 %.

Таблиця 3.81

**Абсолютні прирости маси тіла товарної форелі за різного рівня
протеїнового живлення, г, n=5000**

Період дослідду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	6,3	6,2	6,4	6,3	6,2
11-20	7,4	7,3	7,4	7,5	7,4
21-30	7,4	6,4	7,0	7,6	7,7
31-40	7,0	5,9	6,5	7,9	8,3
41-50	7,3	5,6	6,5	7,9	8,4
51-60	7,5	6,6	7,1	8,9	9,2
61-70	8,7	7,7	8,2	10,6	11,7
71-80	9,4	8,6	9,1	12,5	14,4
81-90	12,2	10,7	11,5	13,1	14,9
91-100	12,4	10,3	11,3	14,5	15,7
101-110	14,4	12,3	13,1	15,0	16,0
111-120	14,8	12,2	13,4	15,7	17,1
121-130	16,3	14,7	15,3	17,5	19,4
131-140	17,1	15,8	16,5	18,6	20,2
141-150	18,3	16,6	17,1	19,7	20,5
151-160	16,2	15,1	15,5	17,4	18,4
161-170	15,4	14,2	14,7	15,7	16,5
171-180	14,7	12,3	13,6	15,4	16,2
181-190	11,8	10,1	11,2	12,3	13,1
191-200	8,7	7,3	8,1	9,2	9,9
201-210	7,8	6,6	7,2	8,5	9,1
Приріст за основний період дослідду (11-210 діб)	234,8	206,3	220,3	255,5	274,1

У період від 61 до 70 доби вищі абсолютні прирости маси тіла встановлено у форелі 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів контрольної групи відповідно на 32,9 та 53,2 %. Форель 2-ї групи поступалася за цим показником перед контрольними ровесниками на 8,5 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у вказаний період становила 67,4 % на користь останніх.

Збільшення протеїнової поживності продукційних комбікормів для товарної форелі позначилося на показниках абсолютного приросту маси тіла і у наступний віковий період. Так, дволітки 5-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 % виділялися найвищими абсолютними приростами маси тіла, та переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 22,1; 39,3; 29,6 та 13,7 %.

На 10 декаду досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп порівняно з ровесниками 1-ї групи за цим показником збереглася й становила відповідно 16,9 і 26,7 %, тоді як дволітки 2- і 3-ї груп поступалися останнім відповідно на 16,9 та 8,8 %.

У наступні десять діб досліду ситуація зі змінами абсолютних приростів маси тіла дволіток форелі залишилася стабільною. Так, у 4- і 5-й групах вони виявили вищий абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 4,2 та 11,1 %, водночас ровесники 2- та 3-ї груп поступалися останнім за цим показником відповідно на 14,6 та 9,0 %.

У період від 111 до 120 доби вищі абсолютні прирости маси тіла спостерігали у форелі, яка споживала корм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %, і яка переважала аналогів, що отримували комбікорм із вмістом протеїну 48 %, відповідно на 6,1 та 15,5 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 17,6 і 9,5 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла особин 2- і 5-ї груп у вказаний період становила 40,2 % на користь останніх.

У першу декаду п'ятого місяця досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за зазначеним показником збереглася та становила відповідно 7,4 і 19,0 %, тоді як дволітки 2- і 3-ї груп дещо поступались останнім відповідно на 9,8 і 6,1 %.

Упродовж 13 декади досліду форель 4- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла переважала контрольних аналогів відповідно на 1,5 і 3,1 г. Дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 1,3 і 0,6 г. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї дослідних груп у цей період становила 4,4 г.

У період 141-150 доба досліду вищі абсолютні прирости маси тіла відзначено у дволіток форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 7,6 і 12,0 %. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за згаданим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 9,3 і 6,6 %. Різниця між показником приросту маси тіла риби 2- і 5-ї груп, яким задавали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, у вказаний період становила 23,5 %.

Упродовж 16 декади досліду найвищі прирости були характерні для товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 13,5; 21,9; 18,7 та 5,7 %.

Під час наступної декади досліду тенденція динаміки абсолютного приросту маси тіла піддослідної форелі збереглася. Так, риби 4- та 5-ї груп виявили вищий абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 1,9 та 7,1 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися останнім за цим показником відповідно на 7,8 та 4,5 %. Різниця між показником приросту маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп становила 16,2 %.

У період від 171 до 180 доби вищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялася товарна форель, якій згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вона переважала аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 4,8 і 10,2 %. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за цим показником ровесникам, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група) відповідно на 16,3 і 7,5 %. Різниця між показником приросту маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно, становила 31,7 %.

У перші 10 діб шостого місяця досліду форель 4- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла переважала контрольних аналогів

відповідно на 4,2 та 11,0 %. Особини 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 14,4 і 5,1 %. Різниця між показником маси тіла форелі 2- і 5-ї груп становила 29,7 %.

У період 191-200 доба вищими абсолютними приростами маси тіла виділялися дволітки 5-ї групи, які за цим показником переважали аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 13,7; 35,6; 22,2 та 7,6 %.

Упродовж останньої декади досліджень спостерігалось зменшення абсолютного приросту маси тіла товарної риби в усіх групах. Так, найнижчий приріст відзначено у товарної форелі 2-ї групи, яка за цим показником поступалась перед аналогами інших груп відповідно (за схемою досліду) на 18,2; 9,1; 28,8 і 37,9 %.

Загалом, у середньому за основний період досліду вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися товарні дволітки, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) і 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 8,8 і 16,7 %. Форель, якій задавали продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 (2-а група) і 46 % (3-я група), поступалася за цим показником ровесникам, що одержували комбікорм із рівнем протеїну 48 % (1-а група), відповідно на 12,1 і 6,2 %. Різниця між показником приросту маси тіла особин 2- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно становила 32,9 %.

Різний рівень протеїну у комбікормі, що одержувала форель, істотно позначившись на її масі, суттєво вплинув і на її середньодобові показники приросту маси тіла (табл. 3.82). Так, якщо у зрівняльній період досліду середньодобові прирости у піддослідних аналогів майже не відрізнялися (0,62-0,64 г), то у подальшому, за впливу різного протеїнового живлення, вони змінювалися по-різному. Зокрема встановлено, що майже в усі періоди досліду форель, яка споживала корми з вищим вмістом протеїну, переважала за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм із меншою протеїновою цінністю. Так, у період з 21 по 30 добу досліду аналогі

5-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла переважали ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 4,1; 20,3; 10,0 і 1,3 %.

Таблиця 3.82

Середньодобові прирости маси тіла дволіток форелі, г, n=5000

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,63	0,62	0,64	0,63	0,62
11-20	0,74	0,73	0,74	0,75	0,74
21-30	0,74	0,64	0,70	0,76	0,77
31-40	0,70	0,59	0,65	0,79	0,83
41-50	0,73	0,56	0,65	0,79	0,84
51-60	0,75	0,66	0,71	0,89	0,92
61-70	0,87	0,77	0,82	1,06	1,17
71-80	0,94	0,86	0,91	1,25	1,44
81-90	1,22	1,07	1,15	1,31	1,49
91-100	1,24	1,03	1,13	1,45	1,57
101-110	1,44	1,23	1,31	1,50	1,60
111-120	1,48	1,22	1,34	1,57	1,71
121-130	1,63	1,47	1,53	1,75	1,94
131-140	1,71	1,58	1,65	1,86	2,02
141-150	1,83	1,66	1,71	1,97	2,05
151-160	1,62	1,51	1,55	1,74	1,84
161-170	1,54	1,42	1,47	1,57	1,65
171-180	1,47	1,23	1,36	1,54	1,62
181-190	1,18	1,01	1,12	1,23	1,31
191-200	0,87	0,73	0,81	0,92	0,99
201-210	0,78	0,66	0,72	0,85	0,91
У середньому за основний період досліду (11-210 діб)	1,17	1,03	1,10	1,28	1,37

Під час четвертої декади форель 2- і 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалася контрольним аналогам відповідно на 110 і

50 мг, тоді як ровесники 4- і 5-ї груп переважали останніх відповідно на 90 і 130 мг. У наступному віковому проміжку (41-50 доба) середньодобові прирости маси тіла аналогів 4- та 5-ї груп відзначено вищими, ніж у контрольних ровесників, відповідно на 60 і 110 мг, одночасно останні переважали особин 2- і 3-ї груп відповідно на 170 та 80 мг.

Упродовж шостої декади досліду більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися дволітки 4- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %. За цим показником вони переважали контрольних, що отримували корм із вмістом протеїну на рівні 48 % відповідно на 140 та 170 мг. Дволітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 46 % поступалися контрольним аналогам відповідно на 90 та 40 мг. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла досягла 260 мг.

У наступному віковому періоді перевага форелі 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла становила відповідно 21,8 та 34,5 %. Водночас піддослідні дволітки 2-ї групи поступалися перед контрольними аналогам на 11,5 %.

У період 71-80 доба досліду перевага риби 4- і 5-ї груп за середньодобовими приростами над контрольними ровесниками становила відповідно 310 та 500 мг. Форель 2- і 3-ї груп за цим показником поступалася аналогам 1-ї групи відповідно на 80 та 30 мг. Перевага ровесників 5-ї групи над такими 2-ї за згаданим показником становила 580 мг.

На наступному етапі досліду (81-90 доба) ситуація не змінилася і перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася, проте зменшилася відповідно до 90 та 270 мг, тоді як форель 2- і 3-ї групи поступалися останнім відповідно на 150 та 70 мг.

Упродовж 10 декади досліду вищими показниками середньодобового приросту маси тіла вирізнялися дволітки 4- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 % відповідно, та переважали аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом протеїну 48 %,

відповідно на 110 та 230 мг. Особини 1-ї групи перевершували за цим показником ровесників 2- та 3-ї груп на 210 та 110 мг відповідно.

У наступні 10 діб досліду динаміка середньодобових приростів маси тіла залишилася стабільною. Так, дволітки форелі 4- та 5-ї груп виявляли вищий середньодобовий приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 60 та 160 мг, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником відповідно на 210 та 130 мг. Перевага ровесників 5-ї групи над такими 2-ї за цим показником становила 370 мг.

В останню декаду четвертого місяця досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися дволітки, які споживали корм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) та 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, що отримували корм із вмістом 48 % протеїну (1-а група), відповідно на 90 та 230 мг. Форель 2-ї групи поступалася за згаданим показником перед ровесниками 1- і 3-ї груп – відповідно на 260 і 120 мг. Різниця між показником середньодобового приросту маси тіла дволіток 2- і 5-ї груп становила 490 мг на користь останніх.

У період від 121 до 130 доби перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за цим показником збереглася й становила відповідно 120 і 310 мг, водночас аналогі 2-ї групи поступалися останнім на 160 мг.

На 14 декаді досліду дволітки 4- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 8,8 та 18,1 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за таким показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 7,6 і 3,5 %. Різниця між показниками середньодобового приросту маси тіла особин 2- і 5-ї груп становила 27,8 %.

Упродовж останньої декади п'ятого місяця досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 %. Вони переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 %, відповідно на 140 та 220 мг. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 46 %, поступалася за згаданим показником перед ровесниками, що споживали корм із рівнем протеїну 48 %, відповідно на 170

та 120 мг. Різниця між показниками приросту маси тіла дволіток, які одержували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 52 % відповідно становила 390 мг.

У період 151-160 доба дослідів найвищі середньодобові прирости маси тіла товарної риби спостерігали у форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідів) на 220; 330; 290 та 100 мг.

За період 16 декади дослідів тенденція змін середньодобових приростів маси тіла піддослідної форелі збереглася. Так, дволітки 4- і 5-ї груп виявляли вищі середньодобові прирости маси тіла, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 30 і 110 мг, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за таким показником відповідно на 120 і 70 мг. Різниця між приростом маси тіла форелі 2- і 5-ї груп у цей період становила 230 мг.

У період від 171 до 180 доби вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) та 52 % (5-а група). Вони переважали аналогів, які отримували корм із вмістом протеїну 48 % (1-а група) відповідно на 70 та 150 мг. Форель 3-ї групи поступалася за цим показником контрольним ровесникам на 110 мг. Різниця між абсолютним приростом маси тіла особин 1- і 2-ї груп становила 240 мг на користь перших, а між аналогами 2- та 5-ї груп – 390 мг на користь останніх.

Упродовж 19 декади дослідів форель 4- та 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла переважала контрольних аналогів відповідно на 50 та 130 мг. Дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 170 і 60 мг.

У період 191-200 доба дослідів вищими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися дволітки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 % та переважали аналогів, що споживали корм із рівнем протеїну 48 %, відповідно на 50 і 120 мг. Форель, яка отримувала продукційний комбікорм із вмістом протеїну на рівні 44 і 46 %, поступалася за цим показником перед ровесниками, що споживали корм із

рівнем протеїну 48 %, відповідно на 140 і 60 мг. Різниця між показниками приросту маси тіла особин 2- і 5-ї груп, яким згодовували комбікорм із вмістом протеїну 44 і 52 % відповідно, у вказаний період становила 260 мг.

Упродовж останніх десяти діб досліджу найвищий приріст маси тіла відзначали у товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліджу) на 130; 250; 190 і 60 мг.

Загалом, за основний період досліджу вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялася товарна форель, яка споживала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) та 52 % (5-а група). Вона, у середньому, переважала аналогів, що отримували корм із вмістом 48 % протеїну (1-а група), відповідно на 110 та 200 мг. Риби, що споживали корм із вмістом протеїну 44 (2-а група) і 46 % (3-а група) поступалися за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 140 і 70 мг. Різниця між показником середньодобового приросту маси тіла форелі 2 і 5-ї груп за основний період досліджу становила 340 мг на користь останніх.

Встановлено, що залежність між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.35). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,31$, $p<0,01$).

Характеризуючи інтенсивність росту товарної райдужної форелі, яка споживала комбікорм із різною протеїновою цінністю, варто зазначити, що у зрівняльний період досліджу різниця між піддослідними особинами за відносними приростами маси тіла у групах знаходилася в межах 0,3–0,5 % (табл. 3.83).

Проте вже у період третьої декади досліджу форель 5-ї групи за відносним приростом маси тіла переважала аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліджу) на 0,5; 1,9; 1,0 і 0,2 %.

Подібна ситуація спостерігалася і в наступний період, коли вищими відносними приростами маси тіла вирізнялися товарні дволітки 4- і 5-ї груп,

які переважали контрольних ровесників відповідно на 1,0 та 1,6 %.

Особини 2- і 3-ї груп за цим показником у згаданий період поступалися контрольним відповідно на 1,3 і 0,6 %.

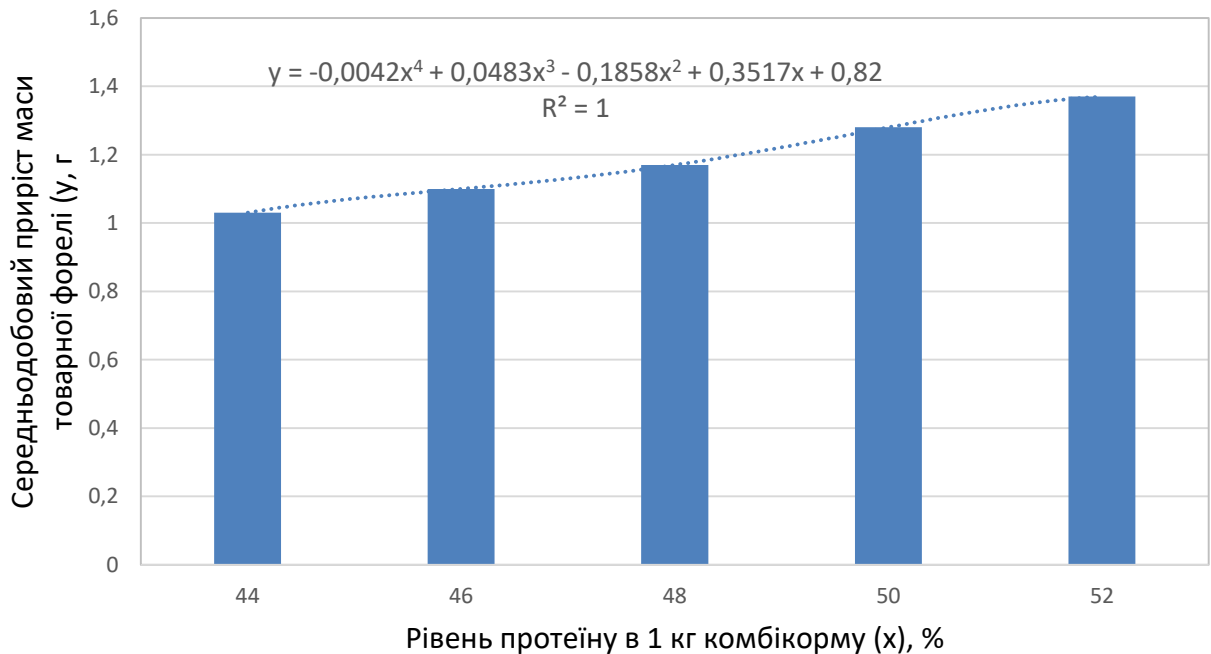


Рис. 3.35. Залежність між рівнем протеїну у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі

У наступний віковий період (41-50 доба) найменші відносні прирости маси тіла спостерігали у дволіток 2-ї групи, які поступалися перед ровесниками інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 1,8; 1,0; 2,3 і 2,9 %.

Упродовж шостої декади досліджу вищі відносні прирости маси тіла були притаманні для форелі, яка споживала корм із цінністю 50 і 52 % протеїну. За цим показником вона переважала контроль відповідно на 1,3 і 1,6 %.

Із початком третього місяця досліджу дволітки 4- і 5-ї груп за відносним приростом маси тіла переважали контрольних ровесників відповідно на 1,5 і 2,4 %. Аналоги 2- і 3-ї груп за цим показником поступалися перед контрольними відповідно на 0,6 і 0,3 %.

У віковому проміжку 71-80 доба форель 1- і 3-ї груп виявляла однакові відносні прирости і поступалася за згаданим показником перед ровесникам 4- і 5-ї груп відповідно на 2,2 і 3,5 %.

Відносні прирости маси тіла товарної форелі, %, n=5000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	10,8	10,5	11,0	10,8	10,8
11-20	11,3	11,1	11,4	11,5	11,5
21-30	10,2	8,8	9,7	10,5	10,7
31-40	8,8	7,5	8,2	9,8	10,4
41-50	8,4	6,6	7,6	8,9	9,5
51-60	7,9	7,3	7,7	9,2	9,5
61-70	8,5	7,9	8,2	10,0	10,9
71-80	8,4	8,1	8,4	10,6	11,9
81-90	10,0	9,2	9,7	10,0	11,0
91-100	9,2	8,2	8,7	10,0	10,4
101-110	9,7	8,9	9,2	9,4	9,6
111-120	9,1	8,1	8,6	9,0	9,3
121-130	9,1	9,0	9,0	9,1	9,6
131-140	8,8	8,9	8,9	8,9	9,1
141-150	8,6	8,5	8,4	8,6	8,5
151-160	7,0	7,2	7,1	7,0	7,1
161-170	6,3	6,3	6,3	6,0	5,9
171-180	5,6	5,2	5,5	5,5	5,5
181-190	4,3	4,0	4,3	4,2	4,2
191-200	3,1	2,8	3,0	3,0	3,1
201-210	2,7	2,5	2,6	2,7	2,8
Приріст за основний період досліджу (11-210 діб)	131,2	124,7	128,6	135,1	138,6

На наступному етапі дослідження ситуація не змінилася й перевага форелі 5-ї групи, порівняно з ровесниками інших груп, становила відповідно (за схемою дослідження) 1,0; 1,8; 1,3 і 1,0 %.

Упродовж 10 декади дослідження вищі відносні прирости маси тіла були притаманні дволіткам 4- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 і 52 % відповідно. Вони переважали аналогів контрольної групи, які одержували комбікорм із вмістом протеїну 48 %, відповідно на 0,8 і 1,2 %. Стосовно форелі 2- і 3-ї груп зафіксовано менший приріст маси тіла порівняно з контролем відповідно на 1,0 і 0,5 %.

У наступні 10 діб дослідження у товарної форелі 2-ї групи спостерігали найменші відносні прирости маси тіла і вона поступалася перед ровесниками з інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 0,8; 0,3; 0,5 і 0,7 %.

У період від 111 до 120 доби показник відносного приросту маси тіла риби 1-, 4- і 5-ї груп встановлено майже однаковими (9,1-9,3%), тоді як аналогі 2- і 3-ї груп поступалися контрольним ровесникам відповідно на 1,0 і 0,5 %.

У першу декаду п'ятого місяця дослідження форель 5-ї групи за відносним приростом випереджала аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідження) на 0,5; 0,6; 0,6 та 0,5 %.

Упродовж наступних 30 діб дослідження (14-, 15- і 16-а декади) показники абсолютного приросту маси тіла товарної форелі в усіх групах були майже однаковими (різниця коливалася у межах 0,1-0,3 %).

У період 161-170 доба дослідження найнижчими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 % – такі поступалися перед аналогами інших груп на 0,1-0,4 %.

Упродовж останньої декади шостого місяця досліджень товарна форель 3-, 4- і 5-ї груп виявляла однакові відносні прирости маси тіла, і перевершувала за цим показником аналогів 2-ї групи на 0,3 %, одночасно дещо поступаючись перед контролем.

За період останнього місяця дослідження суттєвої різниці за показником відносних приростів маси тіла у піддослідній форелі усіх груп не спостерігалося.

Загалом, за основний період дослідження вищими відносними приростами маси тіла вирізнялася форель, яка споживала комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 (4-а група) та 52 % (5-а група). У середньому, вона переважала аналогів, що отримували корм із рівнем 48 % протеїну (1-а група) відповідно на 3,9 та 7,4 %. Водночас дволітки, які споживали корм із пониженим вмістом протеїну до 44 (2-а група) і 46 % (3-а група) поступалися за цим показником контрольним ровесникам відповідно на 6,5 і 2,6 %. Різниця між показником відносних приростів маси тіла дволіток форелі 2 і 5-ї груп за основний період дослідження становила 13,9 % на користь останніх.

3.3.3.3. Витрати корму та збереженість. Дані витрат кормів під час вирощування товарної форелі свідчать, що використання у живленні дволіток комбікормів із вищим вмістом протеїну сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла (табл. 3.84).

Зокрема, витрати корму на одиницю приросту маси тіла за основний період дослідження виявилися нижчими у товарних дволіток 5-ї групи відповідно (за схемою дослідження) на 5,1; 10,9; 7,5 і 2,8 %.

Встановлено, що залежність між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла описується поліноміальною лінією тренду із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.36). Разом із тим кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,2$, $p < 0,1$).

Збереженість піддослідної риби впродовж усього дослідження була достатньо високою і становила від 94,3 до 96,2 % (табл. 3.85).

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла, кг, n=5000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,665	0,683	0,650	0,663	0,666
11-20	0,634	0,648	0,630	0,625	0,626
21-30	0,754	0,867	0,788	0,735	0,719
31-40	0,870	1,013	0,922	0,780	0,740
41-50	0,907	1,141	0,995	0,853	0,804
51-60	1,146	1,248	1,179	0,995	0,967
61-70	1,075	1,157	1,109	0,923	0,848
71-80	1,083	1,123	1,087	0,870	0,777
81-90	1,001	1,075	1,028	0,996	0,910
91-100	1,079	1,212	1,142	0,995	0,958
101-110	1,025	1,110	1,080	1,057	1,036
111-120	1,092	1,214	1,151	1,105	1,064
121-130	1,086	1,103	1,103	1,086	1,033
131-140	1,071	1,062	1,059	1,058	1,030
141-150	1,091	1,101	1,112	1,089	1,105
151-160	1,322	1,300	1,316	1,323	1,321
161-170	1,234	1,227	1,232	1,297	1,302
171-180	1,368	1,491	1,406	1,397	1,401
181-190	1,779	1,891	1,783	1,824	1,808
191-200	1,990	2,153	2,032	2,011	1,974
201-210	2,280	2,442	2,346	2,237	2,207
У середньому за основний період дослідження (11-210 діб)	1,211	1,278	1,238	1,184	1,152

Найвищу збереженість спостерігали у форелі, яка споживала комбікорм із вмістом протеїну 46 % (3-я група), найнижчу – що одержувала комбікорм з 50 % вмістом протеїну (4-а група). Різниця становила 1,9 %.

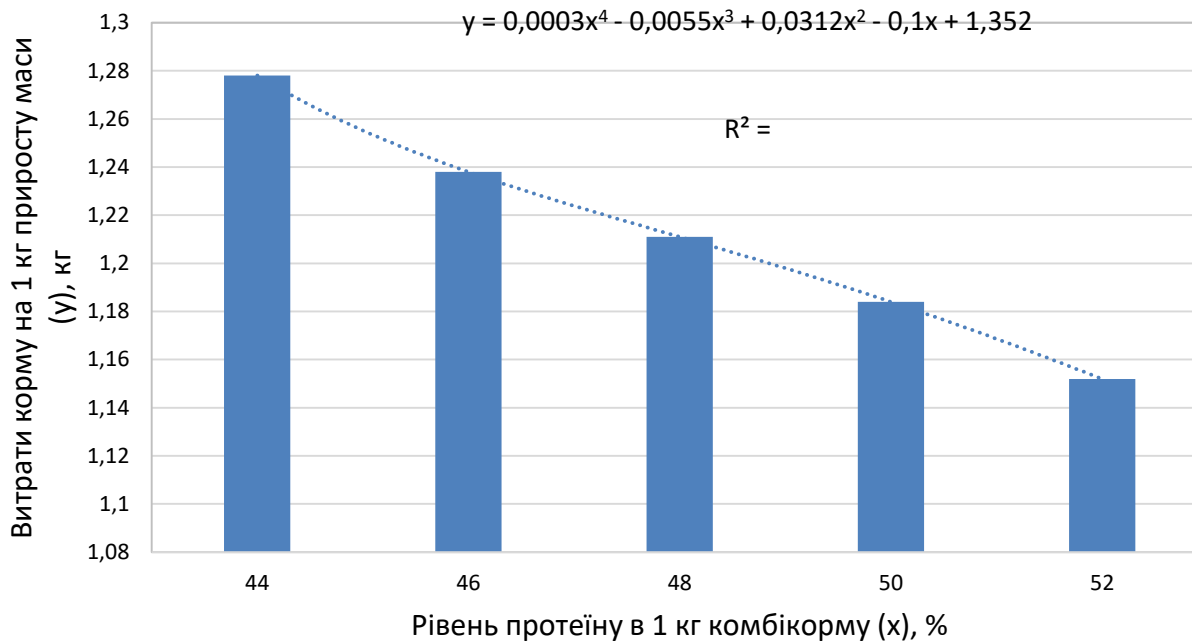


Рис. 3.36. Залежність між рівнем протеїну у продукційному комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла форелі

Таблиця 3.85

Збереженість товарної форелі за різного рівня протеїнового живлення, % від кількості на початок дослідів, n=5000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	99,8	99,7	99,7	99,8	99,8
20	99,6	99,5	99,5	99,6	99,7
30	99,2	99,3	99,4	99,3	99,5
40	99,0	99,1	99,2	98,9	99,2
50	98,7	99,0	99,1	98,5	99,0
60	98,5	98,7	98,9	98,0	98,7
70	98,1	98,4	98,7	97,7	98,5
80	98,0	98,2	98,5	97,4	98,4
90	97,9	98,1	98,3	97,2	98,1
100	97,7	98,0	98,2	97,0	97,9
110	97,6	97,9	98,0	96,7	97,6
120	97,4	97,7	97,9	96,5	97,5
130	97,1	97,4	97,8	96,1	97,2
140	96,7	97,0	97,6	95,8	96,8
150	96,3	96,8	97,4	95,6	96,5
160	96,1	96,5	97,2	95,3	96,2
170	95,9	96,3	97,0	95,0	96,1
180	95,6	96,0	96,8	94,8	95,9
190	95,4	95,8	96,5	94,7	95,7
200	95,3	95,6	96,3	94,4	95,4
210	95,1	95,4	96,2	94,3	95,2

Отже, збільшення вмісту протеїну від 48 до 52 % у продукційному комбікормі для товарної форелі сприяє зменшенню його витрат на одиницю приросту маси тіла, тоді як збереженість риби залишається майже незмінною.

3.3.3.4. Гематологічні та біохімічні показники крові. Повноцінність протеїнового живлення виступає однією з головних умов, що визначають ефективність використання поживних речовин корму, рівень продуктивності, стан здоров'я та відтворювальні функції риби. За незбалансованого протеїнового живлення порушується синтез білків, ферментів, гормонів та засвоєння біологічно активних речовин, що вимагає за оцінки повноцінності годівлі шляхом аналізу крові досліджувати, поряд із специфічними критеріями, й загальні клінічні і біохімічні показники.

Як відомо, клітини крові першими в організмі реагують на абіотичні й біотичні фактори середовища, легко перерозподіляються, тим самим забезпечуючи розвиток адаптивної та імунної відповіді. Тому дослідження змін у системі крові риби райдужної форелі, залежно від протеїнового живлення слугує одним із критеріїв перебігу адаптаційних та компенсаторних реакцій.

Результати впливу досліджуваних факторів годівлі на стан кровотворення в організмі риби райдужної форелі виявилися наступними (табл. 3.86).

Таблиця 3.86

Гематологічні показники крові райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Еритроцити, Т/л	1,22±0,07	1,16±0,05*	1,18±0,05	1,28±0,09	1,31±0,08*
Гемоглобін, г/л	122±1,33	111±2,09*	116±1,97*	123±2,01	125±2,10
Лейкоцити, г/л	22,9±0,09	21,6±0,11	22,0±0,12	23,5±0,08	24,0±0,21*
Фагоцитарна активність, %	45,8±2,31	42,3±2,12*	44,5±2,54	46,8±2,63	47,3±2,41*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Одержані показники свідчать, що різні рівні протеїнового живлення райдужної форелі не викликають суттєвих змін у морфологічному складі крові. При цьому встановлено, що вирощування форелі на комбікормах із вмістом сирого протеїну 50 % (4-а група) і 52 % (5-а група) призводить до збільшення в крові еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів та фагоцитарної активності, тоді як використання у живленні комбікормів із зниженим вмістом сирого протеїну (2-а та 3-я групи) – до зменшення морфологічних компонентів крові. Так, кількість еритроцитів у особин згаданих груп знаходилась в межах 1,16-1,18 Т/л, що на 5,1 і 3,3 % менше порівняно з показником контролю. Вміст гемоглобіну також зафіксовано відповідно на 9,1 та 5,2 % нижчим, ніж у аналогів контрольної групи. Разом із тим вказана різниця статистично вірогідна ($p < 0,05$).

Аналогічний характер змін спостерігався і за кількістю у крові лейкоцитів. Кількість останніх у крові райдужної форелі контрольної групи становила 22,9 г/л, у крові особин дослідних груп – від 21,6 до 24,1 г/л. Проте вірогідної різниці за цим показником між особинами контрольної та дослідних груп не виявлено.

Розглядаючи зміни фагоцитарної активності нейтрофілів у крові форелі простежується незначне їх зростання під дією досліджуваного фактора.

Порівняно з контролем фагоцитарна активність нейтрофілів у крові особин 5-ї групи відзначена вірогідно ($p < 0,05$) більшою – 47,3 % проти 45,8 %. Згодовування риbam комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 46 (3-я група) і 50 % (4-а дослідна група) забезпечило фагоцитарну активність на рівні контролю.

Отже, вирощування райдужної форелі на комбікормах із різними рівнями сирого протеїну суттєво не змінювало їх морфологічний склад крові. Проте можна стверджувати про незначний позитивний вплив підвищених рівнів сирого протеїну на кількість еритроцитів, гемоглобіну та фагоцитарну активність нейтрофілів. Вказана різниця між аналогами піддослідних груп знаходилась в межах фізіологічних коливань.

Біохімічні показники крові форелі. Залежно від рівня сирого протеїну в комбікормах, що згодовували форелі встановлено певні коливання за біохімічними показниками крові (табл. 3.87), хоча за більшістю показників вірогідних відмінностей не виявлено.

Таблиця 3.87

Біохімічні показники крові райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Загальний білок, г/л	60,0±1,68	59,6±1,65	60,1±1,71	62,6±1,82	65,3±1,45*
Альбуміни, г/л	24,5±1,06	23,8±1,14	24,0±2,04	24,9±2,13	26,3±1,88
Глобуліни, г/л:					
α-глобуліни	11,8±0,95	11,3±0,96	12,0±1,03	12,6±1,08	13,2±1,09
β - глобуліни	12,5±1,12	12,2±1,32	12,6±1,08	12,9±1,14	13,9±1,09
γ-глобуліни	10,9±1,11	11,4±1,31	10,5±0,99	12,3±1,47*	11,0±1,39
Аланінаміно- трансфераза, U/L	23,00± 0,58	20,00± 1,79	22,00± 1,65	25,30± 0,69*	29,00± 1,76*
Аспартатаміно- трансфераза, U/L	45,00± 2,03	41,00± 2,14	43,00± 1,74	48,00± 1,62	52,00± 1,59*
Глюкоза, ммоль/л	2,94±0,06	2,76±0,09	2,82±0,11	3,01±0,21	3,15±0,19*
Креатин, мг%	0,52±0,02	0,50±0,03	0,51±0,02	0,54±0,07	0,56±0,06
Кальцій загальний, ммоль/л	2,84±0,16	2,82±0,21	2,84±0,32	2,91±0,28	2,93±0,28
Фосфор неорганічний, ммоль/л	1,67±0,16	1,61±0,23	1,64±0,38	1,69±0,21	1,71±0,41

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Як показали наведені данні, за збільшення рівнів сирого протеїну у комбікормах форелі концентрація загального білка та його фракцій в сироватці крові підвищувалася. Так, кількість загального білка у крові риби контрольної групи становила 60,0 г/л, у аналогів дослідних груп – перебувала в межах 59,6-65,3 г/л.

Доведення у комбікормі сирого протеїну до 52 % забезпечувало найвищий рівень загального білка у крові: у особин 5-ї групи згаданий

показник вірогідно перевищував величину контрольної групи на 5,3 %.

При цьому відзначається також вірогідне підвищення концентрації загального білка і порівняно з показниками у форелі, яка одержувала в кормі 50 % сирого протеїну: кількість загального білка у сироватці крові риби 4-ї групи, порівняно з показником у аналогів 2- і 3-ї груп, була відповідно на 5,03 і 4,2 % вищою, а показник контрольної групи – меншим на 4,3 %. Рівень загального білка у сироватці крові форелі 2-ї та 3-ї дослідних груп наближався до показника контролю.

Під час дослідження фракційного складу білка крові форелі, якій згодовували комбікорми з різними рівнями сирого протеїну, встановлено також незначні зміни. Зокрема, підвищення рівня протеїнового живлення райдужної форелі 4- і 5-ї груп викликало зростання кількості альбумінів, β -глобулінів та γ -глобулінів, порівняно з аналогічними показниками особин контрольної групи.

Крім того з'ясовано, що вирощування форелі на комбікормах із зниженим вмістом сирого протеїну до 44 % (2-а група) та 46 % (3-я група) суттєво не вплинуло на зміни у фракційному складі білків крові.

Аналогічні закономірності спостерігалися й за показниками активності ферментів, які змінювалися залежно від досліджуваного фактора. Так, живлення форелі комбікормами із вмістом сирого протеїну на рівні 50 та 52 % (4- і 5-а групи) показало вищу відповідно на 10,0 % ($p < 0,05$) та 26,1 % ($p < 0,01$) активність аланінамінотрансферази, та на 6,7 % і 15,6 % ($p < 0,01$) аспартатамінотрансферази.

Активність ферменту, такого як аспартатамінотрансфераза, у особин 2- і 3-ї груп, яким згодовували комбікорми з вмістом сирого протеїну 44 та 46 % наближалася до рівня контролю, тоді як порівняно з аналогами 4- і 5-ї груп спостерігалася деяке зниження цього показника.

Крім білка, у плазмі крові визначали вміст глюкози. Кількість глюкози у крові форелі контрольної групи становила 2,94 ммоль/л, у крові риби дослідних груп – 2,76-3,15 ммоль/л. Однак різні рівні сирого протеїну у комбікормах неоднаково впливали на величину цього показника у особин

дослідних груп. Найвищий рівень глюкози виявився у крові форелі 5-ї групи і становив 3,15 ммоль/л, що на 7,1% більше порівняно з контролем та на 4,7-14,1 % порівняно з аналогами 2-, 3- та 4-ї груп.

Подібні зміни відбувались і за вмістом креатину у сироватці крові дволіток райдужної форелі. Концентрація такого у риби контрольної групи становила 0,52 мг%, тоді як у ровесників дослідних груп – коливалась у межах 0,50-0,56 мг%. Вірогідної різниці за цим показником між особинами контрольної та дослідних груп не виявлено.

Швидкість ферментних реакцій залежить також і від концентрації мінеральних речовин у сироватці крові, зокрема – кальцію і фосфору. Результатами проведених досліджень встановлено підвищення мінерального статусу крові форелі за живлення комбікормами із вмістом сирого протеїну на рівні 50–52 %.

За оцінювання показників білої крові форелі (табл. 3.88) не спостерігалось відмінностей у кількості лейкоцитів, залежно від дії паратипового фактора. Важливе значення при їх виявленні має диференційований підрахунок окремих видів білої крові. Зміни умов утримання та живлення риби можуть підсилювати функції одних лейкоцитів та послаблювати інші.

Зокрема, під час проведення досліджень встановлено, що зміни умов живлення форелі викликали деякі зміни у кількості нейтрофілів у крові останньої. За впливу досліджуваного кормового чинника зафіксовано їх зростання у форелі 4- і 5-ї груп. Так, кількість нейтрофілів відзначена найбільшою (21,2 %) у крові риби 5-ї групи, яких вирощували на комбікормах із підвищеним до 52 % рівнем сирого протеїну. Водночас зниження рівнів сирого протеїну до 44 та 46 % (2- та 3-я групи) призводило до зменшення кількості нейтрофілів, порівняно з контролем.

Співвідношення поліморфноядерних паличок, лімфоцитів і моноцитів у крові форелі дослідних груп, хоча і були дещо вищими, ніж у контролі, проте знаходилися в межах фізіологічних коливань. При використанні у живленні форелі комбікормів із вмістом сирого протеїну 50 % (4-а група) і 52 % (5-а

група) суттєво зростає вміст поліморфноядерних паличок та знижується вміст лімфоцитів і моноцитів, порівняно з контрольними аналогами.

Таблиця 3.88

Лейкоцитарна формула та вміст загальних ліпідів у крові райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Лейкоцити, Г/л	22,9± 1,09	21,6± 1,11	22,0± 1,12	23,5± 1,08	24,0± 1,21
Нейтрофіли, %	19,9± 1,12	19,25± 1,33	19,42± 1,47	20,12± 1,28	21,20± 1,39
Поліморфноядерні лейкоцити, %	3,60± 0,12	3,71± 0,41	3,83± 0,32	4,20± 0,65	4,50± 0,34*
Лімфоцити, %	60,45± 2,06	59,65± 2,12	60,14± 2,47	61,35± 2,36	67,12± 2,03*
Моноцити, %	16,80± 1,98	16,05± 2,03	16,65± 1,54	17,40± 1,71	17,90± 1,65
Загальні ліпіди, ммоль/л	3,66± 0,23	3,52± 0,31	3,58± 0,29	4,09± 0,09*	4,01± 0,07*

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Вирощування товарної форелі на комбікормах із вмістом сирого протеїну на рівні 52 % (5-а група) забезпечувало вірогідне зростання у крові кількості лімфоцитів, тоді як згодовування комбікормів із рівнем сирого протеїну 44 (2-а група) та 46 % (3-я група), навпаки – до незначного зниження їх вмісту.

Для детальнішого оцінювання впливу досліджуваного кормового чинника на функціональний стан організму форелі було проведено дослідження показника загальних ліпідів крові. У риби контрольної групи його рівень становив 3,66 ммоль/л, у аналогів дослідних груп – 3,52–4,09 ммоль/л. Найбільшим показником рівня загальних ліпідів у крові (4,09 ммоль/л) вирізнялися особини 4-ї групи, яких вирощували на комбікормах із підвищеним (до 50 %) рівнем сирого протеїну.

Крім того встановлено, що за зниження рівня сирого протеїну у комбікормах дволіток форелі до 44–46 % (2- та 3-я групи) спостерігається деяке зменшення рівня загальних ліпідів у крові.

Отже, за результатами фізіолого-біохімічних досліджень крові можна стверджувати, що підвищення рівнів протеїнового живлення райдужної форелі сприяє поліпшеному кровотворенню, що зумовлює її високі товарні якості.

3.3.3.5. Морфологічний склад тіла форелі. *Розмірно-масові характеристики.* Важливими показниками якості риби вважається не лише її хімічний склад, технохімічні і біохімічні властивості, а й органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенція) та розмірно-масовий склад, які залежать від її виду, віку, статі, фізіологічного стану, часу і місця вилову, технології вирощування, термінів та умов зберігання.

При обробці риби важливо знати співвідношення їстівної і неїстівної частин, а також мати уяву про масу різних органів і тканин риби. Отримані дані за масовим складом риби необхідні за вибору виду обробки та розбирання.

Масовий склад риби залежить від її статі та вгодованості. Найважливішими показниками серед її розмірно-масових характеристик є вихід тушки і філе. Результати проведених досліджень виявилися такими (табл. 3.89).

За одержаними даними встановлено, що згодовування товарним дволіткам райдужної форелі комбікормів із різним вмістом сирого протеїну зумовлює не лише зміни показників масонакопичення, а й позначається на їх товарних якостях. Так, згодовування форелі комбікормів із вмістом сирого протеїну 52 % (5-а група) сприяло вірогідному збільшенню маси м'язової тканини. Маса м'язової тканини у форелі 5-ї групи становила 198,87 г, що на 28,3 % більше ($p < 0,001$) порівняно з контролем.

Також згодовування дволіткам форелі 2-ї групи упродовж періоду вирощування повнораціонних комбікормів із зниженим вмістом сирого протеїну, порівняно з контролем, суттєво впливало на масонакопичення м'язової тканини, кісток та вихід їстівних частин. При цьому істотної різниці за масою шкіри між аналогами згаданих груп не зафіксовано. Маса м'язової

тканини у риби 2-ї групи виявилася на 10,4 % меншою, ніж у контрольній групі ($p < 0,01$). Аналогічна закономірність при цьому відзначена й за виходом їстівних частин та масою кісток. Зокрема, вихід їстівних частин та маса кісток у форелі 2-ї групи були відповідно на 10,9 і 10,3% ($p < 0,001$) меншими, ніж у аналогів контрольної групи.

Таблиця 3.89

Товарні якості райдужної форелі, $n=5$

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Маса голови, г	49,2± 1,23	44,59± 1,62*	46,45± 1,72	48,16± 2,43	50,22± 2,09
Маса плавців, г	18,37± 0,88	16,65± 0,93	16,89± 0,83	20,28± 0,98	23,77± 1,03
Маса кісток, г	19,56± 0,93	17,73± 0,58**	18,02± 0,35	21,55± 0,75	24,11± 0,69**
Маса м'язової тканини, г	155,02± 2,15	140,48± 1,93**	146,38± 1,88*	173,02± 2,05***	198,87± 2,03***
Маса шкіри, г	20,16± 1,03	18,26± 1,15	16,89± 1,22	21,87± 1,31	23,77± 1,09
Маса внутрішніх органів, г	16,30± 0,6	13,43± 0,9*	14,92± 0,8	18,38± 0,9	20,09± 1,05*
Маса їстівних частин, г	175,18± 2,15	158,74± 1,93***	163,27± 2,08**	194,89± 2,33***	222,64± 2,45***
Вихід їстівних частин, %	59,10± 2,44	48,2± 1,93**	58,1± 1,95	61,5± 2,03	66,5± 2,06*
Маса неїстівних частин, г	121,22± 1,92	109,86± 1,83	118,23± 2,01	122,01± 1,86	112,16± 1,47**
Вихід неїстівних частин, %	40,9± 2,56	51,8± 1,94**	41,9± 2,03	38,5± 1,97	33,5± 1,66*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

При згодовуванні форелі 4-ї групи у всі вікові періоди вирощування повнораціонних комбікормів із підвищенням на 2 % вмістом протеїну, спостерігалось зростання у них маси їстівних частин – на 11,3 %, виходу їстівних частин – на 2,4 %, порівняно з аналогами контрольної групи. Разом із тим, за масою кісток, шкіри, внутрішніх органів у риби контрольної та 4-ї груп суттєвої різниці не встановлено.

Отже, проведені дослідження показали, що використання упродовж

періоду вирощування товарної райдужної форелі комбікормів із підвищеним вмістом сирого протеїну поліпшує їх товарні якості, тоді як згодовування комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 44 % призводить до зниження її продуктивності.

Досить повну характеристику форелі, вирощеної в індустріальних умовах з використанням різного рівня протеїнового живлення забезпечує уявлення про розвиток її внутрішніх органів (табл. 3.90).

Таблиця 3.90

Маса внутрішніх органів дволіток райдужної форелі, г, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Серце	0,95±0,01	0,78±0,08	0,86±0,09	1,06±0,06	1,17±0,02***
Печінка	4,04±0,28	3,22±0,18*	3,58±0,43	4,41±0,12	5,02±0,21*
Нирки	1,79±0,06	1,48±0,03	1,64±0,05	2,02±0,01	2,41±0,09***
Шлунок	4,27±0,22	3,49±0,19*	3,88±0,41	4,95±0,19*	5,42±0,24**
Кишківник	5,25±0,24	4,46±0,23*	4,96±0,59	6,11±0,22*	6,17±0,29*

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

Використання у живленні райдужної форелі комбікормів з підвищеним вмістом сирого протеїну призвело до достовірної зміни маси печінки, нирок, шлунка та кишківника. Це свідчить, що травна система форелі достатньо швидко реагує на зміни фізико-хімічних особливостей корму. Так, маса печінки, нирок, шлунка і кишківника у риби 5-ї групи виявилися відповідно на 24,2 %; 34,6; 26,9 й 17,5 % більшою порівняно з аналогічними показниками контрольної групи. В усіх випадках різниця статистично вірогідна ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$).

Крім того живлення форелі повнораціонними комбікормами із зниженим рівнем сирого протеїну до 48 %, суттєво не впливало на масу внутрішніх органів, проте спостерігалось незначне їх зменшення.

Підвищення рівня протеїнового живлення у раціоні риби 4-ї групи сприяло збільшенню маси печінки та нирок порівняно з контролем, хоча

вірогідної різниці не виявлено. Разом із тим, встановлено збільшення маси серця на 11,6 %, шлунка на 11,9 % ($p < 0,05$) та кишківника на 16,3 % ($p < 0,05$), порівняно з контролем.

Згодовування форелі 2-ї групи впродовж періоду вирощування повнораціонних комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 44 %, порівняно з контролем, супроводжувалося зниженням на 20,3 % ($p < 0,05$) маси печінки, на 18,3 % ($p < 0,05$) шлунка та на 17,7 % ($p < 0,05$) маси кишківника. За відносною масою серця і нирок у форелі 2-ї та контрольної груп вірогідної різниці не виявлено, при цьому маса останніх була дещо більшою.

Показники якості м'яса райдужної форелі. Хімічний склад м'яса риби характеризується вмістом в ньому води, жиру, білка та мінеральних речовин. Саме він визначає харчову й біологічну цінність риби, її органолептичні властивості. Хімічний склад не постійний і змінюється залежно від виду риби, породи, віку, фізіологічного стану, технології вирощування, часу і місця вилову, умов і тривалості зберігання, до того ж спостерігаються ті ж закономірності, що і в зміні хімічного складу цілої риби.

Для повнішого аналізу процесу було проведено дослідження дволіток райдужної форелі із середньою масою особин по групі. Результати досліджень хімічного складу рибної сировини виявилися наступними (табл. 3.91).

Одержані показники підтвердили, що різний рівень сирого протеїну у комбікормах форелі під час їх вирощування по-різному впливає на хімічний склад м'язової тканини. Так, використання комбікормів із підвищеним рівнем сирого протеїну до 52 % сприяло незначному зростанню вмісту у м'язовій тканині сухої речовини (на 2,1 %), золи – на 0,11 % і, як наслідок, зниження вмісту води порівняно з аналогами контрольної групи. При цьому спостерігалось вірогідне збільшення ($p < 0,05$) вмісту у м'язах сирого протеїну – на 3,7 % та зниження ($p < 0,05$) сирого жиру – на 0,45 %.

Встановлено, що живлення товарної райдужної форелі повнораціонними комбікормами з рівнем сирого протеїну 44 та 46 % суттєво

не впливає на хімічний склад м'язової тканини. Так, при згодовуванні дволіткам форелі 2-ї групи повнораціонних комбікормів із зниженим вмістом сирого протеїну на 4 %, відзначено зменшення у м'язах вмісту сухої речовини, сирого жиру та золи відповідно на 0,3; 0,03, 0,04 % порівняно з рибою контрольної групи. Разом з тим, за вмістом сирого протеїну особини 2-ї групи дещо (на 0,4 %) переважали аналогів контрольної.

Таблиця 3.91

Хімічний склад м'язової тканини райдужної форелі, %, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Вода	72,3±1,75	72,6±1,68	71,9±1,69	70,7±1,61	70,2±1,55
Суша речовина	27,7±1,31	27,4±1,28	28,1±1,36	29,3±1,43	29,8±1,40
Сирий протеїн	22,1±0,82	22,5±0,90	22,8±1,03	25,2±1,05*	25,8±1,32*
Сирий жир	4,21±0,18	4,18±0,21	3,94±0,11	3,88±0,15	3,71±0,12*
Зола	1,45±0,09	1,41±0,06	1,45±0,09	1,54±0,08	1,56±0,09
Кальцій	0,66±0,09	0,64±0,05	0,68±0,04	0,71±0,05	0,74±0,06
Фосфор	0,12±0,01	0,14±0,02	0,12±0,04	0,15±0,04	0,16±0,06

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Підвищення рівня протеїнового живлення форелі 4-ї групи супроводжувалося також зростанням вмісту у м'язах сухої речовини – на 2,1 %, сирого протеїну – на 3,1 %, золи – на 0,09 %, порівняно з такими показниками у аналогів контрольної групи. Статистично вірогідна різниця виявлена за вмістом сирого протеїну ($p < 0,05$). Однак при цьому спостерігається зниження вмісту сирого жиру – на 0,33 % порівняно з контролем.

Крім того із зростанням вмісту у м'язах форелі сухої речовини збільшується вміст у них органічної речовини, де основна частка в ній припадає на протеїн. Особини 4- і 5-ї груп за вмістом протеїну у м'язовій тканині перевищували контрольних аналогів та форелі 2- і 3-ї груп ($p < 0,05$).

Мінеральні речовини відіграють важливу фізіологічну роль як для організму власне риби, так і для організму людини. Вміст мінеральних елементів у м'ясі риби залежить від наявності їх у воді і кормах та, незначною мірою, від видової і вікової належності. У м'ясі риби міститься до 2 % мінеральних елементів. Серед макроелементів у форелі переважають калій, фосфор, магній, кальцій. У складі м'яса риби фосфор знаходиться, головним чином, у складі фосфатидів, фосфопротеїдів і нуклеотидів, а також інших органічних сполук, що виступають проміжними продуктами білкового і вуглеводного обміну в організмі. Натрій, калій, кальцій, магній і хлор у вигляді розчинних солей входять до саркоплазми м'язових клітин, міжклітинної рідини, крові і плазми.

Проведеними дослідженнями встановлено, що різні рівні протеїнового живлення форелі суттєво не впливають на вміст у м'язах кальцію та фосфору. Так, вміст кальцію у м'язовій тканині форелі 1-ї групи становив 0,66 %, у аналогів дослідних груп – знаходився в межах 0,64-0,74 %; вміст фосфору при цьому становив відповідно 0,12 % й 0,12-0,16 %.

Із метою визначення структурних і технологічних властивостей форелі з урахуванням хімічного складу розраховано показники, що є критеріальними для визначення якості сировини: це БВК (білково-водний коефіцієнт) та БВЖК (білково-водно-жировий коефіцієнт), сума вологи і жиру (табл. 3.92). Встановлено, що показник БВК як у контрольній, так і в дослідних групах форелі був достатньо високим і перебував в межах 30,57-36,75 %. Таким чином, показники БВК райдужної форелі підтверджують належність її до високобілкових видів риби.

За показником БВЖК більшою мірою можна оцінити соковитість м'яса риби. У піддослідних зразках форелі цей показник становить від 28,88 до 34,88 %, що знаходиться в межах, за яких м'ясо згаданих риб найсоковитіше.

Від співвідношення кількості азотистих речовин або білка і води у м'ясі залежить його смак і консистенція: чим вищий коефіцієнт співвідношення між білком і водою, тим щільніша і сухіша виявляється

консистенція м'яса риби, і навпаки, за низьких значень цього показника структура м'яса змінюється від желеподібної до крихтоподібної.

Таблиця 3.92

Критеріальні показники хімічного складу райдужної форелі, %

Група	Показник		
	БВК	БВЖК	Сума вологи і жиру
1-а	30,57	28,88	76,51
2-а	30,99	29,30	76,78
3-я	31,71	30,06	75,84
4-а	34,79	32,98	74,58
5-а	36,75	34,88	73,96

Відповідно до класифікації Леванідова І.П. [110] за розрахунковими показниками хімічного складу (БВК, БВЖК, сума вологи і жиру, енергетична цінність) райдужна форель належить до промислових видів риби, для яких можна застосовувати усі види обробки.

Створення продуктів високої харчової і біологічної цінності, збалансованих за основним складом нутрієнтів, потребує знання таких важливих характеристик сировини, як амінокислотний та жирнокислотний склад.

Дослідження амінокислотного і жирнокислотного складу рибної сировини проводилися на дволітках форелі осіннього вилову (табл. 3.93).

Особливу цінність являють собою незамінні амінокислоти, які не синтезуються в організмі і людина їх може отримувати лише з їжею. Наведені дані свідчать про наявність усіх незамінних амінокислот у білках м'яса райдужної форелі. Найвищий сумарний вміст незамінних амінокислот відзначено у 5-й дослідній групі – 11,91 г на 100 г продукту. Серед незамінних амінокислот у всіх дослідних групах і контролі переважає лізин. Лізин в організмі людини регулює процеси кровотворення, слугує субстратом довготривалої пам'яті, стимулює розумову працездатність, усуває

порушення здібностей, підтримує імунну систему, сприяє відновленню кісткових і сполучних тканин.

Таблиця 3.93

Амінокислотний склад білків м'яса райдужної форелі, мг на 100 г продукту, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Незамінні амінокислоти	8,67	8,26	9,15	10,61	11,91
Валін	1,73±0,04	1,76±0,05	1,80±0,06	1,84±0,07	2,1±0,09**
Лейцин+ізолейцин	1,84±0,09	1,76±0,07	1,82±0,03	2,31±0,11*	3,8±0,12***
Лізин	2,35±0,16	2,12±0,09	2,31±0,09	2,46±0,10	2,9±0,09*
Метіонін	0,59±0,05	0,54±0,01	0,61±0,02	0,76±0,04*	1,1±0,04***
Треонін	1,16±0,03	1,14±0,02	1,28±0,01	1,54±0,05***	2,1±0,03***
Фенілаланін	0,76±0,01	0,74±0,01	0,95±0,02	1,21±0,03***	1,4±0,04**
Триптофан	0,24±0,01	0,20±0,01	0,38±0,03**	0,49±0,03***	0,51±0,03***
Замінні амінокислоти	11,61	10,51	12,02	13,44	13,01
Аланін	1,5±0,06	1,3±0,04	1,7±0,05*	1,9±0,07**	2,03±0,09**
Аргінін	1,22±0,04	1,26±0,03	1,31±0,06	1,39±0,05	1,4±0,06*
Гістидин	0,74±0,02	0,68±0,02	0,79±0,06	0,84±0,07	0,66±0,04
Пролін	0,54±0,03	0,52±0,01	0,63±0,02	0,81±0,05**	0,80±0,05**
Серін	1,33±0,101	1,21±0,210	1,46±0,211	1,53±0,196*	1,53±0,106
Глютамінова кислота	1,14±0,07	1,19±0,131	1,16±0,121	1,06±0,158	0,9±0,06*
Аспарагінова кислота	2,12±0,102	1,83±0,114	1,92±0,098	2,21±0,127	1,88±0,105
Гліцин	1,43±0,103	1,14±0,129	1,24±0,214	1,83±0,147*	1,95±0,196*
Цистин	0,93±0,03	0,84±0,02	1,03±0,09	0,92±0,06	0,65±0,04***
Тирозин	0,66±0,02	0,54±0,01	0,78±0,02	0,95±0,06**	0,94±0,06**
Співвідношення НАК до ЗАК	0,75:1	0,78:1	0,76:1	0,79:1	0,92:1

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Серед замінних амінокислот домінуючими в контрольній і дослідних групах виявилися аспарагінова кислота, аланін і гліцин.

Співвідношення НАК до ЗАК для білків форелі 5-ї групи більшою мірою відповідає нормам раціонального харчування, порівняно з білками особин 1- і 4-ї груп.

Як показав аналіз амінокислотного складу рибної сировини, білки форелі повноцінні і містять всі незамінні амінокислоти. Серед незамінних амінокислот у м'ясі переважають лізин, лейцин+ізолейцин.

Встановлено, що підвищення рівня протеїну у комбікормах форелі до 52 % сприяє збільшенню вмісту незамінних амінокислот у її м'ясі. Так, за вмістом незамінних амінокислот у м'ясі особини 5-ї групи на 37,3 % переважали аналогів контрольної групи.

Згодовування форелі 4-ї групи повнораціонних комбікормів із підвищеним вмістом сирого протеїну до 50 %, порівняно з контролем, також сприяло підвищенню вмісту незамінних амінокислот у м'ясі риби на 22,3 %.

Встановлено, що зростання суми незамінних амінокислот у м'ясі форелі 4- і 5-ї груп стало наслідком підвищенням вмісту у ньому таких амінокислот як валін, ізолейцин+лейцин, лізин і треонін.

Використання для живлення форелі повнораціонних комбікормів із зниженим вмістом протеїну (2-а група) супроводжувалося зменшенням у м'ясі вмісту суми незамінних амінокислот на 5,0 %, порівняно з таким показником у аналогів контрольної групи, що було викликано зменшенням вмісту окремих амінокислот.

Результатами проведених досліджень встановлено, що згодовування форелі комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 46 % супроводжувало незначне зростання вмісту незамінних амінокислот порівняно з таким показником контролю. Так, вміст незамінних амінокислот у м'ясі риби 3-ї дослідної групи становив 9,15 мг/100 г, що на 5,5 % більше порівняно з аналогами контрольної групи. Це супроводжувалося наявністю значної кількості таких амінокислот, як лізин, валін, ізолейцин+лейцин.

Варто зауважити, що найвищий вміст незамінних амінокислот виявлено у м'ясі риби 5-ї групи, якій згодовували повнораціонні комбікорми з підвищеним вмістом протеїну до 52 %.

Серед незамінних амінокислот найбільше значення надають лізину.

Як показав аналіз одержаних результатів використання для живлення форелі комбікормів із різними рівнями сирого протеїну викликало зміну в кількості лізину у м'ясі. Зокрема, у м'ясі особин 5-ї групи, яким згодовували комбікорми з підвищеним вмістом сирого протеїну до 52 % спостерігається зростання вмісту лізину порівняно з контролем на 23,4 % (2,9 мг/100 г) ($p < 0,05$), тоді як зниження рівня сирого протеїну до 46 % у комбікормах риби 3-ї групи, не викликало змін за вмістом його у м'язах.

Вирощування риби на комбікормах із вмістом сирого протеїну на рівні 44 % (2-а група) спричинило зниження вмісту лізину у м'ясі на 10,8-36,8 % порівняно з аналогами інших піддослідних груп.

Разом із тим, підвищення у комбікормах форелі 5-ї групи кількості протеїну на 4 % порівняно з контролем сприяло зростанню вмісту метіоніну у м'ясі на 86,4 % ($p < 0,001$). Аналогічна закономірність спостерігалася і за вмістом у м'ясі треоніну. Так, його вміст у м'ясі риби 5-ї групи виявився вірогідно ($p < 0,001$) більшим на 81,0 % порівняно з показниками аналогів контрольної групи.

Такі амінокислоти як серин, аргінін, аланін, відносяться до гідрофільних амінокислот, які зумовлюють вологоутримуючу здатність м'яса риби. За наявними даними, білки рибної сировини містять достатню кількість згаданих амінокислот, що дозволяє стверджувати про досить високу вологоутримуючу здатність її м'яса.

У результаті проведених біохімічних досліджень амінокислотного складу м'яса форелі встановлено, що зростання протеїнового живлення призводить до збільшення у м'ясі аланіну, серину, гліцину та тирозину.

Крім того, з використанням комбікормів із збільшеним вмістом сирого протеїну (52 %) у м'ясі дволіток зростає співвідношення НАК до ЗАК, що суттєво підвищує його біологічну цінність.

Важливим показником якості білків, який характеризує збалансованість амінокислот, слугує амінокислотний склад білків. Розрахунок амінокислотного складу білків форелі і відповідності останніх

ідеальному білку свідчать про наступне (табл. 3.94). Так, до домінуючих амінокислот білків рибної сировини відносяться фенілаланін, тирозин, лізин та лейцин.

Таблиця 3.94

Оцінка відповідності амінокислотного складу білків райдужної форелі ідеальному білку зі шкалою ФАО/ВОЗ, г/100 г білка, n=5

Амінокислота	Група					Ідеальний білок за ФАО/ВОЗ
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а	
Валін	8,53	9,38	8,50	7,65	8,43	5,0
Ізолейцин	3,26	3,38	3,01	3,46	5,49	4,0
Лейцин	5,81	6,00	5,35	6,14	9,76	7,0
Метіонін+цистин	7,50	7,35	7,75	6,99	7,02	3,5
Треонін	5,72	6,07	6,04	6,40	8,43	4,0
Фенілаланін+ тирозин	7,00	6,82	8,17	8,98	9,39	6,0
Триптофан	1,18	1,07	1,79	2,04	2,05	1,0
Лізин	11,59	11,29	10,91	10,23	11,64	5,5
Усього	50,59	51,36	51,52	51,89	62,21	36

Основним показником, що характеризує біологічну цінність білка виступає амінокислотний скор. У дослідженні представлено характеристику амінокислотного скору білків м'яса райдужної форелі (табл. 3.95).

За одержаними даними, лімітуючими амінокислотами в 1-4-й групах визнано ізолейцин і лейцин. У 5-й групі вміст усіх незамінних амінокислот не поступається перед рекомендованими нормами.

Для оцінювання харчової адекватності білкових компонентів м'яса форелі щодо потенційного ступеня їх засвоюваності розраховано показники та критерії біологічної цінності (БЦ) (табл. 3.96).

Згідно з розрахунками потенційної біологічної цінності найвищий рівень балансу амінокислот (77 %) відмічено у білках м'яса форелі 5-ї дослідної групи. У контрольному зразку потенційна біологічна цінність становить 58 %. Згідно з КРАС потенційно у більшому обсязі будуть

використовуватися білки м'яса форелі 5-ї групи, які порівняно з білками 1-4-ї груп мають менше значення цього показника – 23 % проти 41-50 % відповідно.

Таблиця 3.95

Амінокислотний скор білків райдужної форелі, %, n=5

Амінокислота	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Валін	170	188	170	153	169
Ізолейцин	82	85	75	87	137
Лейцин	83	86	76	88	139
Метіонін+цистин	214	210	221	200	201
Треонін	143	152	151	160	211
Фенілаланін+тирозин	116	114	133	150	157
Триптофан	118	107	179	204	205
Лізин	211	205	198	186	212
Усього	1137	1147	1203	1228	1431

Таблиця 3.96

Показники біологічної цінності білків м'яса райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Потенційна біологічна цінність (БЦп) білка, %	58	59	50	57	77
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	42	41	50	43	23
Коефіцієнт утилітарності АК складу білка U, частки один.	0,58	0,59	0,53	0,60	0,79
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ_c , г/100 г білка еталону	0,26	0,23	0,32	0,24	0,10

Коефіцієнти утилітарності амінокислотного складу (U) та показники порівнюваної надлишковості (σ_c) свідчать про високу можливість утилізації амінокислот і показують, що білки м'яса форелі досить повно засвоюються організмом людини. При цьому, максимально наближеними до

рекомендованих норм були коефіцієнти утилітарності амінокислотного складу й порівняльної надлишковості 5-ї групи та становили 0,79 частки од. і 0,10 г/100 г білка еталону, що підтверджує найвищу біологічну цінність білків м'яса форелі, яка споживала комбікорми з рівнем сирого протеїну 52 %.

Встановлено, що ненасичені жирні кислоти можуть утворювати з амінокислотами амінокислотно-ліпідні комплекси за типом меланоїдинів, алкіламідів, ефірів тощо. Визначення жирнокислотного складу ліпідів рибної сировини надає можливість прогнозувати органолептичні властивості готової продукції.

Харчова цінність ліпідів визначається наявністю речовин ліпідної природи, таких як фосфоліпиди, жиророзчинні вітаміни, стерини та жирнокислотним складом ліпідів. Відомо, що внаслідок низької температури плавлення (23-35 °C) жири риби легко всмоктуються і значно повніше засвоюються (на 95-97 %) порівняно з жирами наземних тварин (75-88 %) і рослинними оліями (89-94 %).

Жирнокислотний склад райдужної форелі характеризується відносно великою кількістю мононенасичених жирних кислот. Домінуючими жирними кислотами є олеїнова ($C_{18:1}$) – 14,44-18,92 % і пальмітоолеїнова ($C_{16:1}$) – 5,19-11,09 % (табл. 3.97).

Проведеними дослідження виявлено, що споживання дволітками форелі комбікормів із різним рівнем сирого протеїну помітно впливає на зміни у жирнокислотному складі їхнього м'яса. Так, підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної форелі в усіх дослідних групах, порівняно з контролем, спричинило незначне зниження вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот. Встановлена різниця статистично вірогідна у м'ясі риби 3-ї дослідної групи ($p < 0,05$).

Серед насичених жирних кислот, загальна частка яких у м'ясі дволіток становить 42,35-45,85 %, у ліпідах форелі виявлено найбільший вміст пальмітинової кислоти ($C_{16:0}$) – 18,08–21,54 %. Зокрема, за підвищення вмісту протеїну в раціонах райдужної форелі на 4 %, у їхньому м'ясі

містилося пальмітинової кислоти на 44,6 % більше, ніж у аналогів 3-ї групи ($p < 0,01$) та 2,3% порівняно з контролем.

Таблиця 3.97

Жирнокислотний склад ліпідів м'яса райдужної форелі, %, n=5

Жирні кислоти	Код ЖК	Група				
		1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Насичені (НЖК)		45,85	43,14	42,35	45,03	45,71
мірістинова	14:0	2,69± 0,09	2,12± 0,04	2,19± 0,06**	2,98± 0,10	3,02± 0,11
пальмітинова	16:0	21,05± 1,46	18,14± 1,28	18,08± 1,22*	21,48± 1,72	21,54± 1,69
стеаринова	18:0	3,19± 0,16	3,21± 0,17	3,03± 0,12	3,44± 0,22*	3,11± 0,11
арахінова	20:0	0,82± 0,02	0,63± 0,01	0,74± 0,01	1,03± 0,03*	1,12± 0,03*
нанодеканова	19:0	18,10± 1,98	19,04± 1,79	18,31± 1,69	16,13± 1,14	16,92± 1,14
Мононенасичені (МНЖК)		45,36	40,99	34,81	46,63	47,69
пальмітоолеїнова	16:1	10,15± 0,52	9,44± 0,36*	5,19± 0,21***	10,62± 0,44	11,09± 0,36
ω_9 олеїнова	18:1	18,31± 1,79	16,31± 1,32*	14,44± 1,16*	18,62± 1,62	18,92± 1,71
ω_9 елаїдинова	18:1	1,78± 0,05	1,49± 0,07*	1,14± 0,06*	2,05± 0,10*	2,44± 0,14*
гадолеїнова	20:1	15,12± 1,94	13,75± 2,01	14,04± 1,69*	15,34± 1,21	15,24± 1,14
Поліненасичені (ПНЖК)		3,6	3,35	3,15	3,73	4,18
лінолева ω_6	18:2	1,92± 0,09	1,88± 0,05	1,76± 0,06	2,00± 0,08	2,20± 0,07*
ліноленова ω_3	18:3	0,83± 0,02	0,81± 0,02	0,75± 0,01	0,82± 0,03	0,94± 0,04
ейкозадієнова	20:2	0,85± 0,02	0,66± 0,01	0,64± 0,01	0,91± 0,01	1,04± 0,04
Не ідентифіковані		5,19	12,52	19,69	2,58	2,42

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з 1-ю групою.

Встановлено також, що використання для живлення форелі 5-ї групи комбікормів з підвищеним рівнем протеїну призводить до зниження вмісту у м'ясі стеаринової кислоти. Так, її кількість у м'ясі форелі 5-ї групи була на 2,6-10,6 % меншою, порівняно з аналогічними показниками у особин інших груп.

Характерно, що згодовування форелі 3- і 4-ї груп повнораціонних комбікормів із різним рівнем протеїну сприяло позитивним змінам жирнокислотного складу їхнього м'яса. Так, за кількістю насичених жирних кислот у м'ясі риби 3- і 4-ї груп переважали аналогів контрольної групи відповідно на 8,3 та 6,3 %. Одночасно виявлено вірогідне зростання вмісту пальмітинової та нанодеканової кислот порівняно з контролем.

У ліпідах м'яса форелі відносно високою виявилася частка поліненасичених жирних кислот. Переважаючими виступають лінолева ($C_{18:2}$) – 1,76-2,2 % та ліноленова ($C_{18:3}$) – 0,75-0,94 %. Для жирнокислотного складу м'яса форелі характерне також переважання мононенасичених жирних кислот, зокрема олеїнової ($C_{18:1}$) – 14,44-21,30 %, пальмітоолеїнової – 5,19-16,19%.

Таким чином, досліджувана рибна сировина вирізняється високим вмістом есенціальних жирних кислот, що свідчить про її високу цінність.

За фракціями від суми жирних кислот МНЖК належить 34,81-47,69 %, НЖК – 42,35-45,71 %, ПНЖК – 3,15-4,18 %. У ліпідах м'яса дволіток форелі, незалежно від досліджуваного фактора, переважають жирні кислоти з 16 та 18 атомами вуглецю. Найбільший вміст відзначено для олеїнової, пальмітинової, пальмітоолеїнової та лінолевої жирних кислот. Жирні кислоти з 20-22 атомами вуглецю в молекулі та з 5-6 подвійними зв'язками найбільш активні. Виявлено, що серед ПНЖК у ліпідах м'яса райдужної форелі найбільший вміст належить лінолевій жирній кислоті ($C_{18:2}$) – 1,76-2,2 %. Одержано наступні показники біологічної ефективності ліпідів м'яса дволіток райдужної форелі (табл. 3.98).

Співвідношення окремих класів ліпідів у м'язовій тканині форелі дещо не відповідає запропонованим фахівцями з нутриціології нормам, зокрема співвідношення жирних кислот $\omega_6:\omega_3$ перебуває у піддослідних зразках райдужної форелі в межах 2,31–2,44:1.

Показники біологічної ефективності ліпідів м'яса дволіток форелі, n=5

Група	Співвідношення типів ЖК		
	НЖК:МНЖК:ПНЖК	С 18:2:С:18:1	ω_6 : ω_3
Ідеальний ліпід	1:1:1	>0,25	10:1
1-а	1:0,99:0,08	1:0,10	2,31:1
2-а	1:0,95:0,08	1:0,12	2,32:1
3-я	1:0,82:0,07	1:0,12	2,35:1
4-а	1:1,04:0,08	1:0,11	2,44:1
5-а	1:1,04:0,08	1:0,12	2,34:1

Основні наукові результати підрозділу опубліковано в працях автора [92, 95, 259, 263, 265, 266, 267].

3.4 Визначення ефективності використання різних рівнів лізину і метіоніну у живленні райдужної форелі

3.4.1. Вирощування личинок і мальків

3.4.1.1. Характеристика живлення. Амінокислотне живлення риби не менш важливе ніж протеїнове, оскільки їхній організм використовує для живлення не сам білок, а його структурні елементи – амінокислоти.

У дев'ятому науково-господарському досліді піддослідним личинкам і малькам форелі згодували повнораціонні комбікорми (табл. 3.99) із наступною поживністю (табл. 3.100). Піддослідні екземпляри усіх груп отримували подібний комбікорм, за винятком рівня лізину і метіоніну у ньому. Згадані амінокислоти додавали у тій чи іншій пропорції, що було передбачено схемою досліду.

Таблиця 3.99

Склад комбікормів для личинок і мальків форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	15,31	15,36	15,33	15,29	15,26
Борошно: рибне	20,80	20,86	20,83	20,77	20,74
м'ясне	13,60	13,64	13,62	13,58	13,56
кров'яне	2,15	2,16	2,15	2,15	2,14
пір'яне гідролізоване	5,00	5,02	5,01	4,99	4,99
Глютен кукурудзяний	6,02	6,04	6,03	6,01	6,00
Соєвий концентрат	25,22	25,30	25,26	25,18	25,14
Дріжджі кормові	7,37	7,39	7,38	7,36	7,35
Риб'ячий жир	2,72	2,73	2,72	2,72	2,71
Соєва олія	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Лізін	0,21	-	0,10	0,31	0,41
Метіонін	0,10	-	0,05	0,15	0,20
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Сирий протеїн	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Сирий жир	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Сира клітковина	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	3,10	2,90	3,00	3,20	3,30
Метіонін	1,05	0,95	1,00	1,10	1,15
Вітаміни: А, тис. МО	20	20	20	20	20
D ₃ , тис. МО	4	4	4	4	4
Е, мг	300	300	300	300	300

Синтетичні препарати амінокислот вводили до комбікорму методом вагового дозування та багатоступеневого змішування.

3.4.1.2. Динаміка маси тіла личинок і мальків. Аналізуючи дані, які характеризують ріст личинок у зрівняльний період досліду (табл. 3.101), можна зробити висновок про аналогічність відібраних особин за відсутності значущої різниці між ними по групах.

В основний період досліду, за рахунок різного амінокислотного живлення личинок і мальків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.102).

Наведені дані свідчать про різні показники маси тіла у личинок і мальків форелі, яким згодовували комбікормами з різною амінокислотою поживністю в усі періоди досліду. Зокрема, на 10 добу досліду найвищої маси тіла досягли личинки 4- і 5-ї груп, які споживали комбікорм із підвищеним вмістом лізину і метіоніну. За цим показником вони переважали

контрольних відповідно на 1,5 і 1,2 %. Молодь форелі 2- і 3-ї груп, яка одержувала комбікорм зі зниженим вмістом лізину і метіоніну, поступалася перед контрольною за згаданим показником відповідно на 7,4 і 0,7 %.

Таблиця 3.101

Маса личинок у зрівняльний період досліду, мг, n=40000

Група	Доба досліду	
	1	5
1-а	156±14,5	271±23,4
2-а	154±10,3	267±15,9
3-я	158±14,9	273±21,8
4-а	156±13,5	271±17,6
5-а	153±11,6	270±13,8

Відмінності за масою піддослідної молоді спостерігалися й у наступні вікові періоди. Так, на 15 добу мальки форелі 4- і 5-ї груп за масою переважали аналогів контрольної відповідно на 12,6 та 10,7 %, тоді як особини 2-ї групи поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником на 6,8 %.

Таблиця 3.102

Маса піддослідних личинок і мальків форелі за різного рівня лізину і метіоніну в основний період досліду, мг, n=40000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	271±23,4	267±15,9	273±21,8	271±17,6	270±13,8
10	407±28,2	377±21,6	404±27,6	413±27,3	412±22,5
15	533±35,6	497±27,8	549±32,0	600±32,2	590±29,1
20	698±32,0	622±31,4	721±36,1	782±29,8	773±34,3
25	842±39,7	735±36,1	862±34,9	939±35,4*	921±32,7
30	962±41,5	841±38,3	984±39,6	1065±42,3*	1043±39,0
35	1076±43,8	944±41,2	1107±42,7	1191±46,9*	1164±44,8

*p<0,05 порівняно з 1-ю групою.

На 20 добу досліду мальки 3-, 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 3,3; 12,0 і 10,7 %; аналоги з 2-ї групи поступалися перед останніми за цим показником на 10,9 %.

Подібна тенденція до змін у масі молоді дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася і в наступні вікові періоди. Зокрема на 25 добу досліду мальки 3-, 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 2,4; 11,5 ($p < 0,05$) і 9,4 %. Водночас форель 2-ї групи поступалася за масою аналогам 1-ї групи на 12,7 %.

На 30 добу досліду мальки форелі 3-, 4- і 5-ї дослідних груп переважали контрольних аналогів відповідно на 2,3; 10,7 ($p < 0,05$) і 8,4 %, тоді як ровесники 2-ї групи поступалися перед аналогами контрольної групи на 12,6 %.

На час закінчення досліду (35 доба) найвищої маси тіла досягла молодь 4-ї групи, яка переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 10,7 ($p < 0,01$); 26,2 ($p < 0,001$); 7,6 і 2,3 %.

Отже, під час основного періоду досліду найвищою масою тіла характеризувалися личинки і мальки форелі, яким згодовували комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,2 і 1,1 % відповідно.

Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 3.37).

Ріст форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою засвідчив, що за віком личинок і мальків (період досліду – x) залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна спрогнозувати масу їх тіла (функція – y):

1 група (3,1 % Л, 1,05 % М):

$$y = -0,0004x^4 + 0,0198x^3 - 0,2593x^2 + 28,446x + 129,6 (R^2 = 0,9996);$$

2 група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0002x^4 + 0,0159x^3 - 0,4006x^2 + 27,976x + 128,75 (R^2 = 0,9998);$$

3 група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = 0,0001x^4 - 0,016x^3 + 0,5801x^2 + 22,606x + 138,4 (R^2 = 0,9995);$$

4 група (3,2 % Л, 1,10 % М):

$$y = 0,0005x^4 - 0,0536x^3 + 1,6063x^2 + 16,903x + 141,47 (R^2 = 0,9997);$$

5 група (3,3 % Л, 1,15 % М):

$$y = 0,0005x^4 - 0,0489x^3 + 1,4447x^2 + 18,257x + 137,34 (R^2 = 0,9996).$$

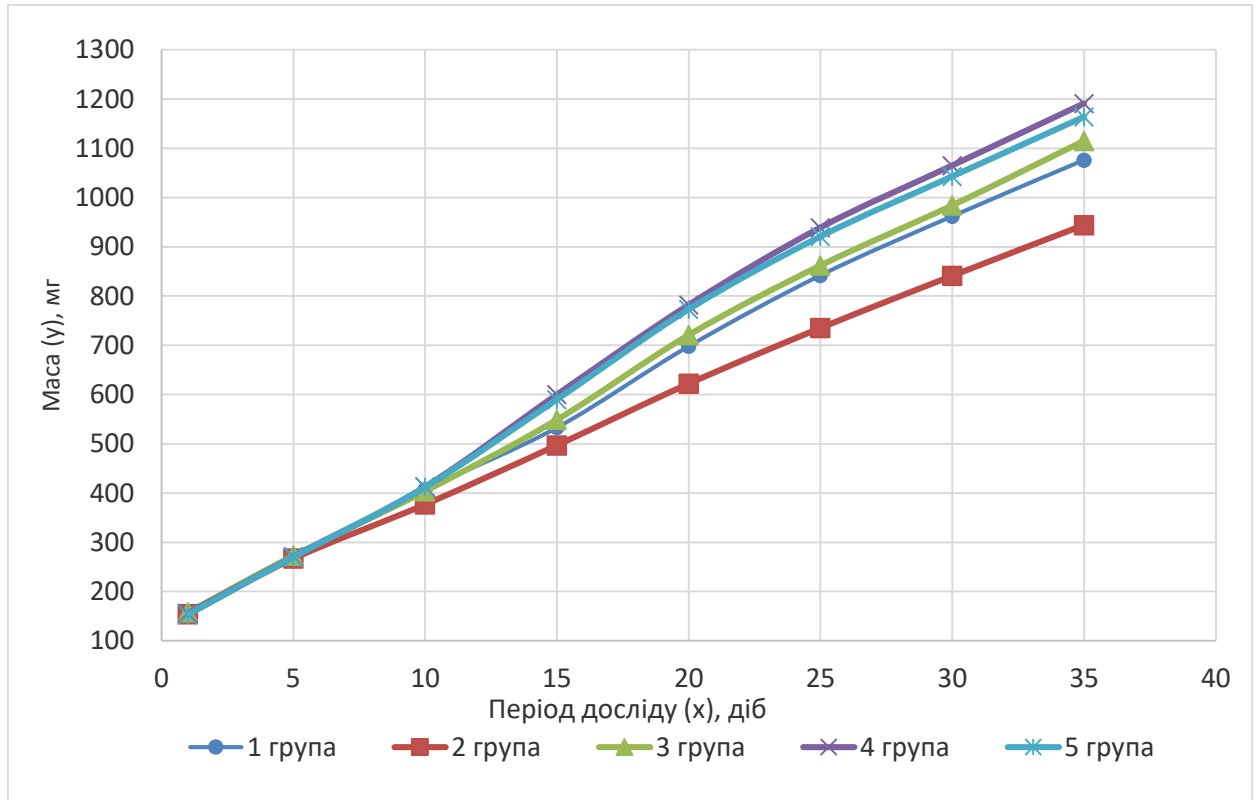


Рис. 3.37. Графічна модель росту личинок і мальків форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах

Дані дисперсійного аналізу свідчать (рис. 3.38), що різний рівень лізину й метіоніну у комбікормах, призначених для живлення личинок і мальків форелі, достовірно ($p < 0,01$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактору становить 56,5 %, що на 13 % більше, ніж вплив інших чинників.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла личинок і мальків форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом лізину та метіоніну (табл. 3.103), можна зазначити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними особинами була незначною (2-4 мг). Проте з початком основного періоду дослідження ситуація дещо змінилася. Зокрема, вже на 6-10

добу досліду у личинок 4- і 5-ї груп спостерігався однаковий абсолютний приріст маси тіла із переважанням аналогів контрольної групи за згаданим показником на 4,4 %. При цьому личинки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 19,1 і 3,6 %.

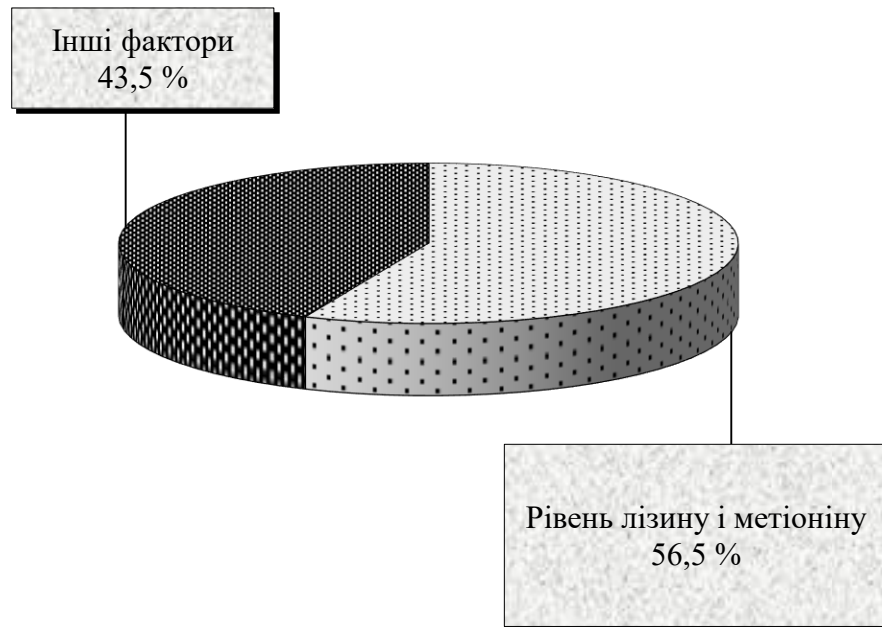


Рис. 3.38. Вплив вмісту лізину і метіоніну у комбікормах личинок і мальків форелі на динаміку їхньої маси тіла

У наступні п'ять діб досліду абсолютний приріст маси тіла молоді 3-, 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної групи, був вищим відповідно на 15,1; 48,4 та 41,3 %. Піддослідні особини 2-ї групи дещо поступалися перед ровесниками контрольної групи за таким показником на 4,8 %.

Найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла характеризувалися мальки усіх піддослідних груп у період з 16 по 20 добу досліду. Так, аналоги 3-, 4- і 5-ї груп виявляли перевагу над контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 4,2; 10,3 і 10,9 %, тоді як мальки 2-ї групи поступалися перед останніми на 24,2 %.

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялася молодь форелі 4-ї групи, яка отримувала комбікорм із

вмістом лізину та метіоніну на рівні 3,2 і 1,1 %. За згаданим показником вони переважали ровесників усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 9,0; 38,9; 11,3 і 6,1 %.

Таблиця 3.103

Абсолютні прирости маси тіла личинок і мальків форелі за різного вмісту лізину і метіоніну, мг, n=40000

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	115	113	115	115	117
6-10	136	110	131	142	142
11-15	126	120	145	187	178
16-20	165	125	172	182	183
21-25	144	113	141	157	148
26-30	120	106	122	126	122
31-35	114	103	123	126	121
Приріст за основний період досліду (6-35 діб)	805	677	834	920	894

У проміжку часу між 26 і 30 добою найнижчим абсолютним приростом маси тіла характеризувалися мальки 2-ї групи, які за цим показником поступалися аналогам 1-, 3-, 4- і 5-ї груп у середньому на 16,1 %.

У заключні п'ять днів досліду перевага мальків 3-, 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за цим показником збереглася й становила відповідно 7,9; 10,5 і 6,1 %, тоді як молодь 2-ї групи поступалася перед контролем на 9,6 %.

У середньому за основний період досліду більші абсолютні прирости маси тіла були притаманні для мальків 3-, 4- і 5-ї груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 29; 105 і 89 мг, або на 3,6; 14,3 і 11,1 %. Молодь форелі 2-ї групи, яка споживали комбікорм із вмістом лізину

і метіоніну на рівні 2,9 і 0,95 % відповідно, поступалася перед контрольними особинами за вказаним показником на 128 мг, або на 15,9 %.

У личинок і мальків форелі, які споживали комбікорм із різним вмістом лізину та метіоніну, відповідно до зміни показників абсолютного приросту маси тіла змінювалися й середньодобові (табл. 3.104). У зрівняльний період досліді середньодобові прирости у піддослідної молоді практично не відрізнялися (22,6-23,4 мг). Надалі встановлено, що майже в усі періоди досліді мальки, які одержували комбікорми із вищим рівнем амінокислот, переважали за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм із меншим вмістом лізину та метіоніну.

Таблиця 3.104

Середньодобовий приріст маси тіла личинок і мальків форелі за різного рівня лізину і метіоніну, мг, n=40000

Період досліді, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	23,0	22,6	23,0	23,0	23,4
6-10	27,2	22,0	26,2	28,4	28,4
11-15	25,2	24,0	29,0	37,4	35,6
16-20	33,0	25,0	34,4	36,4	36,6
21-25	28,8	22,6	28,2	31,4	29,6
26-30	24,0	21,2	24,4	25,2	24,4
31-35	22,8	20,6	24,6	25,2	24,2
У середньому за основний період досліді (6-35 діб)	26,8	22,6	27,8	30,7	29,8

Зокрема, у період 6-10 доби досліді аналоги 4- та 5-ї груп виявляли однакові середньодобові прирости і за цим показником переважали контрольних ровесників на 1,2 мг. Разом із тим піддослідна молодь 2- і 3-ї груп поступалася перед контрольною відповідно на 5,2 і 1,0 мг.

У наступний період досліду (11-15 доба) мальки 2-ї групи за цим показником поступалися контрольним аналогам на 1,2 мг, тоді як ровесники 3-, 4- та 5-ї груп переважали останніх відповідно на 3,8; 12,2 та 10,4 мг.

У віковому проміжку 16-20 діб більші середньодобові прирости маси тіла були характерні для мальків 3-, 4- і 5-ї груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 1,4; 3,4 та 3,6 мг. Мальки форелі 2-ї групи поступалися контрольним за цим показником на 8,0 мг.

У наступному віковому періоді (21-25 доба) перевага мальків 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 9,0 і 1,1 %. Водночас молодь 2-ї групи поступалася перед контрольними аналогами на 21,5 %.

На 26-30 добу досліду перевага форелі 5-ї групи за вказаним показником над контрольними ровесниками становила 1,2 мг. Мальки 3- і 5-ї груп за цим показником були однаковими і несуттєво випереджали контрольних ровесників. Різниця за середньодобовим приростом маси тіла між аналогами 1- і 2-ї груп становила 2,8 мг.

На заключному етапі досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися мальки 3-, 4- і 5-ї груп, які переважали за згаданим показником ровесників 1-ї групи відповідно на 1,8; 2,4 і 1,4 мг, тоді як молодь 2-ї групи поступалась перед останніми на 2,2 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду більшими показниками середньодобового приросту маси тіла характеризувалися мальки 3-, 4- і 5-ї дослідних груп, які переважали контрольних за цим показником, відповідно на 1,0; 3,9 і 3,0 мг. Мальки форелі 2-ї групи у основний період досліду поступалися перед контрольними за таким показником на 4,2 мг.

Ефективність визначення масонакопичення у личинок і мальків була доповнена також виявленням залежності між рівнем лізину й метіоніну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.39)

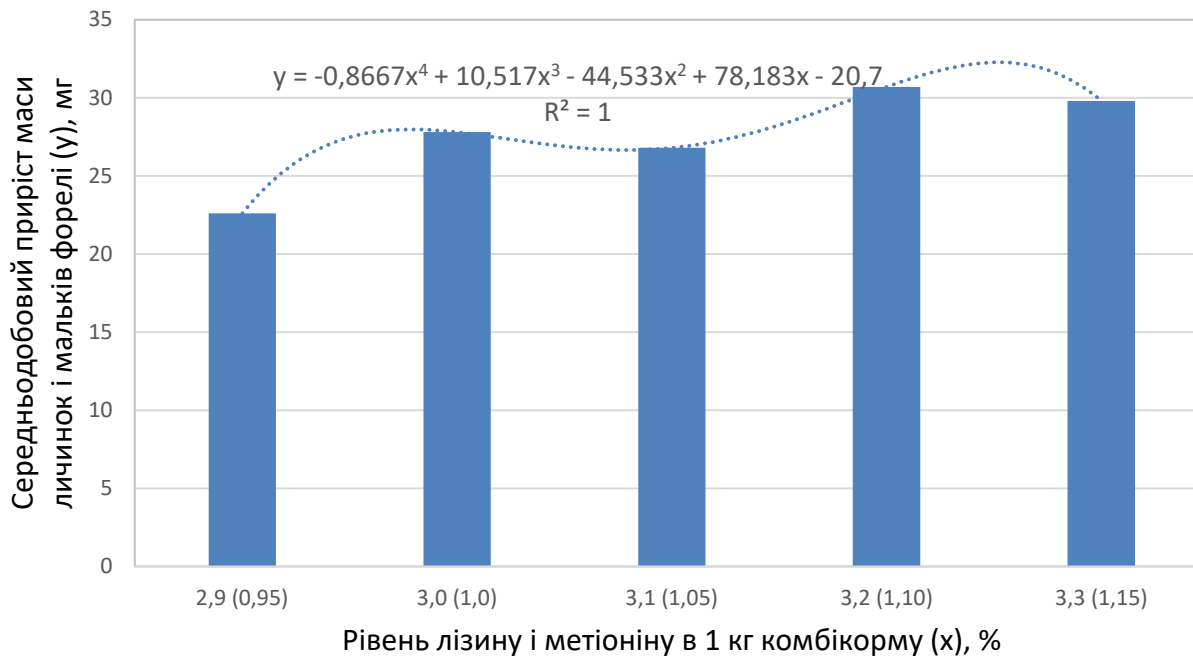


Рис. 3.39. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі

Аналіз кореляцій між рівнем лізину і метіоніну в кормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,51$, $p<0,01$).

Характеризуючи інтенсивність росту личинок і мальків форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом лізину і метіоніну, слід зазначити, що за зрівняльний період дослідження різниця між піддослідними групами риби за відносними приростами знаходилася у межах 0,2–1,4 % (табл. 3.105). Проте, вже у період 11-15 доба дослідження за відносними приростами маси тіла особини 2-, 3-, 4- і 5-ї груп переважали аналогів контрольної групи відповідно на 0,7; 3,6; 10,1 і 8,7 %.

Деяко інша ситуація спостерігалася на 16-20 добу дослідження, коли найвищими відносними приростами маси тіла вирізнялися мальки 1- і 5-ї груп (26,8 і 26,9 %). Піддослідні особини 2-ї групи поступалися контрольним за таким показником у цей період на 4,5 %.

У наступний віковий період найменші відносні прирости маси тіла виявляли мальки 2-ї групи, які поступалися за цим показником ровесникам з 1-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 2,0; 1,1; 1,5 і 0,8 %.

Відносний приріст маси тіла личинок і мальків форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормах, %, n=40000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	53,9	53,7	53,4	53,9	55,3
6-10	40,1	34,2	38,7	41,5	41,6
11-15	26,8	27,5	30,4	36,9	35,5
16-20	26,8	22,3	27,1	26,3	26,9
21-25	18,7	16,7	17,8	18,2	17,5
26-30	13,3	13,5	13,2	12,6	12,4
31-35	11,2	11,5	11,8	11,2	11,0
Приріст за основний період дослідів (6-35 діб)	119,5	111,8	120,9	125,9	124,7

Починаючи з 21 доби дослідів і до його закінчення відносні прирости маси тіла піддослідної форелі усіх груп знижувалися й суттєвої різниці між ними не спостерігалося.

Загалом, за основний період дослідів більшими показниками відносного приросту маси тіла виділялася молодь 3-, 4- і 5-ї груп, яка за таким показником переважала контрольних відповідно на 1,4; 6,4 і 5,2 %. Мальки форелі 2-ї групи в основний період дослідів поступалися перед контрольними за згаданим показником на 7,7 %.

Отже, аналіз даних, які характеризують ріст личинок і мальків форелі показав, що найвища динаміка росту була притаманна молоді 4-ї групи, яка споживали комбікорм з рівнем лізину і метіоніну 3,2 і 1,1 % відповідно.

3.4.1.3. Витрати корму та збереженість. Аналізуючи наведені дані (табл. 3.106) можна стверджувати, що із збільшенням вмісту лізину й метіоніну у комбікормі від 2,9 і 0,95 % відповідно (2-а група) до 3,2 і 1,1 %

(4-а група) спостерігалось зменшення витрат комбікорму на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі. Водночас встановлено, що збільшення рівнів у комбікормах згаданих амінокислот до 3,3 і 1,15 % (5-а група) провокує деяке підвищення рівня витрат комбікорму на одиницю приросту маси тіла порівняно з аналогами 4-ї групи.

Таблиця 3.106

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормах, кг, n=40000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,295	0,295	0,297	0,295	0,288
6-10	0,374	0,428	0,385	0,364	0,363
11-15	0,529	0,518	0,473	0,401	0,414
16-20	0,529	0,622	0,524	0,537	0,528
21-25	0,731	0,813	0,764	0,748	0,778
26-30	1,002	0,992	1,008	1,057	1,069
31-35	1,180	1,146	1,125	1,182	1,202
У середньому за основний період дослідження (6-35 діб)	0,744	0,791	0,734	0,715	0,723

Найнижчими були витрати корму у личинок і мальків форелі 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідження) на 4,1; 10,6; 2,6 і 1,1 %.

Ефективність використання комбікорму з різними рівнями досліджуваних амінокислот була описана поліноміальною лінією із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.40). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,02$).

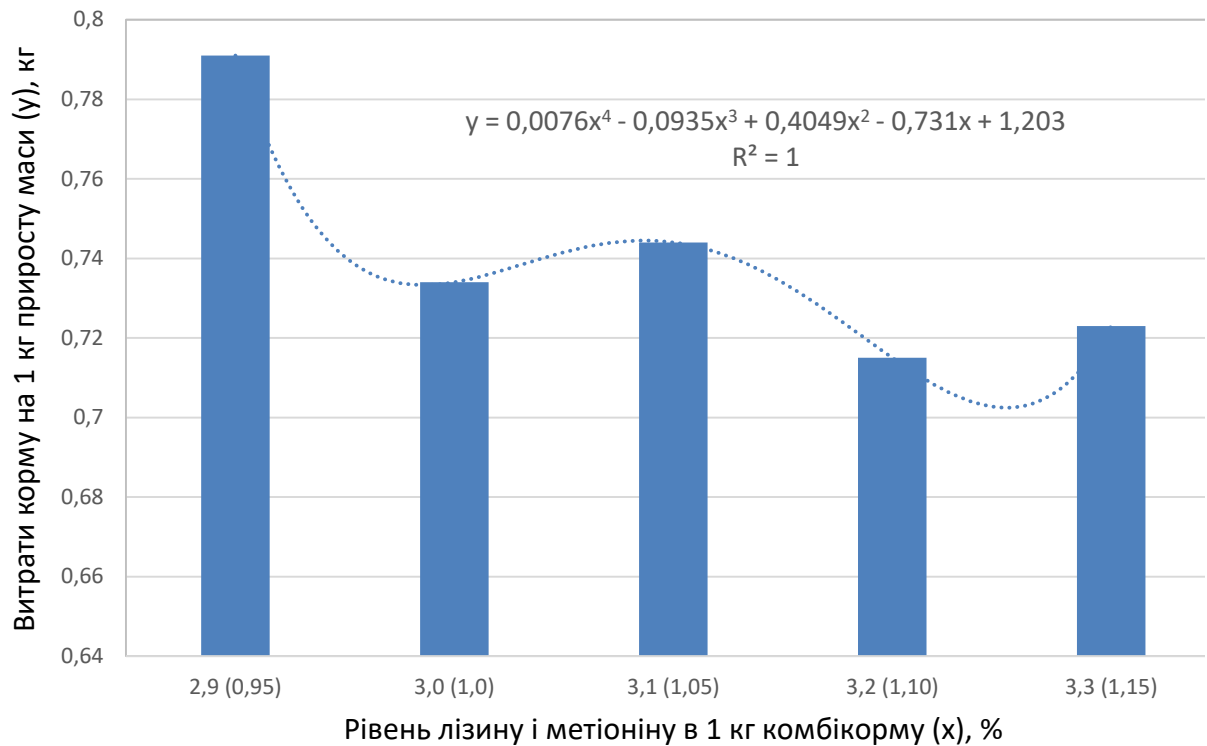


Рис. 3.40. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та витратами корму на 1 кг приросту маси тіла у личинок і мальків форелі

Варто зауважити, що збереженість піддослідної форелі упродовж усього періоду дослідження була достатньо високою і знаходилася в межах від 83,9 до 85,1 % (табл. 3.107).

Таблиця 3.107

Збереженість личинок і мальків форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормах, % від кількості на початок дослідження, n=40000

Доба дослідження	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	98,1	97,9	98,0	97,9	97,6
10	96,0	95,4	95,8	95,3	94,7
15	93,5	93,0	93,1	92,4	91,8
20	91,2	90,2	90,9	90,1	89,3
25	88,0	88,1	88,4	88,5	87,3
30	86,4	86,2	86,7	86,2	85,5
35	84,3	84,0	85,1	84,2	83,9

Майже в усі вікові періоди вирощування вища збереженість риби встановлена у особин, яким згодовували комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,0 і 1,0 % відповідно (3-а група), найнижча – у форелі, яка споживала комбікорм із вмістом цих амінокислот на рівні 2,9 і 0,95 % відповідно (2-а група). Риби 1-, 4- і 5-ї груп за цим показником посіли проміжне місце.

Таким чином, найнижчими витратами корму на 1 кг приросту маси тіла характеризувалися личинки і мальки форелі, які одержували комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,2 і 1,1 %, тоді як збереженість піддослідних особин була близькою і суттєвої різниці за цим показником, залежно від вмісту лізину і метіоніну у кормі, не спостерігалось.

3.4.2. Вирощування цьоголіток

3.4.2.1 Характеристика живлення. Піддослідних цьоголіток райдужної форелі у десятому науково-господарському досліді годували повнораціонними комбікормами (табл. 3.108) із наступною цінністю (табл. 3.109).

Таблиця 3.108

Склад комбікормів для цьоголіток форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	11,61	11,65	11,63	11,59	11,58
Борошно: рибне	15,68	15,73	15,71	15,66	15,63
м'ясне	15,43	15,48	15,45	15,41	15,38
кров'яне	5,01	5,03	5,02	5,00	4,99
пір'яне гідролізоване	5,00	5,02	5,01	4,99	4,99
Глютен кукурудзяний	9,30	9,33	9,31	9,29	9,27
Соевий концентрат	14,97	15,02	14,99	14,95	14,93
Дріжджі кормові	13,81	13,85	13,83	13,79	13,77
Риб'ячий жир	7,88	7,90	7,89	7,87	7,86
Лізін	0,21	-	0,10	0,31	0,41
Метіонін	0,10	-	0,05	0,15	0,20
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 3.109

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Сирий протеїн	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Сирий жир	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Сира клітковина	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізін	3,00	2,8	2,9	3,1	3,2
Метіонін	1,00	0,9	0,95	1,05	1,10
Вітамін А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

Після досягнення маси тіла 10 г у одинадцятому науково-господарському досліді піддослідним цьоголіткам форелі до моменту зимівлі згодовували повнораціонні комбікорми (табл. 3.110) із наступною поживністю (табл. 3.111).

Таблиця 3.110

Склад комбікормів для цьоголіток форелі у одинадцятому досліді, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	1,69	1,70	1,69	1,69	1,68
Борошно: рибне	16,63	16,68	16,66	16,61	16,58
м'ясне	15,04	15,09	15,06	15,02	14,99
кров'яне	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
пір'яне гідролізоване	5,00	5,02	5,01	4,99	4,99
соєве повножирове	14,59	14,64	14,61	14,57	14,55
Глютен кукурудзяний	5,45	5,47	5,46	5,44	5,43
Соєвий концентрат	17,83	17,89	17,86	17,80	17,78
Дріжджі кормові	9,93	9,96	9,95	9,92	9,90
Риб'ячий жир	9,58	9,61	9,60	9,57	9,55
Соєва олія	2,00	2,01	2,00	2,00	1,99
Лізін	0,21	-	0,10	0,31	0,41
Метіонін	0,10	-	0,05	0,15	0,20
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 3.111

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Сирий протеїн	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Сирий жир	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Сира клітковина	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17
Кальцій	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Фосфор загальний	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Лізин	2,9	2,7	2,8	3,0	3,1
Метіонін	0,95	0,85	0,90	1,00	1,05
Вітаміни А, тис. МО	15	15	15	15	15
D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Е, мг	250	250	250	250	250

Рівень змін у комбікормах за вмістом лізину і метіоніну регулювали синтетичними амінокислотами, що було передбачено схемою досліду.

3.4.2.2. Динаміка маси тіла цьоголіток. У проведених дослідженнях доведено, що різний вміст лізину і метіоніну у комбікормах цьоголіток форелі по-різному позначається на продуктивності останніх. Так, аналіз даних, які характеризують їхній ріст у зрівняльний період досліду (табл. 3.112), підтвердив аналогічність відібраної риби за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.112

Маса молоді форелі у зрівняльний період досліду, г, n=20000

Група	Доба досліду	
	1	5
1-а	1,03±0,092	2,05±0,137
2-а	1,06±0,078	2,07±0,129
3-я	1,01±0,068	2,05±0,171
4-а	1,05±0,089	2,03±0,153
5-а	1,02±0,102	2,03±0,146

У подальшому, з початком основного періоду досліду, за рахунок змін лізину і метіоніну у комбікормах цьоголіток, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.113). Так, на 10 добу досліду найвищою масою тіла вирізнялася форель 1- і 4-ї груп – 3,17 г. На 15 добу молодь форелі 4-ї групи за масою переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,9; 7,9; 5,0 і 2,6 %.

Таблиця 3.113

Маса піддослідних цьоголіток форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормі в основний період досліду, г, n=20000

Доба досліду	Групи				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	2,05±0,137	2,07±0,129	2,05±0,171	2,03±0,153	2,03±0,146
10	3,17±0,191	3,11±0,160	3,11±0,138	3,17±0,215	3,14±0,201
15	4,31±0,212	4,07±0,194	4,18±0,175	4,39±0,207	4,28±0,269
20	5,67±0,261	5,02±0,225	5,37±0,236	5,76±0,260	5,58±0,302
25	6,98±0,293	5,96±0,259**	6,59±0,303	7,15±0,285	6,87±0,320
30	8,25±0,314	7,06±0,281**	7,84±0,295	8,64±0,328	8,23±0,341
35	9,37±0,365	8,12±0,347*	8,89±0,340	10,00±0,394	9,51±0,373
40	10,55±0,413	9,10±0,372**	9,95±0,363	11,33±0,436	10,75±0,417
45	11,71±0,464	10,06±0,418**	11,04±0,402	12,59±0,473	11,97±0,451

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з 1-ю групою.

Аналогічна ситуація змін маси тіла характерна для цьоголіток і на 20 добу досліду. Зокрема, форель 4-ї групи за масою переважала контрольну у згаданий період на 1,6 %, а аналоги з 2-, 3- та 5-ї груп поступалися перед останніми за цим показником відповідно на 11,5; 5,3 і 1,6 %.

Подібна тенденція до змін у масі цьоголіток дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу досліду форель 4-ї групи за масою переважала контрольних ровесників на 2,4 %. Водночас особини 2- і 3-ї груп поступалися за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 14,6 ($p < 0,01$) і 5,6 %.

На 30 добу досліду ситуація зі зміною маси тіла піддослідних цьоголіток форелі залишилася подібною до попередніх періодів. Так, особини 4-ї групи переважали контрольних аналогів на 0,39 г, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед цьоголітками 1-ї групи на 1,19 ($p < 0,01$) і 0,41 г. Різниця між показниками маси тіла аналогів 2- і 4-ї х груп збільшилася до 1,58 г на користь останніх.

На 35 добу найвищої маси тіла досягли цьоголітки 4-ї групи, які переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 6,7; 23,2; 12,5 і 5,2 %. Достовірною ($p < 0,05$) була різниця між масою ровесників 1- і 2-ї груп – 13,3 %.

Із початком 40 доби форель 2-ї групи за масою поступалася перед аналогами усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 15,9 ($p < 0,01$); 9,3; 24,5 ($p < 0,001$) і 18,1% ($p < 0,01$).

На час закінчення досліду (45 доба) вищої маси тіла досягли цьоголітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної відповідно на 0,88 та 0,26 г, або на 9,2 та 2,2 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 1,65 і 0,67 г, або на 14,1 ($p < 0,01$) і 5,7 %.

Отже, зменшення вмісту лізину і метіоніну у комбікормі цьоголіток до рівня 2,8 і 0,9 % відповідно спричиняли достовірне зменшення їх маси тіла.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту (рис. 3.41).

У досліді їхній ріст було описано за допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою. За зміною періоду досліду (x) залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголіток (y):

1 група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = -0,0001x^2 + 0,2497x + 0,7423 (R^2 = 0,9996);$$

2 група (2,8 % Л, 0,9 % М):

$$y = -0,0001x^2 + 0,207x + 0,9582 (R^2 = 0,9995);$$

3 група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0002x^2 + 0,2357x + 0,7851 (R^2 = 0,9996);$$

4 група (3,1 % Л, 1,05 % М):

$$y = 0,0005x^2 + 0,2447x + 0,7431 (R^2 = 0,9995);$$

5 група (3,2 % Л, 1,10 % М):

$$y = 0,0003x^2 + 0,2363x + 0,7717 (R^2 = 0,9997).$$

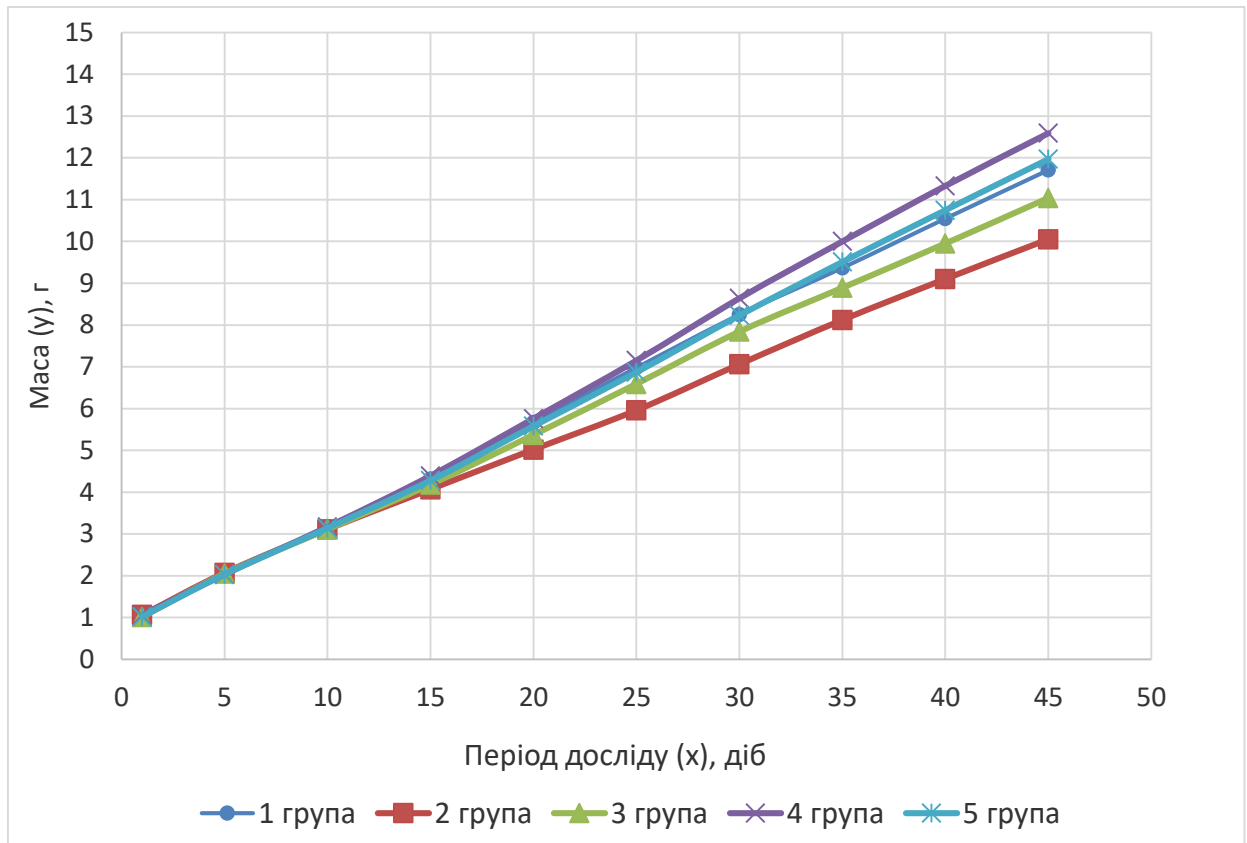


Рис. 3.41. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі

Однофакторний дисперсійний аналіз (рис. 3.42) свідчить, що різний рівень лізину і метіоніну у комбікормі для цьоголіток форелі достовірно ($p < 0,01$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 61,4 %, що на 22,8 % більше порівняно із впливом інших чинників.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла цьоголіток райдужної форелі, що споживали комбікорм із різним вмістом досліджуваних амінокислот (табл. 3.114), варто зауважити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними особинами була незначною. Проте з

початком основного періоду дослідження ситуація дещо змінилася. Зокрема, вже на 6-10 добу дослідження цьогорітки 4-ї групи за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 1,8; 9,6; 7,5 і 2,7 %.

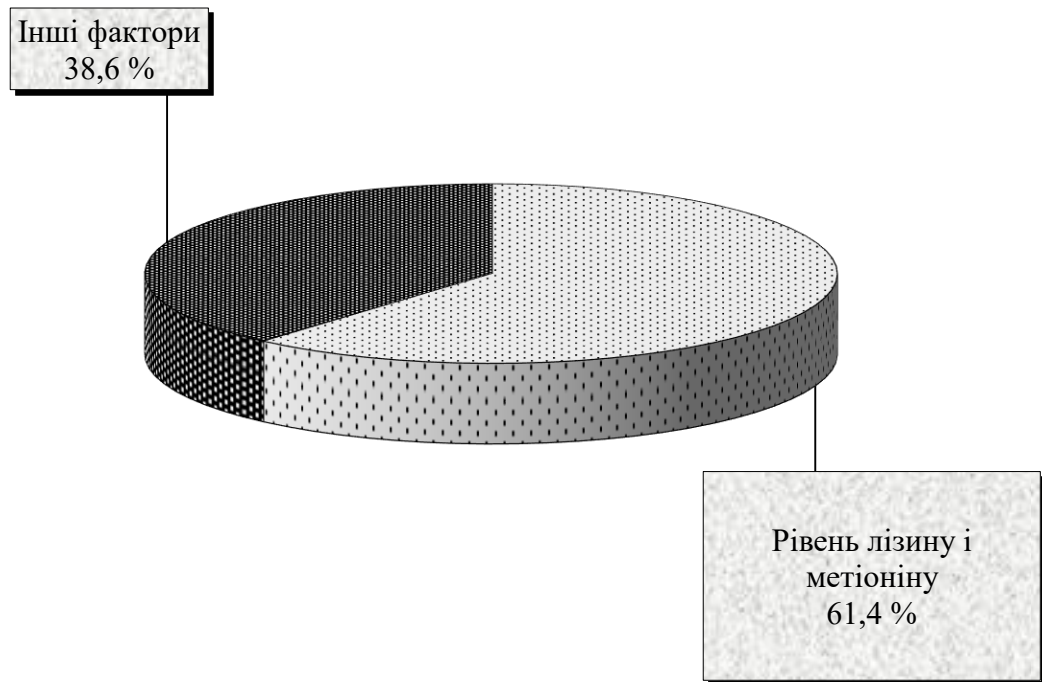


Рис. 3.42. Вплив рівнів лізину і метіоніну у комбікормі для цьогоріток форелі на динаміку їх маси тіла

Аналогічна ситуація спостерігалася й у наступні п'ять діб дослідження. Так, абсолютний приріст маси тіла у цей період у форелі 1- та 5-ї груп був однаковим і за згаданим показником вони поступалися перед аналогами 4-ї групи на 7,0 %, але при цьому переважали ровесників 2- і 3-ї груп відповідно на 18,7 і 6,5 %.

Найвищими показниками абсолютного приросту маси тіла у період з 16 по 20 добу дослідження вирізнялися цьогорітки 1- та 4-ї груп – відповідно 1,36-1,37 г. Форель 2-, 3 та 5-ї груп поступалася перед аналогами контрольної групи відповідно на 30,1; 12,5 та 4,4 %.

У наступний період (21-25 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла виділялися також цьогорітки 4-ї групи, які оспоживали комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % відповідно. За цим

показником вони переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 6,1; 47,9; 13,9 і 7,8 %.

Таблиця 3.114

Абсолютні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормі, г, n=20000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	1,02	1,01	1,04	0,98	1,01
6-10	1,12	1,04	1,06	1,14	1,11
11-15	1,14	0,96	1,07	1,22	1,14
16-20	1,36	0,95	1,19	1,37	1,3
21-25	1,31	0,94	1,22	1,39	1,29
26-30	1,27	1,1	1,25	1,49	1,36
31-35	1,12	1,06	1,05	1,36	1,28
36-40	1,18	0,98	1,06	1,33	1,24
41-45	1,16	0,96	1,09	1,26	1,22
Приріст за основний період досліджу (6-45 діб)	9,66	7,99	8,99	10,56	9,94

У період з 26 по 30 добу досліджу найнижчі абсолютні прирости маси тіла були характерні для форелі 2-ї групи, які за цим показником поступалися контрольним аналогам на 13,4 %. Ровесники 4- і 5-ї груп переважали рибу 1-ї групи відповідно на 17,3 та 7,1 %. Різниця між показниками абсолютного приросту маси тіла цьоголіток 2- і 4-ї груп у цей період становила 35,5 % на користь останніх.

У період від 31 до 35 доби найвищі абсолютні прирости маси тіла виявилися у форелі 4-ї групи, яка переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 21,4; 28,3; 29,5 і 6,3 %.

У наступний віковий період (36-40 доба) вищими абсолютними приростами маси тіла виділялася форель 4- і 5-ї груп, якій задавали

комбікорм із підвищеним рівнем лізину і метіоніну. Вона переважала аналогів контрольної групи, що споживали корм із вмістом лізину 3,0 % та метіоніну 1,0 % відповідно на 12,7 і 5,1 %. Одночасно риби 1-ї групи перевершували за цим показником ровесників 2- і 3-ї груп на 16,9 і 10,2 % відповідно.

У заключні п'ять діб дослідження перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи за згаданим показником, збереглася й становила відповідно 8,6 і 5,2 %, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 17,2 та 6,0 %.

Загалом більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період дослідження вирізнялася форель 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контрольну відповідно на 9,3 і 2,9 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї дослідних груп поступалися контрольним екземплярам за таким показником у основний період дослідження відповідно на 17,3 і 6,9 %. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за абсолютним приростом маси тіла в основний період дослідження становила 32,2 %.

Як свідчать результати проведених досліджень, упродовж періоду вирощування цьоголіток характер динаміки у середньодобових приростах їхньої маси тіла залежав від рівня лізину і метіоніну у комбікормі та зміни маси тіла особин (табл. 3.115). Встановлено, що у зрівняльний період дослідження середньодобові прирости у піддослідній молоді майже не відрізнялися, а у подальшому, за впливу різного рівня лізину та метіоніну, вони змінювалися по-різному.

У період 11-15-ї доби дослідження цьоголітки 2- і 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 36 та 14 мг, тоді як ровесники 4-ї групи переважали останніх на 16 мг.

У віковому проміжку від 16 до 20 доби дослідження більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 1- і 4-ї груп, де спостерігався майже однаковий показник 272 і 274 мг. Форель 2- і

3-ї груп поступалася перед контрольною за згаданим показником відповідно на 82 і 34 мг.

Таблиця 3.115

Середньодобові прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у комбікормі, г, n=20000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,204	0,202	0,208	0,196	0,202
6-10	0,224	0,208	0,212	0,228	0,222
11-15	0,228	0,192	0,214	0,244	0,228
16-20	0,272	0,190	0,238	0,274	0,260
21-25	0,262	0,188	0,244	0,278	0,258
26-30	0,254	0,220	0,250	0,298	0,272
31-35	0,224	0,212	0,210	0,272	0,256
36-40	0,236	0,196	0,212	0,266	0,248
41-45	0,232	0,192	0,218	0,252	0,244
У середньому за основний період дослідів (6-45 діб)	0,242	0,200	0,225	0,264	0,249

У наступному віковому періоді (21-25 доба) перевага цьоголіток 4-ї групи над ровесниками 1-, 2-, 3- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 16; 90; 34 і 20 мг.

У період з 26 по 30 добу дослідів перевага молоді 4- і 5-ї дослідних груп за згаданим показником над контрольними ровесниками становила відповідно 44 і 18 мг. Цьоголітки 2-ї групи за цим показником поступалися перед контрольними аналогами на 34 мг.

На наступному етапі дослідів (31-35 доба) ситуація не змінилася й перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за

середньодобовими приростами маси тіла збереглася та становила відповідно 48 і 32 мг, тоді як форель 2- і 3-ї груп поступалася останнім відповідно на 12 і 14 мг.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищими середньодобовими приростами маси тіла відзначалися цьоголітки 4-ї групи, які переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 11,2; 35,7; 25,5 і 7,3 %.

У заключний період досліду (41-45 доба) перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за вказаним показником становила відповідно 20 і 12 мг, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 40 і 14 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період досліду найвищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялася форель 4-ї групи, що споживала комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % відповідно, яка за цим показником переважала контрольних на 9,1 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп, які споживали комбікорм із зниженим вмістом зазначених амінокислот поступалися аналогам 1-ї групи за вказаним показником у основний період досліду відповідно на 42 і 17 мг. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла за основний період досліду становила 64 мг.

Ефективність визначення нарощування маси тіла у форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі була доповнена також встановленням залежності між рівнем досліджуваних амінокислот та її середньодобовими приростами (рис. 3.43).

Аналіз кореляцій між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,63$, $p<0,001$).

Характеризуючи інтенсивність росту піддослідної форелі, яка споживала корм з різним рівнем лізину і метіоніну, варто зазначити, що за зрівняльний період досліду різниця за відносними приростами особин у групах знаходилася в межах 1,7–3,5 % (табл. 3.116). Проте вже у період 11-

15-ї доби форель 4-ї групи за відносним приростом маси тіла переважала аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,8; 5,6; 2,9 і 1,6 %.

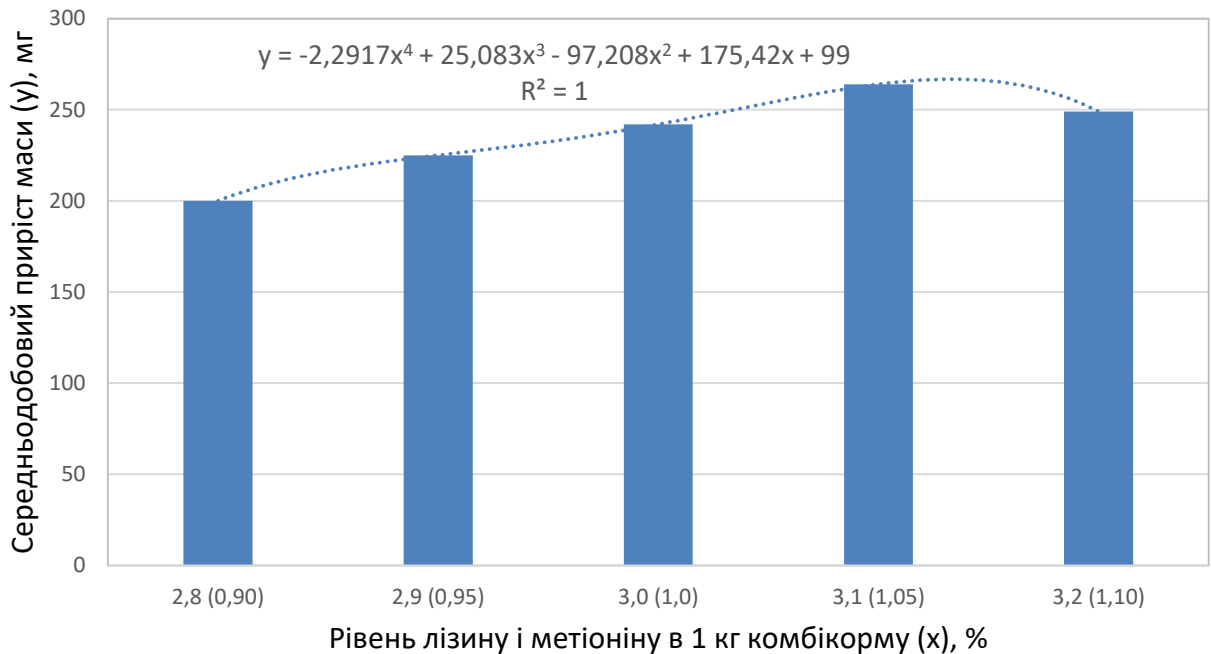


Рис. 3.43. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі

У наступному віковому періоді найнижчі відносні прирости маси тіла спостерігали у цьоголіток 2-ї групи, які поступалися ровесникам з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 6,4; 4,0; 6,1 і 5,5 %.

Починаючи з 21-ї доби досліду і до його закінчення показник відносного приросту маси тіла піддослідної форелі знижувався. Так, у віковому проміжку 21-25 доби досліду щодо форелі 1-, 3- і 5-ї груп відзначали майже однакові відносні прости маси тіла (20,4-20,7 %), а аналоги 2-ї групи поступалися перед ровесниками 4-ї групи за таким показником на 4,4 %.

У наступний віковий період відносні прирости маси тіла форелі контрольної групи зафіксовано найнижчими і за цим показником вона поступалася перед аналогами дослідних груп відповідно на 0,2; 0,6; 2,2 і 1,3 %.

На 31-35-у добу досліді за відносними приростами маси тіла форель 2-, 4- та 5-ї груп переважала контрольних ровесників відповідно на 1,3; 1,9 і 1,7 %.

Таблиця 3.116

Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, %, n=20000

Період досліді, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	66,2	64,5	68,0	63,6	66,2
6-10	42,9	40,2	41,1	43,8	42,9
11-15	30,5	26,7	29,4	32,3	30,7
16-20	27,3	20,9	24,9	27,0	26,4
21-25	20,7	17,1	20,4	21,5	20,7
26-30	16,7	16,9	17,3	18,9	18,0
31-35	12,7	14,0	12,6	14,6	14,4
36-40	11,8	11,4	11,3	12,5	12,2
41-45	10,4	10,0	10,4	10,5	10,7
Приріст за основний період досліді (6-45 діб)	140,4	131,7	137,4	144,5	142,0

У наступний віковий період найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися особини 4-ї групи, які переважали аналогів інших груп на 0,3-1,2 %.

Загалом, за основний період досліді більші відносні прирости маси тіла були притаманні цьоголіткам 4- і 5-ї груп, які за згаданим показником переважали контрольних, відповідно на 4,1 і 1,6 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася перед контрольною за цим показником відповідно на 8,7 і 3,0 %. Різниця за відносним приростом маси тіла цьоголіток між ровесниками 2- і 4-ї груп становила 12,8 %.

Таким чином аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток форелі

до маси тіла 10 г показав, що з підвищенням рівня лізину і метіоніну у комбікормі існує тенденція до збільшення показників вагового росту риби, тоді як зниження рівня лізину до 2,8 % та метіоніну до 0,9 % викликає достовірне зменшення цих показників.

В одинадцятому науково-господарському досліді доведено, що різний рівень лізину і метіоніну у живленні цьоголіток форелі з початковою масою понад 10 г до часу переведення останніх на зимівлю позначається на їхній продуктивності. Так, аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток у зрівняльний період досліді (табл. 3.117), підтвердив аналогічність відібраних особин за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.117

Маса тіла цьоголіток форелі у зрівняльний період досліді, г, n=20000

Група	Доба досліді	
	1	5
1-а	10,21±0,375	11,25±0,464
2-а	10,26±0,334	11,26±0,384
3-я	10,52±0,269	11,54±0,337
4-а	10,28±0,398	11,16±0,429
5-а	10,49±0,416	11,36±0,453

Із початком основного періоду досліді, за рахунок змін рівня лізину і метіоніну у комбікормі цьоголіток форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках їхньої маси тіла (табл. 3.118). Зокрема, на 15 добу досліді форель 4- і 5-ї груп за масою переважала аналогів контрольної групи відповідно на 2,3 та 2,1 %, тоді як особини 2-ї групи поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником на 1,4 %.

Аналогічна ситуація змін у масі цьоголіток характерна для форелі і на 20 добу досліді, коли особини 4- і 5-ї груп за згаданим показником переважали контрольних відповідно на 4,7 і 3,5 %, а аналоги з 2- та 3-ї груп поступалися останнім відповідно на 2,6 та 0,5 %. Варто зауважити, що у такому віці

перевага за масою форелі 5-ї групи над ровесниками 2-ї групи становила 7,5 %.

Таблиця 3.118

Маса тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі у основний період дослідів, г, n=20000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	11,25±0,464	11,26±0,384	11,54±0,337	11,16±0,429	11,36±0,453
10	12,36±0,428	12,22±0,417	12,51±0,395	12,32±0,461	12,41±0,422
15	13,51±0,503	13,32±0,436	13,51±0,431	13,82±0,515	13,79±0,471
20	14,76±0,587	14,38±0,511	14,69±0,473	15,46±0,562	15,28±0,518
25	16,17±0,679	15,53±0,592	15,97±0,509	17,11±0,531	16,84±0,649
30	17,62±0,636	16,65±0,527	17,19±0,554	18,77±0,582	18,37±0,691
35	18,93±0,684	17,63±0,584	18,28±0,593	20,23±0,610	19,75±0,636
40	20,09±0,769	18,55±0,626	19,34±0,623	21,58±0,678	20,97±0,704
45	21,02±0,713	19,24±0,680*	20,15±0,729	22,71±0,752	22,05±0,684
50	21,80±0,774	19,83±0,749*	20,84±0,837	23,72±0,813	22,95±0,726
55	22,48±0,819	20,36±0,792*	21,43±0,816	24,59±0,842	23,75±0,783

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Подібна тенденція до змін у масі цьоголіток дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Зокрема, на 25 добу дослідів форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних ровесників відповідно на 5,8 і 4,1 %. Водночас особини 2- і 3-ї груп поступалися за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 4,0 і 1,2 %. Різниця між показниками маси тіла екземплярів 2- і 4-ї груп у цей період становила 1,58 г на користь останніх.

Після закінчення першого місяця дослідів форель 4- і 5-ї груп у зазначеному віці переважала контрольних аналогів відповідно на 6,5 і 4,3 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед цьоголітками контрольної групи на 5,5 і 2,4 %.

На 35 добу найвищої маси тіла досягли цьоголітки 4-ї групи, які за згаданим показником мали перевагу над аналогами інших груп відповідно (за схемою досліду) на 6,9; 14,7; 10,7 і 2,4 %.

Із початком 40 доби досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала контрольних аналогів відповідно на 7,4 та 4,4 %. Разом із тим цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 7,7 і 3,7 %.

У наступний віковий період найнижча маса зафіксована в особин 2-ї групи, які за цим показником поступалися аналогам інших груп відповідно (за схемою досліду) на 9,3 ($p < 0,05$); 4,7; 18,0 ($p < 0,001$) і 14,6 % ($p < 0,01$).

На 50 добу досліду цьоголітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних ровесників відповідно на 8,8 і 5,3 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за масою перед аналогами 1-ї групи відповідно на 9,0 ($p < 0,05$) і 4,4 %.

На час закінчення досліду (55 доба) вищої маси тіла досягли цьоголітки 4- та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 2,11 та 1,27 г, або на 9,4 та 5,6 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником контрольним ровесникам відповідно на 2,12 ($p < 0,05$) і 1,05 г, або на 9,4 і 4,7 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 4-ї груп після завершення досліду становила 4,23 г ($p < 0,001$), або 20,8 % на користь останніх.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну S-подібну форму кривої росту (рис. 3.44).

Ріст цьоголіток форелі описаний за допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція x) залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна спрогнозувати їхню масу тіла (функція y):

1 група (2,9 % Л, 0,95 % М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,2839x + 9,7878 \quad (R^2 = 0,9967);$$

2 група (2,7 % Л, 0,85 % М):

$$y = -0,0012x^2 + 0,2588x + 9,8672 \quad (R^2 = 0,9981);$$

3 група (2,8 % Л, 0,9 % М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,2607x + 10,099 \quad (R^2 = 0,9973);$$

4 група (3,0 % Л, 1,0 % М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,3275x + 9,5253 \quad (R^2 = 0,9964);$$

5 група (3,1% Л, 1,05 % М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,3021x + 9,8529 \quad (R^2 = 0,9965).$$

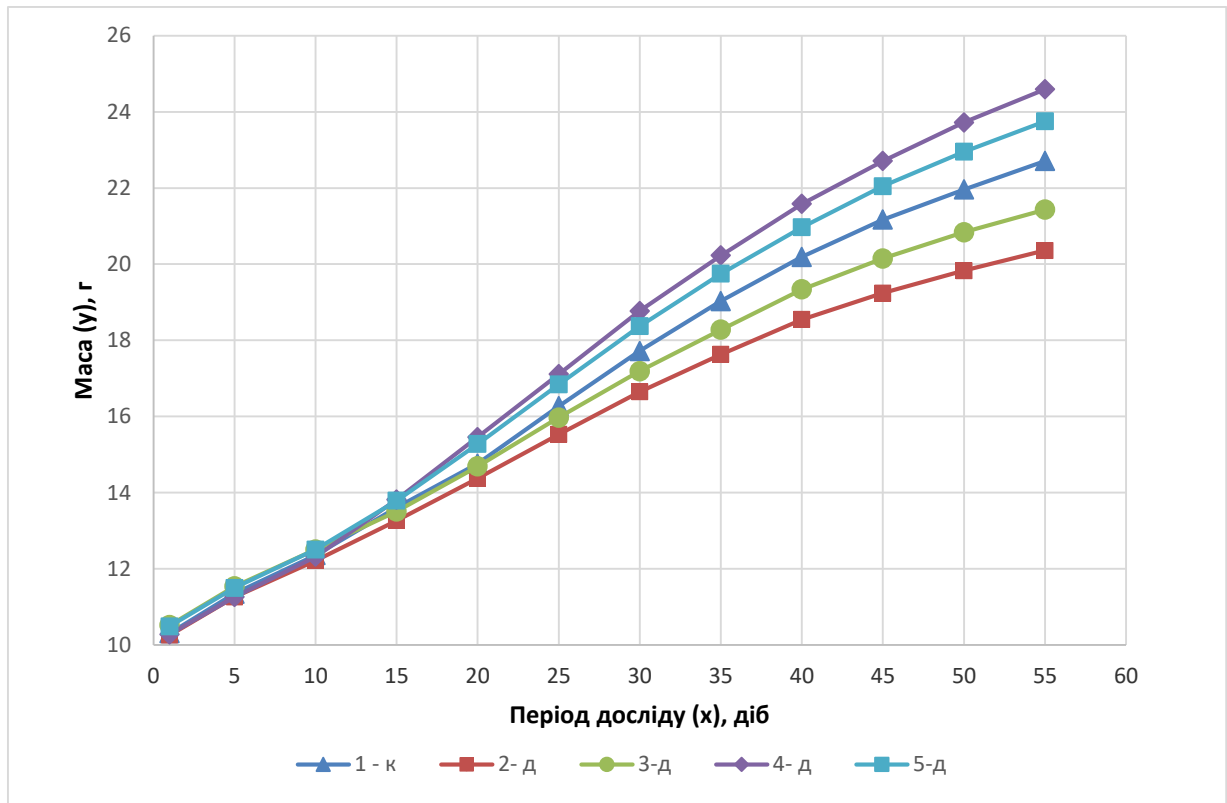


Рис. 3.44. Графічна модель росту цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі

Дані дисперсійного аналізу (рис. 3.45) свідчать, що різний рівень лізину і метіоніну у комбікормі цьоголіток форелі до моменту входження у зимівлю з високою часткою достовірності ($p < 0,01$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактору становить 65,7 %, що майже у 2 рази більше, ніж вплив інших чинників.

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла цьоголіток форелі, що споживали комбікорм з різним вмістом лізину і метіоніну (табл. 3.119), варто зауважити, що у зрівняльній період різниця між піддослідними особинами була незначною і коливалася в межах від 0,01 до

0,06 г. Проте вже на 6-10 добу досліду цьоголітки 4-ї групи за абсолютними приростами маси тіла переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 5,0; 10,4; 9,3 і 5,0 %.

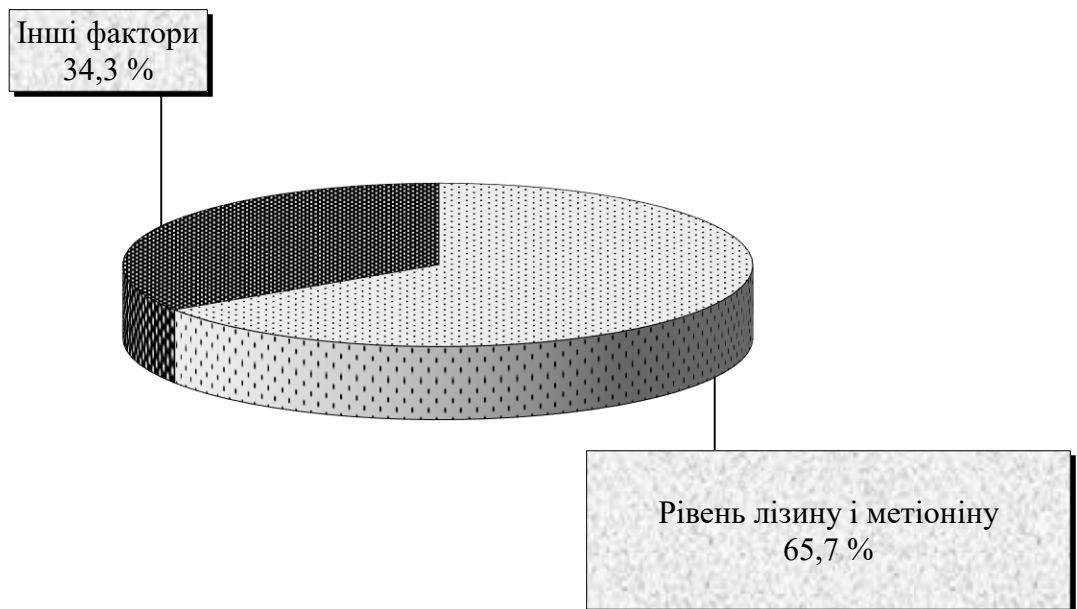


Рис. 3.45. Вплив рівня лізину і метіоніну у комбікормі цьоголіток форелі на динаміку їхньої маси тіла

Подібна ситуація спостерігалася й у наступні п'ять діб досліду. Так, абсолютний приріст маси тіла у цей період у форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної, був вищим відповідно на 20,0 та 2,4 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником ровесникам контрольної відповідно на 16,0 і 20,0 %. Різниця між аналогами 2- і 4-ї груп за цим показником становила 42,9 % на користь останніх.

Вищі показники абсолютного приросту маси тіла у період з 16 по 20 добу досліду були притаманні для цьоголіток 4- і 5-ї груп, які виявили перевагу над контрольних ровесниками відповідно на 42,6 і 29,6 %.

У наступний період найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 4-ї групи, які споживали комбікорм із вмістом 3,0 % лізину і 1,0 % метіоніну. Зокрема, у них спостерігали вищий абсолютний

приріст, порівняно з аналогами усіх інших піддослідних груп, відповідно (за схемою досліду) на 9,3; 43,5; 28,9 та 5,8 %.

Таблиця 3.119

Абсолютні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, г, n=20000

Період дослід, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	1,04	1,00	1,02	0,98	1,01
6-10	1,01	0,96	0,97	1,06	1,01
11-15	1,25	1,05	1,00	1,50	1,28
16-20	1,15	1,11	1,18	1,64	1,49
21-25	1,51	1,15	1,28	1,65	1,56
26-30	1,45	1,12	1,22	1,66	1,53
31-35	1,31	0,98	1,09	1,46	1,38
36-40	1,16	0,92	1,06	1,35	1,22
41-45	0,98	0,69	0,81	1,13	1,08
46-50	0,79	0,59	0,69	1,01	0,90
51-55	0,75	0,53	0,59	0,87	0,80
Приріст за основний період дослід (6-55 діб)	11,36	9,10	9,89	13,33	12,25

У період з 26 по 30 добу дослід найнижчі показники абсолютного приросту маси тіла були характерні для форелі 2-ї групи, яка за цим показником поступалася перед аналогами 1-ї групи на 29,5 %, 3-ї – на 8,9 %, 4-ї – на 48,2 %, 5-ї – на 36,6 %.

У період від 31 до 35 доби вищими абсолютними приростами маси тіла виділялися цьоголітки 4- і 5-ї груп, із перевагою над аналогами контрольної відповідно на 11,4 і 5,3 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 25,2 і 16,8 %.

Різниця між показником абсолютного приросту маси тіла цьоголіток 2- і 4-ї груп становила 48,9 % на користь останніх.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалася форель 4-ї групи, яка переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 16,4; 46,7; 27,4 та 10,6 %.

Під час наступних п'яти діб досліду вищі абсолютні прирости маси тіла зафіксовано у форелі 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контрольних особин відповідно на 15,3 і 10,2 %. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп у цей час поступалися контрольним за таким показником відповідно на 29,6 і 17,3 %. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за абсолютним приростом маси тіла досягла 63,7 %.

У період з 46 по 50 добу досліду найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 27,8; 71,2; 46,4 і 12,2 %.

У заключні п'ять діб досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї, за згаданим показником дещо зменшилася й становила відповідно 16,0 і 6,7 %, тоді як цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 29,3 і 21,3 %.

У середньому, більшими абсолютними приростами маси тіла за основний період досліду характеризувалися цьоголітки 4- і 5-ї груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 17,3 і 7,8 %. Ровесники 2- і 3-ї груп поступалися контрольним аналогам за вказаним показником у основний період досліду відповідно на 19,9 і 12,9 %. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за абсолютним приростом маси тіла у основний період досліду досягла 46,5 %.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування характер змін у середньодобових приростах маси тіла цьоголіток форелі залежав від рівня лізину і метіоніну у комбікормах та відповідної зміни маси тіла риби (табл. 3.120).

Середньодобові прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, г, n=20000

Період дослід, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,208	0,200	0,204	0,196	0,202
6-10	0,202	0,192	0,194	0,212	0,202
11-15	0,250	0,210	0,200	0,300	0,256
16-20	0,230	0,222	0,236	0,328	0,298
21-25	0,302	0,230	0,256	0,330	0,312
26-30	0,290	0,224	0,244	0,332	0,306
31-35	0,262	0,196	0,218	0,292	0,276
36-40	0,232	0,184	0,212	0,270	0,244
41-45	0,196	0,138	0,162	0,226	0,216
46-50	0,158	0,118	0,138	0,202	0,180
51-55	0,150	0,106	0,118	0,174	0,160
У середньому за основний період дослід (6-55 діб)	0,227	0,182	0,198	0,267	0,245

Якщо у зрівняльній період дослід середньодобові прирости у піддослідної форелі були близькими (196-208 мг), то у подальшому, за впливу різного вмісту лізину і метіоніну, вони змінювалися по-різному. Так, у період з 11 по 15 добу дослід ровесники 4-ї дослідної групи за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних аналогів на 50 мг, при цьому форель 2- і 3-ї груп поступалася перед контрольною за таким показником відповідно на 40 і 50 мг.

Подібна ситуація спостерігалася й у наступний період дослід (16-20 доба). Так, ровесники 4- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 98 та 68 мг.

У віковому проміжку від 16 до 20 доби досліду найбільші середньодобові прирости маси тіла були притаманні для форелі 4-ї групи, що споживала комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3 і 1 % відповідно, яка за цим показником переважала ровесників інших груп відповідно (за схемою досліду) на 28; 100; 74 і 18 мг.

У період з 26 по 30 добу досліду перевага цьоголіток 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовими приростами маси тіла становила відповідно 42 і 16 мг. Форель 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними аналогами відповідно на 66 і 46 мг.

У наступному віковому періоді перевага форелі 4- і 5-ї груп за згаданим показником над контрольними ровесниками становила відповідно 11,4 і 5,3 %. Цьоголітки 2- і 3-ї груп поступалися контрольним аналогам відповідно на 25,2 та 16,8 %.

На наступному етапі досліду (31-35 доба) ситуація не змінилася й перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася та становила відповідно 38 і 12 мг, тоді як форель 2- і 3-ї груп поступалася перед останніми відповідно на 48 і 20 мг.

У наступний віковий період найвищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 4-ї групи, які переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 30; 88; 64 і 10 мг.

Під час наступних п'яти діб досліду вищі середньодобові прирости маси тіла зафіксовано у форелі 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контрольних відповідно на 44 і 22 мг. Цьоголітки форелі 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними за таким показником відповідно на 40 і 20 мг. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла досягла 84 мг.

У заключні дні досліду найвищими середньодобовими приростами маси тіла виділялися цьоголітки 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 24; 68; 56 і 14 мг.

Варто зауважити, що загалом за основний період дослідження більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 4- і 5-ї груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 40 і 18 мг. Аналогі 2- і 3-ї груп поступалися контрольним відповідно на 45 і 29 мг. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла за основний період дослідження становила 85 мг.

Ефективність визначення масонакопичення у цьоголіток була доповнена також встановленням залежності між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та їхніми середньодобовими приростами (рис. 3.46).

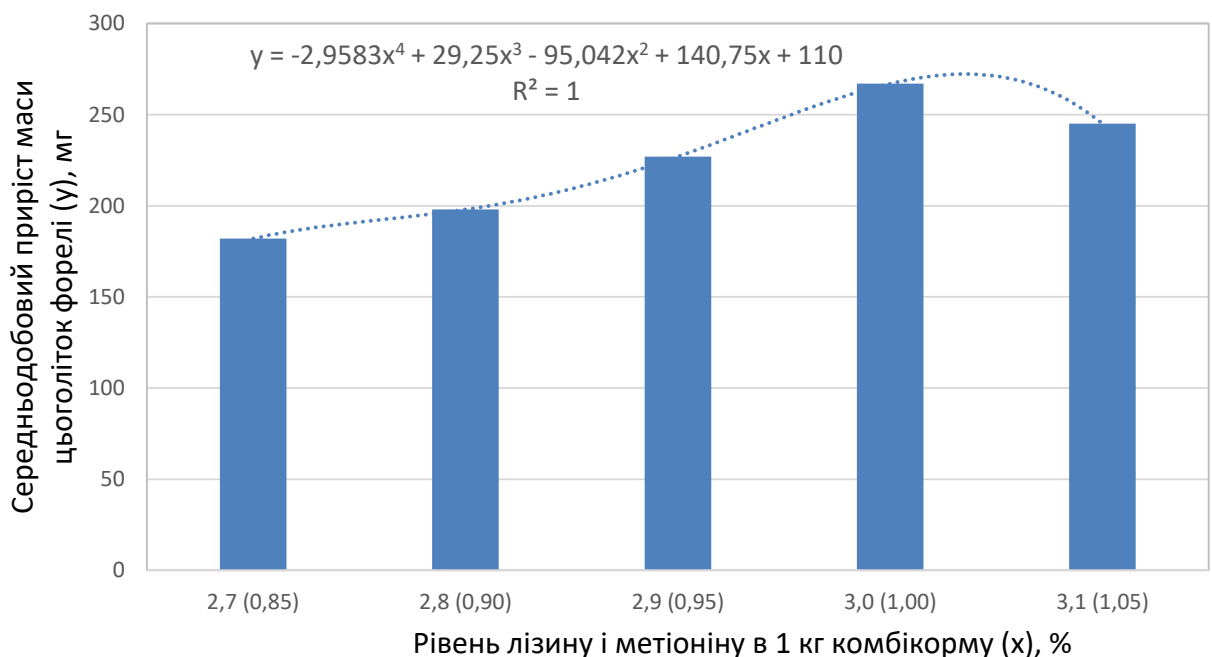


Рис. 3.46. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі

Аналіз кореляцій між цими показниками вказує на слабкий, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,43$, $p<0,01$).

Аналізуючи інтенсивність росту цьоголіток, які споживали корм із різним вмістом лізину і метіоніну, слід зазначити, що за зрівняльний період дослідження різниця між піддослідними особинами за відносним приростом маси тіла у групах знаходилася у межах 0,1-0,5 % (табл. 3.121).

Із початком основного періоду дослідження ситуація змінилася. Так, на 11-15 добу дослідження екземпляри 4-ї групи за відносним приростом маси тіла

переважали аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,9; 3,3; 3,8 і 1,8 %.

Таблиця 3.121

Відносні прирости маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, %, n=20000

Період досліду, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	9,6	9,3	9,2	9,1	9,2
6-10	8,5	8,2	8,1	9,0	8,4
11-15	9,6	8,2	7,7	11,5	9,7
16-20	8,1	8,0	8,4	11,2	10,3
21-25	9,7	7,7	8,3	10,1	9,7
26-30	8,5	7,0	7,4	9,3	8,7
31-35	7,1	5,7	6,1	7,5	7,2
36-40	5,9	5,1	5,6	6,5	6,0
41-45	4,7	3,7	4,1	5,1	5,0
46-50	3,7	3,0	3,4	4,4	4,0
51-55	3,4	2,6	2,8	3,6	3,4
Приріст за основний період досліду (6-55 діб)	66,7	57,6	60,0	74,4	69,5

Подібна закономірність спостерігалася й у наступні п'ять діб, коли вищими відносними приростами маси тіла характеризувалися цьоголітки 4-та 5-ї груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 3,1 та 2,2 %.

У наступний віковий період (21-25 доба досліду) найменші відносні прирости маси тіла відзначено у цьоголіток 2- та 3-ї дослідних груп, які поступалися за цим показником контрольним ровесникам відповідно на 2,0 та 1,4 %.

Під час наступних п'яти діб досліду цьоголітки 4-ї групи за відносним приростом маси тіла переважали контрольних аналогів на 0,8 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися за таким показником перед особинами 1-ї групи відповідно на 1,5 та 1,1 %.

На 31-35 добу досліду найменший відносний приріст маси тіла зафіксовано у цьоголіток 2-ї групи, які за цим показником поступалися перед ровесниками усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,4; 0,4; 1,4 і 1,1 %.

У наступний віковий період (36-40 доба) найвищий абсолютний приріст маси тіла виявився у форелі 4-ї групи, яка споживала комбікорм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,0 і 1,0 % та відповідно переважала аналогів інших груп на 0,5-1,4 %.

Упродовж наступних п'яти діб досліду вищими відносними приростами маси тіла вирізнялися цьоголітки 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів 1- і 2-ї груп на 0,4 і 1,4 % відповідно.

У період з 46 по 50 добу досліду найнижчий відносний приріст маси тіла встановлено у форелі 2-ї групи, яка за цим показником поступалася перед аналогами усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 0,7; 0,4; 1,4 і 1,0 %.

У заключні дні досліду перевага форелі 4-ї групи, порівняно з аналогами 1-ї групи, за таким показником становила лише 0,2 %, тоді як аналоги 2- і 3-ї груп поступалися останнім відповідно на 0,8 і 0,6 %. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за відносним приростом маси тіла становила 1,0 %.

Загалом, за основний період досліду більшими відносними приростами маси тіла виділялися цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, які за згаданим показником переважали контрольних відповідно на 7,7 і 2,8 %. Особини 2- і 3-ї груп за цим показником у основний період досліду поступалися контрольним аналогам відповідно на 9,1 і 6,7 %. Різниця за відносним приростом маси тіла в основний період досліду між ровесниками 2- і 4-ї груп становила 16,8 %.

Отже, аналіз даних, які характеризують ріст цьоголіток форелі до переведення їх на зимівлю показав, що найвищою динамікою росту характеризувались особини, які споживали комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3 і 1 % відповідно.

3.4.2.3. Витрати корму та збереженість. Аналіз витрат кормів свідчить, що використання для живлення цьоголіток форелі комбікормів із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % (4-а група) сприяло зниженню витрат комбікормів на 1 кг приросту маси тіла за основний період дослідів порівняно з особинами інших груп (табл. 3.122).

Таблиця 3.122

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах, кг, n=20000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,372	0,379	0,365	0,383	0,372
6-10	0,524	0,553	0,543	0,514	0,523
11-15	0,699	0,784	0,723	0,666	0,695
16-20	0,771	0,978	0,835	0,778	0,794
21-25	0,586	0,697	0,594	0,566	0,586
26-30	0,715	0,706	0,690	0,638	0,666
31-35	0,920	0,843	0,931	0,809	0,817
36-40	0,983	1,021	1,033	0,937	0,954
41-45	1,110	1,153	1,114	1,099	1,079
У середньому за основний період дослідів (6-45 діб)	0,825	0,885	0,845	0,787	0,804

Так, витрати комбікорму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток 4-ї групи становили 0,787 кг, що на 0,38; 0,98; 0,58 і 0,17 кг менше, ніж у 1-, 2-, 3- і 5-й групах відповідно.

Отже, за вирощування цьоголіток форелі до маси тіла 10 г згодовування таким комбікормів із вмістом лізину і метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту маси тіла.

Ефективність використання комбікормів із різними рівнями лізину і метіоніну була описана поліноміальною лінією із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.47). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,12$).

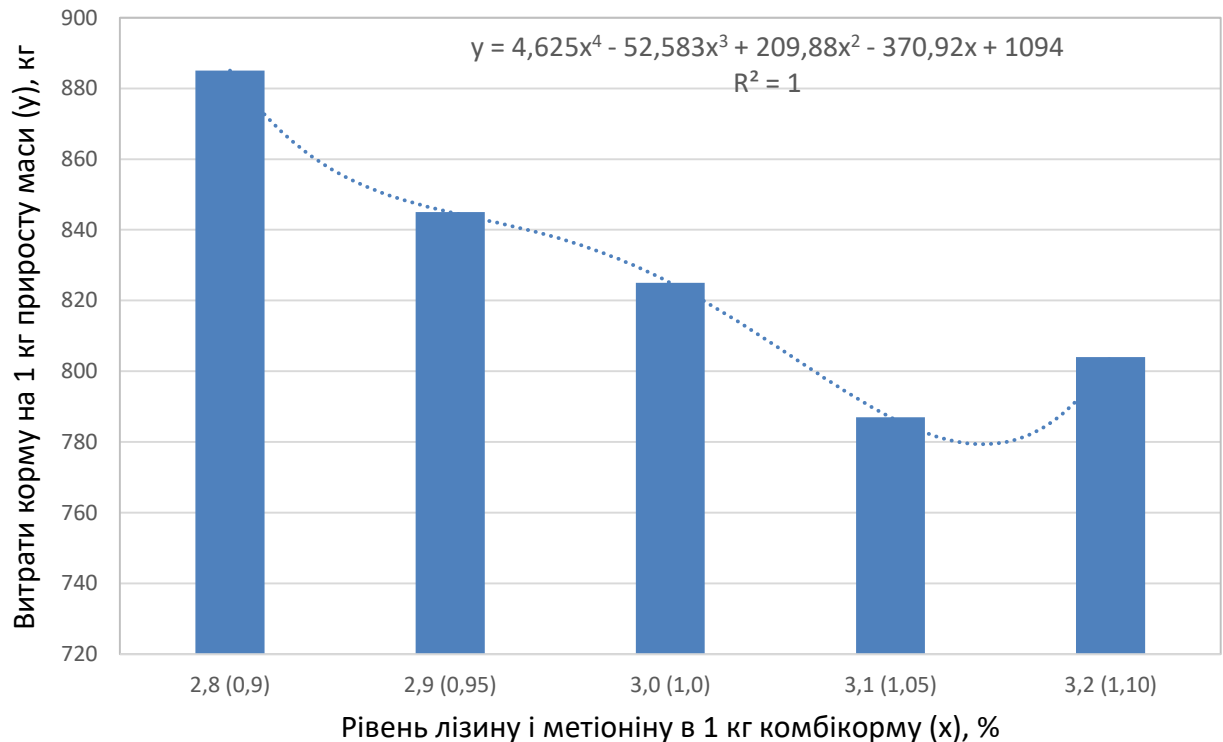


Рис. 3.47. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та витратами корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі

Стосовно збереженості піддослідної форелі встановлено, що вона коливалася в межах від 76,0 до 77,3 % (табл. 3.123). Найвищу збереженість спостерігали у екземплярів 4-ї групи, яким задавали комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 %, найнижчу – в цьоголіток 2-ї групи, за згодовування кормів із пониженим вмістом до 2,8 і 0,9 % відповідно цих амінокислот.

Відносно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю слід зазначити, що збільшення вмісту лізину і

метіоніну у комбікормі з 2,7 і 0,85 % відповідно до 3,0 і 1,0 % сприяє зменшенню витрат корму на одиницю приросту маси тіла (табл. 3.124).

Таблиця 3.123

Збереженість цьоголіток за різного амінокислотного живлення, % від кількості на початок дослідів, n=20000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
5	97,6	98,3	98,0	98,4	98,4
10	95,3	95,7	95,1	95,2	95,9
15	92,0	92,9	92,3	93,9	92,6
20	89,8	90,0	89,7	90,7	90,4
25	87,9	87,2	87,6	88,2	88,1
30	85,1	84,5	85,0	85,1	85,6
35	82,0	81,7	81,9	81,7	82,8
40	79,2	78,8	79,1	79,4	79,9
45	76,5	76,0	76,6	77,3	77,1

Таблиця 3.124

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, кг, n=20000

Період дослідів, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-5	0,655	0,676	0,679	0,689	0,683
6-10	0,734	0,764	0,774	0,697	0,743
11-15	0,653	0,758	0,811	0,553	0,646
16-20	0,770	0,777	0,747	0,566	0,615
21-25	0,646	0,810	0,749	0,622	0,648
26-30	0,733	0,892	0,845	0,678	0,720
31-35	0,872	1,079	1,006	0,831	0,859
36-40	0,870	1,008	0,912	0,799	0,859
41-45	1,080	1,394	1,244	1,005	1,021
46-50	1,390	1,681	1,510	1,174	1,275
51-55	1,514	1,921	1,816	1,413	1,484
У середньому за основний період дослідів (6-55 діб)	0,934	1,094	1,042	0,838	0,895

Так, у середньому, за основний період досліду, витрати корму у цьоголіток форелі 4-ї групи становили 0,838 кг, що було на 11,4; 30,5; 24,3 і 6,8 % менше порівняно з аналогами 1-, 2-, 3- і 5-ї груп.

Встановлено, що залежність між рівнями лізину і метіоніну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси тіла описується поліноміальною лінією із коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.13). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,27$, $p < 0,1$).

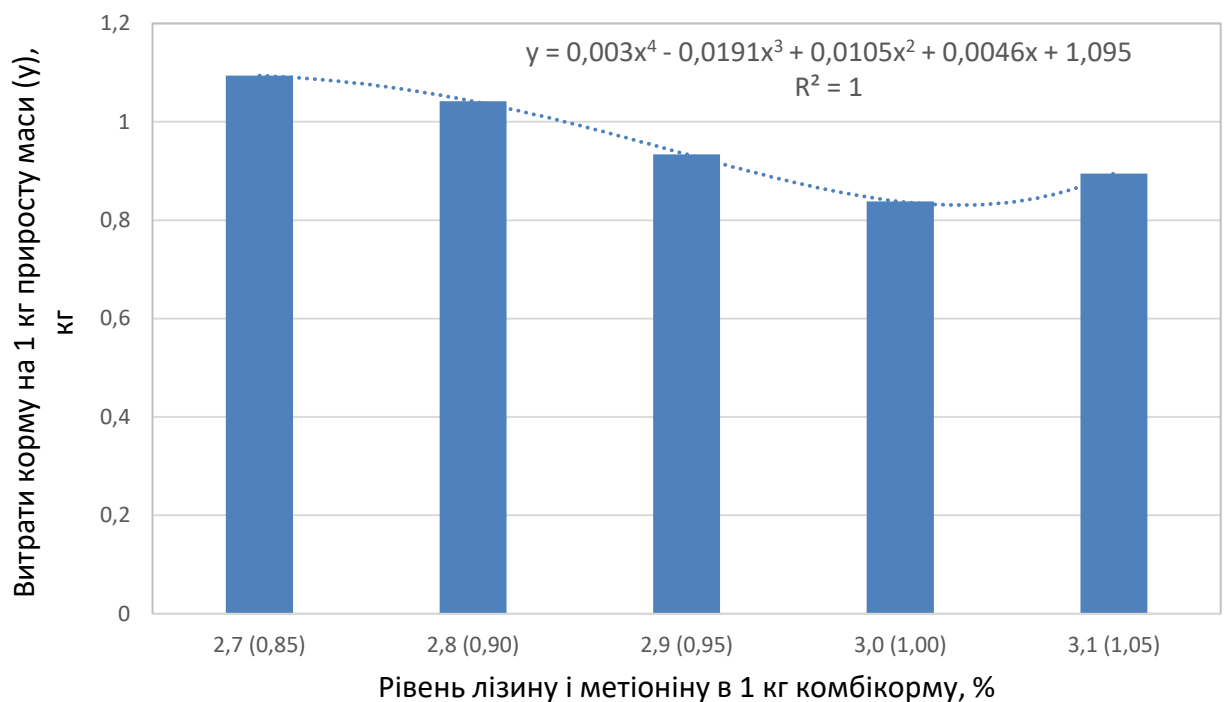


Рис. 3.48 Залежність між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та витратами корму в цьоголіток форелі

Використання для живлення цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями лізину і метіоніну суттєво не позначилося на її збереженості (табл. 3.125). Збереженість форелі у період досліду була високою і коливалася у межах від 82,0 % у 3-й до 83,1 % у 4-й групах.

Таким чином, вирощування цьоголіток райдужної форелі до моменту переведення їх на зимівлю з використанням комбікорму із збільшеним до 3,0 і 1,0 % вмістом лізину й метіоніну сприяє зменшенню витрат корму на одиницю приросту маси тіла.

Збереженість цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах, % від кількості на початок дослідів, n=20000

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

Вміст лізину і метіоніну у комбікормі за вирощування цьоголіток форелі суттєвого впливу на показники її збереженості не виявляв.

3.4.3. Вирощування товарної форелі

3.4.3.1. Характеристика живлення. У наступному науково-господарському досліді форель після зимівлі до досягнення товарної маси тіла годували повнораціонними продукційними комбікормами (табл. 3.126) із наступною поживністю (табл. 3.127). Рівень лізину й метіоніну в комбікормах регулювали за рахунок синтетичних амінокислот.

Таблиця 3.126

Склад продукційного комбікорму для товарної форелі, %

Компонент	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Пшениця	7,24	7,26	7,25	7,23	7,22
Горох	9,61	9,64	9,63	9,60	9,58
Борошно: рибне	14,77	14,82	14,79	14,75	14,73
м'ясо-кісткове	2,68	2,69	2,68	2,68	2,67
м'ясне	8,11	8,14	8,12	8,10	8,09
пір'яне гідролізоване	5,00	5,02	5,01	4,99	4,99
Соевий концентрат	28,92	29,01	28,97	28,88	28,83
Сироватка молочна суха	5,00	5,02	5,01	4,99	4,99
Глютен кукурудзяний	5,66	5,68	5,67	5,65	5,64
Дріжджі кормові	2,48	2,49	2,48	2,48	2,47
Соева олія	9,22	9,25	9,23	9,21	9,19
Лізин	0,21	-	0,10	0,31	0,41
Метіонін	0,10	-	0,05	0,15	0,20
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 3.127

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Обмінна енергія, МДж	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Сирий протеїн	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Сирий жир	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Сира клітковина	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Кальцій	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Фосфор загальний	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Лізин	2,70	2,50	2,60	2,80	2,90
Метіонін	0,90	0,80	0,85	0,95	1,00
Вітамін: А, тис. МО	10	10	10	10	10
D ₃ , тис. МО	3	3	3	3	3
Е, мг	200	200	200	200	200

Загалом відмінності в амінокислотній поживності комбікормів були передбачені схемою проведення досліджень.

3.4.3.2. Динаміка маси тіла товарної форелі. Із результатів досліджень випливає, що різний рівень лізину і метіоніну у комбікормах для форелі до досягнення товарної маси тіла позначається на її продуктивності по-різному. Так, аналіз даних, які характеризують ріст форелі у зрівняльний період досліду (табл. 3.128), підтвердив аналогічність відібраних екземплярів риби за відсутності значущої різниці між ними за масою.

Таблиця 3.128

Маса піддослідної форелі у зрівняльний період досліду, г, n=5000

Група	Доба досліду	
	1	10
1-а	53,9±3,17	60,8±3,60
2-а	53,4±2,86	60,2±3,01
3-я	54,2±3,74	61,2±3,36
4-а	52,7±3,29	59,6±3,07
5-а	54,0±3,06	60,8±3,52

У подальшому, з початком основного періоду досліду, за рахунок змін рівня лізину й метіоніну у комбікормах для форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках маси тіла піддослідної риби (табл. 3.129). Наведені дані свідчать, що товарна форель, яка споживала продукційні комбікорми з різним вмістом лізину і метіоніну, відзначалася різною масою майже в усі часові проміжки основного періоду досліду. Так, з 10 по 40 добу досліду істотної різниці за масою між піддослідними дволітками усіх груп не спостерігалось. На 50 добу досліду форель 5-ї групи за масою переважала ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 1,2; 5,2; 2,2 і 0,2 %.

За результатами двох місяців досліду форель 4- і 5-ї груп за масою переважала аналогів контрольної відповідно на 2,6 і 2,1 %, тоді як дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними ровесниками за цим показником відповідно на 4,9 і 1,4 %.

Аналогічна ситуація змін у масі характерна для форелі і на 70 добу досліду. Зокрема, особини 5-ї групи за масою переважали ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 3,2; 9,5; 5,1 і 0,5 %.

Таблиця 3.129

Маса тіла форелі за різного вмісту лізину і метіоніну у продукційному комбікормі у основний період досліду, г, n=5000

Доба досліду	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	60,8±3,60	60,2±3,01	61,2±3,36	59,6±3,07	60,8±3,52
20	67,1±3,52	66,5±3,23	67,8±3,99	65,8±3,19	66,9±4,01
30	73,2±3,88	71,8±3,16	73,4±4,15	72,6±4,18	73,5±3,47
40	79,9±4,04	78,1±3,75	79,9±4,59	79,9±4,33	80,6±3,85
50	86,6±4,30	83,4±4,11	85,8±4,07	87,5±4,75	87,7±4,24
60	93,7±4,73	89,3±4,91	92,4±4,44	96,1±5,09	95,7±4,81
70	102,0±5,51	96,2±4,58	100,2±4,71	104,8±5,42	105,3±4,38
80	111,6±5,24	105,1±4,31	109,4±5,33	116,3±5,70	116,5±4,96
90	123,3±5,66	115,7±4,77	119,9±5,72	128,6±6,03	129,3±5,30
100	135,9±5,08	126,8±5,04	131,4±6,07	142,7±7,26	143,3±5,62
110	149,8±5,70	139,3±6,13	144,6±5,45	158,3±6,87	158,4±6,19
120	163,8±6,46	151,7±5,25	158,3±5,89	173,4±7,89	173,4±6,01
130	180,0±5,71	165,8±6,02	173,6±6,54	191,4±7,20	190,6±6,93
140	197,1±6,13	181,3±5,84	189,7±6,13	210,2±7,56	208,7±7,15
150	215,6±6,40	198,0±6,23*	207,2±6,70	230,0±8,04	228,2±7,86
160	232,9±6,88	213,1±7,12*	224,2±7,02	248,7±8,65	246,5±8,27
170	248,1±7,26	227,3±8,03	239,1±6,84	265,6±8,08	262,7±8,44
180	262,5±8,33	239,5±7,46*	253,4±8,15	280,5±8,77	277,1±9,10
190	274,7±10,04	249,3±7,64*	264,7±7,83	293,4±9,14	289,6±9,64
200	284,9±9,26	257,4±8,12*	273,5±9,14	304,1±10,04	300,1±10,25
210	293,5±9,73	264,9±8,90*	281,4±9,22	313,2±10,33	308,7±9,87

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Подібна тенденція до змін у масі форелі дослідних груп, порівняно з аналогами контрольної, збереглася й у наступні вікові періоди. Так, за час восьмої декади дослід у форелі 4- і 5-ї груп спостерігали близьку масу (116,3-116,5), що переважала за цим показником контрольних ровесників у середньому на 4,3 %. Аналоги 2- і 3-ї груп поступалися за масою перед особинами 1-ї групи відповідно на 5,8 і 2,0 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 4-ї груп у вказаний період збільшилась до 10,7 % на користь останніх.

На 90 добу дослід дволітки 4- і 5-ї груп переважали контрольних аналогів відповідно на 4,3 і 4,9 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися особинам контрольної групи відповідно на 6,2 та 2,8 %.

Із початком десятої декади дослід дволітки 5-ї групи за масою переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослід) на 5,4; 13,0; 9,1 і 0,4 %.

Під час наступних десяти діб дослід вищої маси тіла досягла форель 4- і 5-ї груп, якій згодовували комбікорм з підвищеним рівнем лізину й метіоніну. За цим показником вона переважала аналогів 1-ї групи в середньому на 5,7 %. Форель 2- і 3-ї дослідних груп поступалася за масою перед контрольними ровесниками відповідно на 7,0 і 3,5 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 5-ї груп у цей період становила 13,7 % на користь останніх.

На час закінчення четвертого місяця дослід ситуація щодо зміни маси тіла форелі залишилася ідентичною до попередніх вікових періодів. Зокрема, дволітки 4- і 5-ї груп у зазначеному віці характеризувалися однаковою масою і переважали контрольних аналогів на 5,9 %, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед екземплярами контрольної групи відповідно на 7,4 і 3,4 %.

На 130 добу найвищої маси тіла досягла форель 4-ї групи, яка переважала аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослід) на 6,3; 15,4; 10,3 і 0,4 %.

На 14-у декаду дослід дволітки 4- та 5-ї груп за масою виявляли перевагу над контрольними аналогами відповідно на 6,6 та 5,9 %. Форель 2- і

3-ї груп за згаданим показником поступалася ровесникам 1-ї групи відповідно на 8,0 і 3,8 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 4-ї дослідних груп у цей період становила 15,9 % ($p < 0,01$).

На час закінчення п'ятого місяця дослідження вищої маси тіла досягла форель 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів контрольної групи відповідно на 6,7 і 5,8 %. Дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед контрольними ровесниками відповідно на 8,2 % ($p < 0,5$) і 3,9 %.

На 160 добу дослідження найнижчу масу зафіксували у дволіток 2-ї групи, які поступалися за цим показником ровесникам інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 9,3 ($p < 0,05$); 5,2; 16,7 ($p < 0,01$) і 15,6 % ($p < 0,01$).

Упродовж 17 декади дослідження дволітки 4- і 5-ї груп за масою переважали контрольних аналогів відповідно на 7,1 та 5,9 %. Форель 2- і 3-ї груп за згаданим показником поступалася перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 8,4 і 3,6 %. Різниця за масою піддослідної риби 2- і 4-ї груп у цей період становила 17,0 % ($p < 0,001$).

На час закінчення шостого місяця вирощування форелі вищої маси тіла досягли екземпляри 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів 1-ї групи відповідно на 6,9 і 5,6 %. Зниження рівня лізину і метіоніну у комбікормі риби 2- і 3-ї груп спричинило зниження маси тіла, порівняно з контролем, відповідно на 8,8 ($p < 0,05$) і 3,5 %.

У 19 декаду дослідження вищою масою виділялися дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 6,8 і 5,4 %. Товарна форель 2- і 3-ї груп за таким показником поступалася перед контрольними ровесниками відповідно на 9,2 ($p < 0,05$) і 3,6 %. Різниця за масою дволіток форелі 2- і 4-ї груп збільшилася й становила 44,1 г ($p < 0,001$) на користь останніх.

Упродовж 20 декади найнижчу масу відзначено у особин 2-ї групи, які поступалися за цим показником перед ровесниками інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 10,7 ($p < 0,05$); 6,3; 18,1 ($p < 0,001$) і 16,6 % ($p < 0,01$).

На час закінчення дослідження упродовж сьомого місяця найвищої маси тіла досягли товарні дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної

відповідно на 19,7 і 15,2 г, або на 6,7 і 5,2 %. Форель 2- і 3-ї груп за згаданим показником поступалася перед контрольними ровесниками відповідно на 28,6 ($p < 0,05$) і 12,1 г, або на 9,7 і 4,1 %. Різниця між показниками маси тіла форелі 2- і 4-ї груп була високодостовірною ($p < 0,001$) і становила 48,3 г, або 18,2 % на користь останніх.

Опис росту товарної форелі за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту (рис. 3.49).

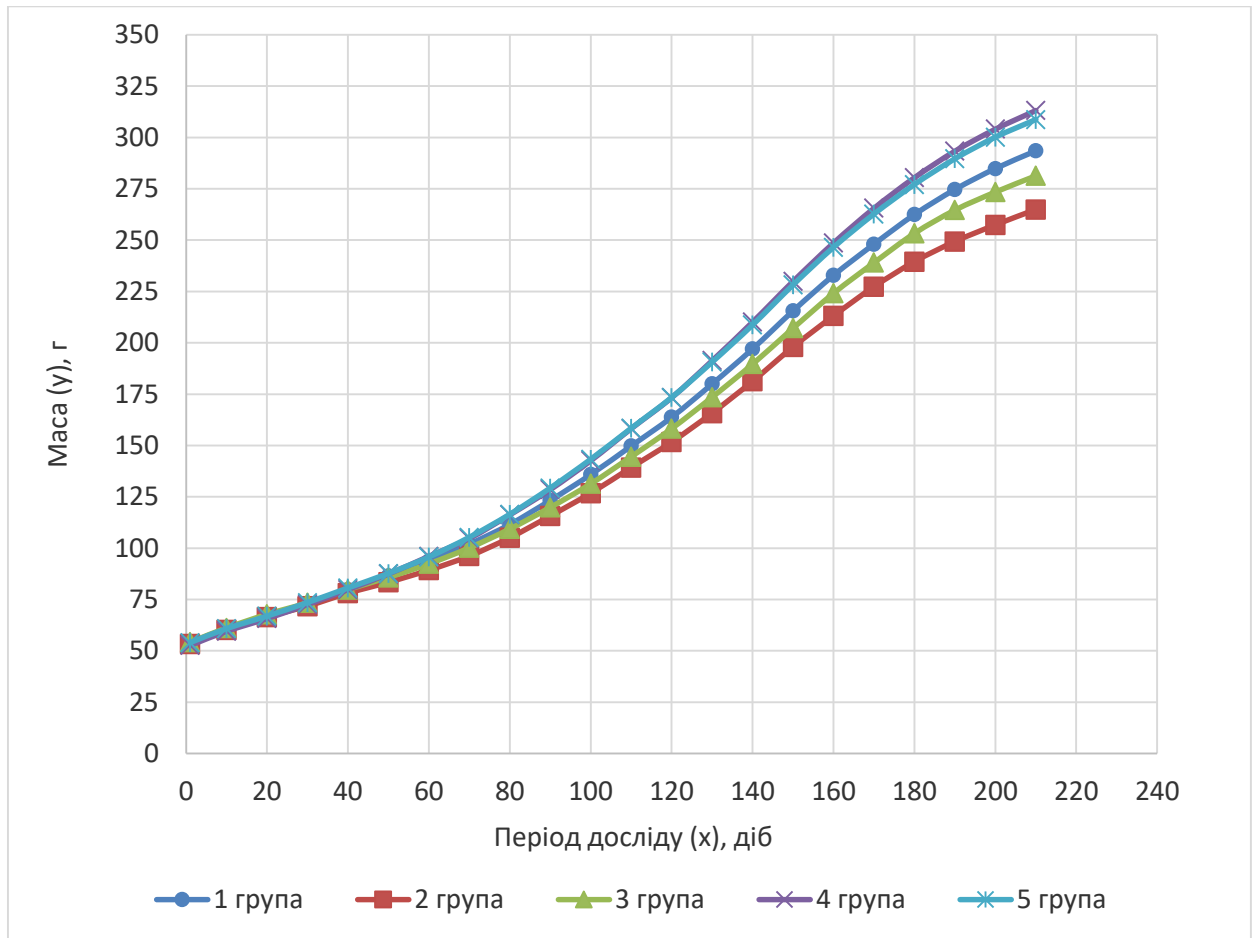


Рис. 3.49. Графічна модель росту товарної форелі за різного рівня лізину й метіоніну у продукційному комбікормі

Ріст товарної форелі додатково описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У певний період росту риби (x), залежно від рівня лізину й метіоніну у продукційному комбікормі, можна спрогнозувати її масу (y):

1 група (2,7 % Л, 0,90 % М):

$$y = 0,003x^2 + 0,5948x + 50,981 \quad (R^2 = 0,9946);$$

2 група (2,5 % Л, 0,80 % М):

$$y = 0,0026x^2 + 0,5409x + 51,304 (R^2 = 0,9935);$$

3 група (2,6 % Л, 0,85 % М):

$$y = 0,0029x^2 + 0,5498x + 52,303 (R^2 = 0,9942);$$

4 група (2,8 % Л, 0,95 % М):

$$y = 0,0031x^2 + 0,6832x + 48,05 (R^2 = 0,9941);$$

5 група (2,9 % Л, 1,0 % М):

$$y = 0,003x^2 + 0,6889x + 48,978 (R^2 = 0,9940).$$

Згідно з дисперсійним аналізом отриманих даних (рис. 3.50), різний рівень лізину й метіоніну у комбікормах для форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 72,1 %, що у 2,6 раза більше, ніж вплив інших чинників.

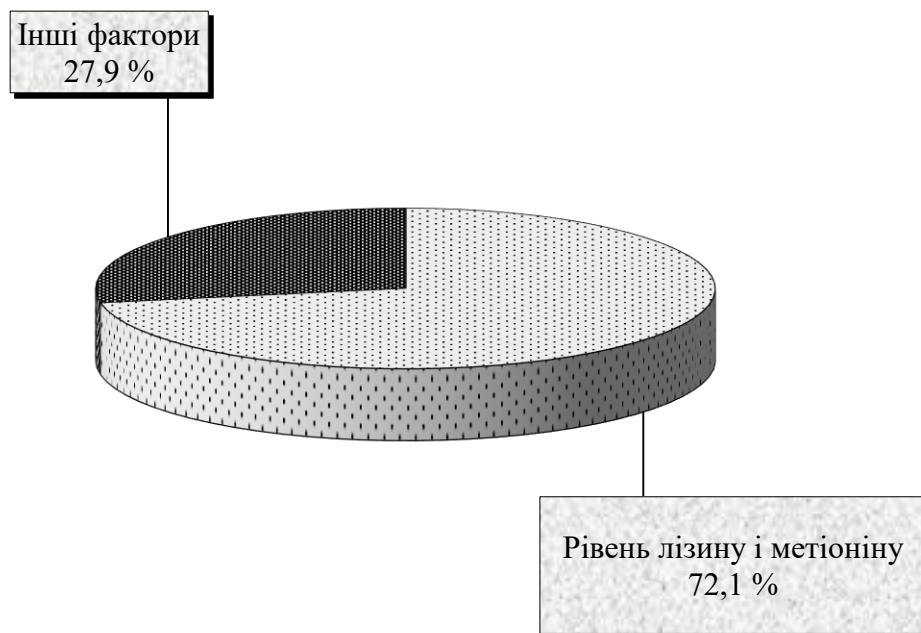


Рис. 3.50. Вплив рівня лізину і метіоніну у комбікормі товарної форелі на динаміку її маси тіла

Зіставляючи між собою дані абсолютних приростів маси тіла товарної форелі, що споживала комбікорм із різним вмістом лізину й метіоніну

(табл. 3.130), варто зауважити, що у зрівняльний період різниця між піддослідними дволітками знаходилася в межах допустимої похибки.

Таблиця 3.130

Абсолютні прирости маси тіла товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у продукційних комбікормах, г, n=5000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	6,9	6,8	7	6,9	6,8
11-20	6,3	6,3	6,6	6,2	6,1
21-30	6,1	5,3	5,6	6,8	6,6
31-40	6,7	6,3	6,5	7,3	7,1
41-50	6,7	5,3	5,9	7,6	7,1
51-60	7,1	5,9	6,6	8,6	8
61-70	8,3	6,9	7,8	8,7	9,6
71-80	9,6	8,9	9,2	11,5	11,2
81-90	11,7	10,6	10,5	12,3	12,8
91-100	12,6	11,1	11,5	14,1	14
101-110	13,9	12,5	13,2	15,6	15,1
111-120	14	12,4	13,7	15,1	15
121-130	16,2	14,1	15,3	18	17,2
131-140	17,1	15,5	16,1	18,8	18,1
141-150	18,5	16,7	17,5	19,8	19,5
151-160	17,3	15,1	17	18,7	18,3
161-170	15,2	14,2	14,9	16,9	16,2
171-180	14,4	12,2	14,3	14,9	14,4
181-190	12,2	9,8	11,3	12,9	12,5
191-200	10,2	8,1	8,8	10,7	10,5
201-210	8,6	7,5	7,9	9,1	8,6
Приріст за основний період дослідження (11-210 діб)	232,7	204,7	220,2	253,6	247,9

Проте з початком основного періоду дослідження ситуація дещо змінилася. Зокрема, під час третьої декади дослідження форель 4-ї групи за абсолютним

приростом маси тіла переважала аналогів інших груп відповідно (за схемою досліду) на 11,5; 28,3; 21,4 і 3,0 %.

У наступні десять діб досліду абсолютний приріст маси тіла дволіток 4-та 5-ї груп, порівняно з аналогами контрольної, виявився вищим відповідно на 9,0 та 6,0 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася перед ровесниками контрольної групи за таким показником відповідно на 5,9 і 3,0 %. Різниця між аналогами 2- і 4-ї дослідних груп становила 15,9 %.

У період п'ятої декади досліду найвищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялися дволітки 4-ї групи, які споживали комбікорм із рівнем лізину і метіоніну 2,8 і 0,95 % відповідно. Вони переважали аналогів з інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 13,4; 43,4; 28,8 і 9,9 %.

У наступний період (51-60 доба) найвищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали контроль відповідно на 21,1 і 12,7 %. Різниця між аналогами 2- і 4-ї груп у цей період становила 45,8 %.

Упродовж сьомої декади досліду найвищі показники абсолютного приросту маси тіла спостерігали у форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 15,7; 39,1; 23,1 і 10,3 %.

У період від 71 до 80 доби вищі абсолютні прирости маси тіла зафіксовано у дволіток 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної відповідно на 19,8 і 16,7 %. Форель 2-ї групи поступалася за таким показником перед контрольними ровесникам на 7,3 %. Різниця між показником абсолютного приросту маси тіла риби 2- і 4-ї груп становила 29,2 % на користь останніх.

Збільшення вмісту лізину й метіоніну у продукційних комбікормах для товарної форелі позначилось на абсолютних приростах її маси тіла і у наступний віковий період. Так, риби 5-ї групи, яким задавали комбікорм із вмістом лізину 2,9 % і метіоніну 1,0 %, виділялися найвищими абсолютними приростами маси тіла та переважали аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 9,4; 20,8; 21,9 та 4,1 %.

На десяту декаду досліду перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за згаданим показником збереглася й становила відповідно 11,9 і 11,1 %, тоді як дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 11,9 та 8,7 %.

У наступні десять діб досліду ситуація зміни абсолютного приросту маси тіла форелі залишилася стабільною. Так, дволітки 4- і 5-ї груп виявляли вищий абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 12,2 та 8,6 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за таким показником відповідно на 10,1 та 5,0 %.

У період від 111 до 120 доби найнижчі абсолютні прирости маси тіла були притаманні для форелі 2-ї групи, яка за цим показником поступалася перед аналогами інших груп відповідно (за схемою досліду) на 12,9; 10,4; 21,8 і 21,0 %.

У першу декаду п'ятого місяця досліду перевага товарної форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за визначеним показником збереглася й становила відповідно 1,8 і 1,0 г, тоді як особини 2- і 3-ї груп дещо поступалися перед останніми – відповідно на 2,1 та 0,9 г.

За 14 декаду досліду форель 4- і 5-ї груп за абсолютним приростом маси тіла переважала контрольних аналогів відповідно на 9,9 та 5,8 %. Дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 9,4 і 5,8 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 4-ї груп становила 21,3 %.

У період 141-150 доби досліду вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися товарні дволітки 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної відповідно на 7,0 і 5,4 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 9,7 і 5,4 %. Різниця між показником приросту маси тіла риби 2- і 4-ї груп становила 18,6 %.

Упродовж 16 декади досліду найвищий приріст встановлено у товарної форелі 4-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 8,1; 23,8; 10,0 та 2,2 %.

За час наступної декади досліджу тенденція змін абсолютного приросту маси тіла форелі збереглася. Так, у дволіток 4- і 5-ї груп відзначено вищий абсолютний приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи відповідно на 11,2 та 6,6 %, тоді як ровесники 2- та 3-ї груп поступалися перед останніми за таким показником відповідно на 6,6 та 2,0 %.

У період від 171 до 180 доби вищими абсолютними приростами маси тіла вирізнялася форель 4-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів 1-ї групи на 3,5 %. Дволітки 2-ї групи поступалася перед контролем на 15,3 %.

У перші десять діб сьомого місяця досліджу товарні дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за згаданим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 19,7 і 7,4 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 4-ї груп становила 31,6 %.

У період 191-200 доба вищими абсолютними приростами маси тіла характеризувалися дволітки форелі 4-ї групи, які за цим показником переважали аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 4,9; 32,1; 21,6 та 1,9 %.

Під час останньої декади досліджень спостерігалось зменшення абсолютного приросту маси тіла товарної риби усіх піддослідних груп. Так, найнижчий показник приросту зафіксували у товарної форелі 2-ї групи, яка поступалася перед аналогами з інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 14,7; 5,3; 21,3 і 14,7 %.

Загалом, за основний період досліджу, вищими абсолютними приростами маси тіла виділялися дволітки форелі 4- і 5-ї груп, які переважали аналогів 1-ї групи відповідно на 9,0 і 6,5 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником перед контрольними ровесниками відповідно на 12,0 і 5,4 %. Різниця між приростом маси тіла товарної форелі 2- і 4-ї груп становила 23,9 %.

Різний рівень лізину й метіоніну у комбікормі, який споживала риба, істотно позначившись на її масі, суттєво вплинув і на її середньодобові прирости (табл. 3.131). Так, якщо у зрівняльній період досліджу

середньодобові прирости у піддослідних аналогів майже не відрізнялися, то у подальшому, за впливу різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, вони змінювалися по-різному.

Таблиця 3.131

Середньодобові прирости маси тіла товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у продукційних комбікормах, г, n=5000

Період дослідження, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,69	0,68	0,70	0,69	0,68
11-20	0,63	0,63	0,66	0,62	0,61
21-30	0,61	0,53	0,56	0,68	0,66
31-40	0,67	0,63	0,65	0,73	0,71
41-50	0,67	0,53	0,59	0,76	0,71
51-60	0,71	0,59	0,66	0,86	0,80
61-70	0,83	0,69	0,78	0,87	0,96
71-80	0,96	0,89	0,92	1,15	1,12
81-90	1,17	1,06	1,05	1,23	1,28
91-100	1,26	1,11	1,15	1,41	1,40
101-110	1,39	1,25	1,32	1,56	1,51
111-120	1,40	1,24	1,37	1,51	1,50
121-130	1,62	1,41	1,53	1,80	1,72
131-140	1,71	1,55	1,61	1,88	1,81
141-150	1,85	1,67	1,75	1,98	1,95
151-160	1,73	1,51	1,70	1,87	1,83
161-170	1,52	1,42	1,49	1,69	1,62
171-180	1,44	1,22	1,43	1,49	1,44
181-190	1,22	0,98	1,13	1,29	1,25
191-200	1,02	0,81	0,88	1,07	1,05
201-210	0,86	0,75	0,79	0,91	0,86
У середньому за основний період дослідження (11-210 діб)	1,16	1,02	1,10	1,27	1,24

Установлено, що майже в усі періоди досліду форель, яка споживала комбікорм з вищим вмістом лізину і метіоніну переважала за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм із меншим їх вмістом. Зокрема, у період з 21 по 30 добу досліду, аналоги 4-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла переважали ровесників усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 11,4; 28,3; 21,4 і 3,0 %.

Під час четвертої декади форель 2- і 3-ї груп за середньодобовими приростами маси тіла поступалася перед контрольними аналогами відповідно на 40 і 20 мг, тоді як ровесники 4- та 5-ї груп переважали останніх відповідно на 60 та 40 мг.

У наступному віковому проміжку (41-50 доба) середньодобові прирости маси тіла дволіток 4- і 5-ї груп виявилися вищими, ніж у контрольних ровесників відповідно на 90 і 40 мг, одночасно останні переважали таких із 2- і 3-ї груп відповідно на 140 та 80 мг.

Упродовж шостої декади досліду більшими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалася форель 4- і 5-ї груп, яка одержувала комбікорм з вищим вмістом лізину і метіоніну. За цим показником вона переважала контрольних аналогів відповідно на 150 і 90 мг. Дволітки форелі 2- і 3-ї груп поступалися перед контрольними відповідно на 120 і 50 мг. Різниця між ровесниками 2- і 4-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла становила 270 мг.

У наступному віковому періоді перевага форелі 4- і 5-ї груп над ровесниками 1-ї групи за середньодобовим приростом маси тіла становила відповідно 4,8 і 15,6 %. Піддослідні дволітки 2-ї групи поступалися перед контрольними аналогами на 20,3 %.

У період 71-80 доби перевага особин 4- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла над контрольними ровесниками становила відповідно 190 та 160 мг. Форель 2- та 3-ї груп за цим показником поступалася аналогам 1-ї групи відповідно на 70 та 40 мг, а перевага ровесників 4-ї групи над такими 2-ї групи у цей час становила 260 мг.

На наступному етапі досліду (81-90 доба) ситуація не змінилася й перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за середньодобовими приростами маси тіла збереглася, проте зменшилася відповідно до 60 і 110 мг, тоді як дволітки 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми відповідно на 110 і 120 мг.

Під час 10 декади досліду найвищими показниками середньодобового приросту маси тіла вирізнялася форель 4-ї групи, яка споживала комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 і 0,95 % відповідно. Вона переважала аналогів усіх інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 150; 300; 260 і 10 мг.

У наступні десять діб досліду ситуація щодо зміни середньодобових приростів маси тіла форелі залишилася стабільною. Зокрема, товарні дволітки 4- і 5-ї груп виявляли вищий середньодобовий приріст, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 170 та 120 мг, при цьому ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за згаданим показником відповідно на 140 та 70 мг. Перевага форелі 4-ї групи над екземплярами 2-ї за таким показником становила 310 мг.

В останню декаду четвертого місяця досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла характеризувалася форель 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів 1-ї групи відповідно на 110 і 100 мг. Дволітки 2-ї групи поступалися за цим показником перед ровесниками 1- і 3-ї груп відповідно на 160 і 130 мг.

У період досліду від 121 до 130 доби перевага форелі 4- і 5-ї груп, порівняно з ровесниками 1-ї групи, за визначеним показником збереглася й становила відповідно 180 і 100 мг, тоді як особини 2-ї групи поступалися перед останніми на 210 мг.

За 14 декаду досліду дволітки 4- і 5-ї груп за середньодобовим приростом маси тіла переважали контрольних аналогів відповідно на 9,9 та 5,8 %. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за згаданим показником ровесникам 1-ї групи відповідно на 9,3 і 5,8 %. Різниця між показниками маси тіла риби 2- і 4-ї груп становила 21,3 %.

Під час останньої декади п'ятого місяця досліджень вищі середньодобові прирости маси тіла фіксували у дволіток форелі 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних аналогів відповідно на 130 і 100 мг. Форель 2- і 3-ї груп поступалася за цим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 180 та 100 мг. Різниця між показниками приросту маси тіла риби 2- і 4-ї груп у вказаний період становила 310 мг.

На 151-160 добу досліду найвищий середньодобовий приріст маси тіла спостерігався у товарної форелі 4-ї групи, яка за згаданим показником переважала аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 140; 360; 170 та 40 мг.

Упродовж 17 декади досліду тенденція змін середньодобових приростів маси тіла форелі збереглася. Так, особини 4- і 5-ї груп виявляли вищі середньодобові прирости маси тіла, порівняно з аналогами 1-ї групи, відповідно на 170 та 100 мг, тоді як ровесники 2- і 3-ї груп поступалися перед останніми за таким показником відповідно на 100 і 30 мг. Різниця між приростами маси тіла риби 2- і 4-ї груп у цей період становила 170 мг.

В останню декаду шостого місяця досліду вищими середньодобовими приростами маси тіла вирізнялися дволітки 4-ї групи, які переважали аналогів 1-, 2- і 3-ї груп відповідно на 50; 270 і 60 мг.

За 19 декаду досліду найнижчий середньодобовий приріст маси тіла був притаманний форелі 2-ї групи, яка за цим показником поступалася перед дволітками усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 240; 150; 310 і 270 мг.

У період 191-200 доби досліду найвищий показник середньодобового приросту маси тіла встановлено у дволіток 4-ї групи, які переважали контроль на 50 мг. Аналоги 2-ї групи за згаданим показником поступалися ровесникам 1-ї групи на 210 мг. Різниця між приростом маси тіла форелі 2- і 4-ї груп становила 260 мг.

Упродовж останніх десяти діб досліду найвищий приріст відзначено у товарної форелі 5-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з інших груп відповідно (за схемою досліду) на 50; 160; 120 і 50 мг.

Загалом, за основний період дослідження вищими середньодобовими приростами маси тіла виділялася форель 4- і 5-ї груп, яка переважала контрольних аналогів у середньому відповідно на 110 та 80 мг. Піддослідні дволітки 2- і 3-ї груп поступалися за таким показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 140 та 60 мг. Різниця між показником середньодобових приростів маси тіла форелі 2 і 4-ї груп за основний період дослідження становила 250 мг на користь останніх.

Встановлено, що залежність між рівнями лізину й метіоніну у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$ (рис. 3.51). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,21$, $p<0,1$).

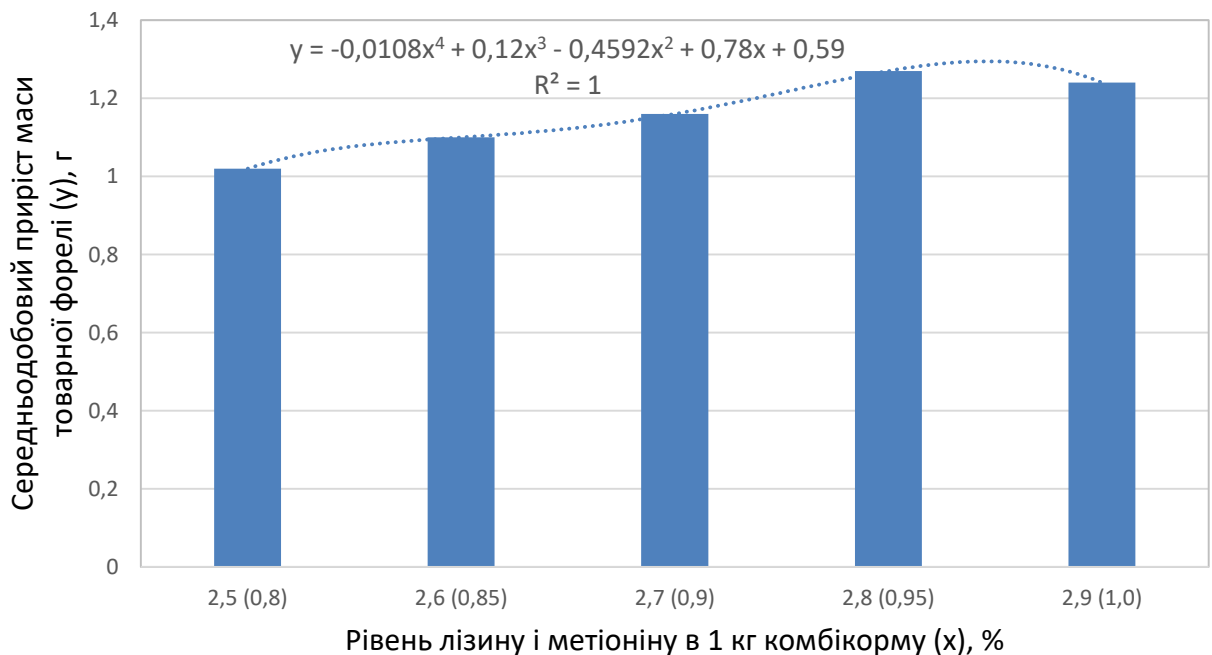


Рис. 3.51. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у продукційному комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі

Характеризуючи інтенсивність росту райдужної форелі, яка одержувала комбікорм із різним вмістом лізину й метіоніну, варто зауважити, що у зрівняльний період дослідження різниця між піддослідними

дволітками за відносним приростом маси тіла у групах знаходилася в межах 0,1–0,5 % (табл. 3.132).

Таблиця 3.132

Відносні прирости маси тіла товарної форелі, %, n=5000

Період досліджу, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	12,0	12,0	12,1	12,3	11,8
11-20	9,9	9,9	10,2	9,9	9,6
21-30	8,7	7,7	7,9	9,8	9,4
31-40	8,8	8,4	8,5	9,6	9,2
41-50	8,0	6,6	7,1	9,1	8,4
51-60	7,9	6,8	7,4	9,4	8,7
61-70	8,5	7,4	8,1	8,7	9,6
71-80	9,0	8,8	8,8	10,4	10,1
81-90	10,0	9,6	9,2	10,0	10,4
91-100	9,7	9,2	9,2	10,4	10,3
101-110	9,7	9,4	9,6	10,4	10,0
111-120	8,9	8,5	9,0	9,1	9,0
121-130	9,4	8,9	9,2	9,9	9,5
131-140	9,1	8,9	8,9	9,4	9,1
141-150	9,0	8,8	8,8	9,0	8,9
151-160	7,7	7,3	7,9	7,8	7,7
161-170	6,3	6,4	6,4	6,6	6,4
171-180	5,6	5,2	5,8	5,5	5,3
181-190	4,5	4,0	4,4	4,5	4,4
191-200	3,6	3,2	3,3	3,6	3,6
201-210	3,0	2,9	2,8	2,9	2,8
Приріст за основний період досліджу (11-210 діб)	131,4	125,9	128,5	136,1	134,2

Проте вже у період третьої декади дослідження риби 4-ї групи за відносним приростом маси тіла переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 1,1; 2,1; 1,9 і 0,4 %.

Подібна ситуація спостерігалася й у наступний період, коли вищим показником відносного приросту маси тіла відзначалися дволітки форелі 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних ровесників відповідно на 0,8 і 0,4 %.

У наступний віковий період (41-50 доба) найменший показник відносного приросту маси тіла зафіксовано у форелі 2-ї групи, яка поступалась ровесникам інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 1,4; 0,5; 1,5 і 1,8 %.

Під час шостої декади дослідження вищий відносний приріст маси тіла був притаманний для форелі 4- і 5-ї груп, яка за цим показником переважала контроль відповідно на 1,5 і 0,8 %.

Із початком третього місяця дослідження дволітки 5-ї групи за відносним приростом маси тіла переважали контрольних ровесників на 1,1 %. Піддослідні аналоги 2- і 3-ї груп за таким показником поступалися перед контрольними відповідно на 1,1 і 0,4 %.

У віковому проміжку 71-80 доба форель 2- і 3-ї груп виявляла однакові за значенням відносні прирости маси тіла і поступалася за цим показником перед ровесниками 4- і 5-ї груп відповідно на 1,6 і 1,3 %.

Упродовж 10 декади дослідження вищими відносними приростами маси тіла вирізнялася товарна форель 4- і 5-ї груп, яка переважала аналогів контрольної групи відповідно на 0,7 і 0,6 %.

У наступні десять діб дослідження для форелі 4-ї групи встановлено найбільші показники відносного приросту маси тіла, за яким вона переважала ровесників з інших груп відповідно (за схемою дослідження) на 0,7; 1,0; 0,8 і 0,4 %.

У період від 111 до 120 доби відносний приріст маси тіла піддослідної риби 3-, 4- і 5-ї груп був майже однаковим (9,0-9,1%), тоді як аналоги 2-ї групи поступалися контрольним ровесникам на 0,4 %.

У першу декаду п'ятого місяця досліджу форель 4-ї групи за відносним приростом випереджала аналогів інших груп відповідно (за схемою досліджу) на 0,5; 1,0; 0,7 та 0,4 %.

Під час наступних етапів досліджу і до його закінчення суттєвої різниці між показником відносного приросту маси тіла товарної форелі усіх груп не встановлено. Простежувалася лише тенденція, що із зменшенням температури води зменшувались і відносні прирости маси тіла форелі.

Загалом, за основний період досліджу вищими показниками відносного приросту маси тіла характеризувалися товарні дволітки форелі 4- і 5-ї груп, які переважали контрольних аналогів відповідно на 4,7 та 2,8 %. Піддослідні риби 2- і 3-ї груп поступалися за цим показником перед ровесниками 1-ї групи відповідно на 5,5 і 2,9 %. Різниця між відносним приростом маси тіла форелі 2- і 4-ї груп за основний період досліджу становила 10,2 % на користь останніх.

3.4.3.3. Витрати корму та збереженість. Аналізуючи дані витрат комбікормів під час вирощування товарної форелі можна стверджувати, що збільшення вмісту лізину й метіоніну у продукційному комбікормі, який використовується для живлення дволіток, сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла (табл. 3.133).

Зокрема, витрати корму на одиницю приросту маси тіла за основний період досліджу виявилися нижчими у риби 4-ї групи, яка одержувала комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 і 0,95 % відповідно. Особини цієї групи споживали корму на 1 кг приросту маси тіла на 3,4; 8,8; 5,8 і 1,8 % менше, ніж аналоги 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно.

Ефективність використання продукційних комбікормів фореллю була доповнена також і визначенням залежності між рівнями лізину й метіоніну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла (рис. 3.51). Кореляційний аналіз свідчить, що між цими двома показниками існує слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,18$).

Витрати корму на 1 кг приросту маси тіла, кг, n=5000

Період дослід, діб	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1-10	0,595	0,598	0,590	0,583	0,604
11-20	0,719	0,713	0,693	0,716	0,740
21-30	0,870	0,982	0,950	0,774	0,807
31-40	0,865	0,899	0,891	0,794	0,823
41-50	0,937	1,141	1,054	0,835	0,896
51-60	1,155	1,324	1,225	0,978	1,047
61-70	1,075	1,220	1,124	1,054	0,960
71-80	1,017	1,033	1,040	0,885	0,910
81-90	1,001	1,037	1,085	0,993	0,960
91-100	1,025	1,085	1,085	0,961	0,972
101-110	1,024	1,059	1,041	0,964	0,997
111-120	1,112	1,162	1,098	1,091	1,098
121-130	1,056	1,117	1,078	1,010	1,053
131-140	1,037	1,053	1,060	1,006	1,038
141-150	1,049	1,067	1,066	1,045	1,053
151-160	1,212	1,270	1,187	1,197	1,212
161-170	1,224	1,201	1,204	1,179	1,216
171-180	1,367	1,472	1,329	1,412	1,443
181-190	1,689	1,908	1,757	1,706	1,738
191-200	1,676	1,907	1,865	1,705	1,715
201-210	2,048	2,119	2,137	2,065	2,154
За основний період дослід (11-210 діб)	1,187	1,249	1,215	1,148	1,169

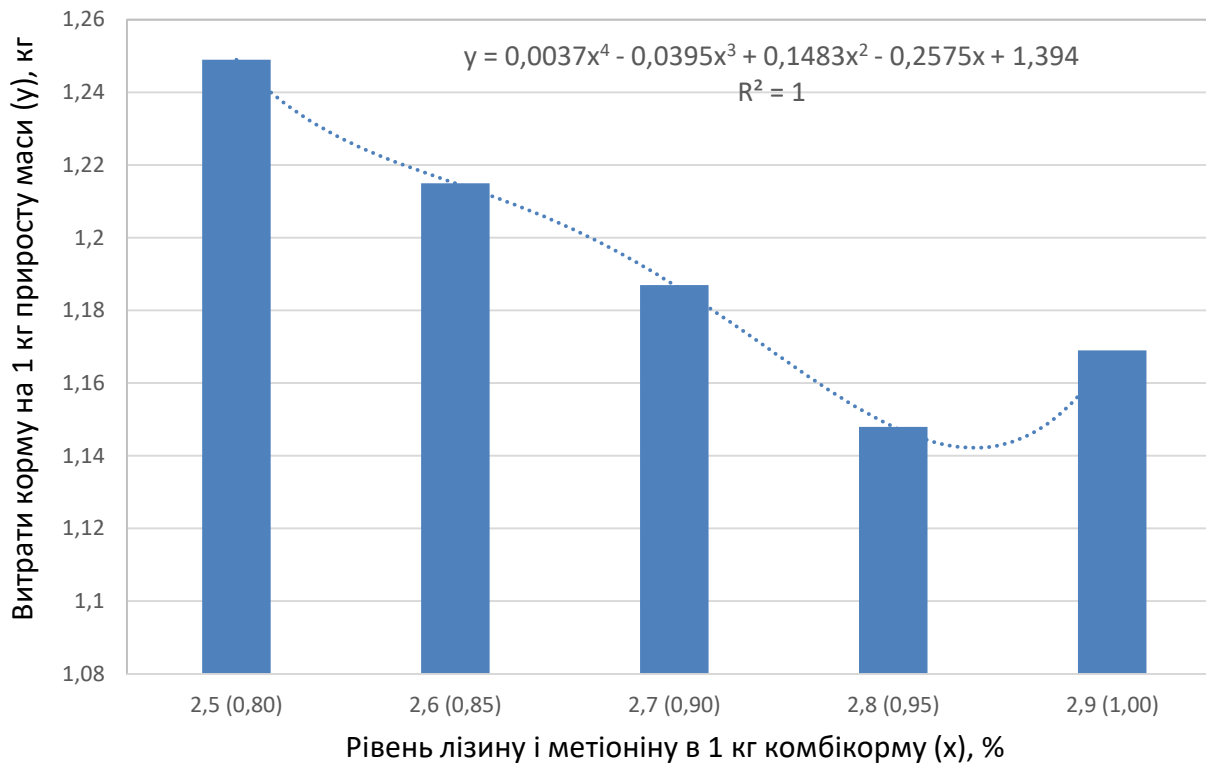


Рис. 3.51. Залежність між рівнем лізину і метіоніну у продукційному комбікормі та його витратами на одиницю приросту маси у форелі

Збереженість товарної форелі усіх піддослідних груп упродовж досліджу була достатньо високою і під час його закінчення становила від 93,9 до 95,0 % (табл. 3.134). Найвищу збереженість спостерігали у риби, якій згодовували комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,6 і 0,85 % відповідно (3-я група), найнижчу – у форелі, що споживала комбікорм із вмістом згаданих компонентів на рівні 2,9 і 1,0 % (5-а група). Різниця між особинами зазначених груп за цим показником становила 1,1 %.

Таким чином можна констатувати, що збільшення вмісту лізину й метіоніну у продукційному комбікормі для товарної форелі від 2,5 і 0,8 % до 2,8 і 0,95 % відповідно сприяють зменшенню витрат на 1 кг приросту маси тіла риби.

Збереженість товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі, % від кількості на початок дослідів, n=5000

Доба дослідів	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
10	99,6	99,7	99,8	99,7	99,8
20	99,2	99,5	99,6	99,4	99,5
30	99,0	99,2	99,3	99,1	99,2
40	98,7	99,0	99,1	98,9	98,8
50	98,6	98,7	98,8	98,7	98,6
60	98,2	98,4	98,6	98,5	98,3
70	97,9	98,3	98,5	98,2	98,0
80	97,7	98,0	98,2	97,9	97,8
90	97,4	97,8	98,0	97,6	97,4
100	97,1	97,6	97,8	97,5	97,1
110	96,9	97,4	97,7	97,3	96,8
120	96,4	97,3	97,6	97,0	96,5
130	96,2	97,0	97,3	96,7	96,2
140	95,8	96,8	97,1	96,5	95,8
150	95,7	96,5	96,8	96,2	95,5
160	95,4	96,2	96,5	95,9	95,1
170	95,1	95,9	96,2	95,8	94,8
180	94,9	95,6	95,9	95,4	94,7
190	94,7	95,3	95,7	95,2	94,5
200	94,5	95,1	95,3	95,0	94,2
210	94,3	94,9	95,0	94,7	93,9

Водночас вірогідного впливу вмісту різних рівнів лізину і метіоніну у комбікормах за вирощування товарної форелі на показник її збереженості не встановлено.

3.4.3.4. Гематологічні та біохімічні показники крові. *Гематологічні показники.* Результати проведених гематологічних досліджень також свідчать, що різний вміст лізину та метіоніну в комбікормах для дволіток

райдужної форелі не викликає суттєвих змін у морфологічному складі та біохімічних показниках її крові (табл. 3.135).

Таблиця 3.135

Гематологічні показники крові дволіток райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Еритроцити, Т/л	1,18±0,01	1,21±0,06	1,25±0,04	1,19±0,05	1,28±0,09
Гемоглобін, г/л	114±3,25	116±4,01	110±3,93	124±2,87*	121±3,05
Лейкоцити, г/л	22,1±0,9	22,6±0,66	22,8±0,75	25,1±0,93*	23,9±0,91
Фагоцитарна активність, %	43,2±2,01	45,6±3,12	46,3±2,85	46,8±2,71	45,9±2,03

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Разом із тим, виявлено, що у риби 2- і 3-ї груп дещо підвищується вміст еритроцитів у крові від 1,21 Т/л до 1,25 Т/л, порівняно з аналогами контрольної групи.

Використання у живленні форелі комбікормів із рівнем лізину й метіоніну відповідно 2,8 і 0,95 % призводило до зменшення кількості еритроцитів у крові. Так, у крові форелі 4-ї групи вона становила 1,19 Т/л, що на 1,7–5,0 % менше порівняно з аналогічним показником риби 2- і 3-ї груп.

Аналогічна закономірність спостерігалася і за рівнем гемоглобіну у плазмі крові риби. Так, найвищий його вміст встановлено у плазмі крові форелі 4-ї групи. Зростання вмісту лімітуючих амінокислот у комбікормах дволіток форелі викликало незначні відхилення за вмістом гемоглобіну, порівняно з контролем. Так, найнижчий рівень гемоглобіну (110 г/л) встановлено у крові особин 3-ї групи, у комбікормі яких рівень лізину становив 2,6 % та метіоніну – 0,85 %.

Крім цього, проведеними дослідженнями встановлено, що підвищення рівнів лізину й метіоніну у комбікормах для дволіток форелі суттєво не впливає на концентрацію лейкоцитів, хоча варто відзначити незначний позитивний вплив на їх кількість у риби 4- і 5-ї груп.

Отже, використання у живленні товарної райдужної форелі продукційних комбікормів із різним вмістом лізину й метіоніну істотно не впливало на морфологічні показники крові.

Біохімічні показники крові. Останнім часом вивченню інтер'єрних показників риби надається важливе значення як ефективним тестам, за якими у ранньому віці можна оцінювати їх племінну і продуктивну цінність. Серед таких особливий інтерес викликають ферменти крові, оскільки саме вони вказують на інтенсивність перебігу метаболічних процесів в організмі риби.

Результати наших досліджень (табл. 3.136) свідчать, що різний рівень лізину й метіоніну у продукційних комбікормах дволіток форелі впродовж періоду їхнього вирощування суттєво не позначається на біохімічному складі крові.

Як відомо, кров виступає чутливим та інформаційним індикатором стану організму, яка швидко реагує на зміни як екзогенних, так і ендогенних факторів. Динаміка біохімічних показників може слугувати маркером стану організму, характеризувати якість і кількість живлення, щільність посадки, адаптаційні здатності риби та її стресостійкість.

Для визначення загального стану організму дволіток форелі було проведено біохімічні дослідження сироватки крові, що дає можливість отримати додаткові дані про фізіологічний стан риби.

Білки крові – це важливі компоненти білкового обміну організму. Вони регулюють колоїдно-осмотичний тиск в організмі, підтримують рівновагу рН, виконують транспортну функцію. Білки плазми крові можуть слугувати резервом амінокислот. Також під поняттям «загальний білок» розуміють сумарний вміст альбуміну і глобулінів, які знаходяться у сироватці крові. Останні становлять майже половину білків крові. Вони визначають імунні властивості організму, зсідання крові, а також беруть участь у перенесенні заліза до тканин та інших процесах.

Концентрація загального білка в сироватці крові виявилася майже однаковою в усіх піддослідних групах товарної форелі. Однак відзначено, що

зростання рівнів лізину й метіоніну у комбікормах риби 4- і 5-ї груп сприяло незначному зростанню вмісту загального білка у сироватці крові.

Таблиця 3.136

Біохімічний профіль крові піддослідних груп райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Загальний білок, г/л	68,3± 2,03	67,6± 1,96	68,8± 1,88	71,2± 2,13	70,8± 2,44
Альбуміни, г/л	26,2± 1,05	25,4± 0,96	26,1± 0,98	27,12± 1,11	27,03± 1,03
Глобуліни, г/л:					
α-глобуліни	37,8± 1,44	36,2± 1,36	36,8± 1,33	39,1± 1,59	38,4± 1,73
β - глобуліни	13,01± 0,99	13,91± 1,01	13,44± 0,66	13,88± 0,79	13,96± 0,88
γ-глобуліни	13,93± 1,01	14,02± 1,11	14,11± 0,96	14,75± 1,15	14,06± 1,21
Білковий коефіцієнт	10,86± 0,77	8,27± 0,96	9,25± 0,79	10,47± 1,03	10,38± 0,96
Білковий коефіцієнт	0,66± 0,02	0,58± 0,01	0,61± 0,02	0,68± 0,03	0,71± 0,03
Аланінамінотрансфераза, U/L	53,2± 1,71	52,8± 1,75	53,9± 1,83	58,6± 1,88*	58,3± 1,28*
Аспартатамінотрансфераза, U/L	84,6± 2,01	81,8± 2,12	83,6± 2,43	89,1± 2,19	88,4± 2,58
Глюкоза, ммоль/л	4,01± 0,66	3,92± 0,71	4,11± 0,83	4,32± 0,74	4,30± 0,52
Креатин, мг%	0,54± 0,01	0,51± 0,01	0,56± 0,02	0,63± 0,03	0,61± 0,01
Кальцій загальний, ммоль/л	2,6± 0,44	2,4± 0,31	2,7± 0,71	2,8± 0,48	2,7± 0,33
Фосфор неорганічний, ммоль/л	3,3± 0,51	3,1± 0,28	3,4± 0,52	3,6± 0,58	3,4± 0,69
Залізо, ммоль/л	26,2± 1,03	25,8± 1,66	25,9± 1,81	27,1± 1,92	26,9± 1,84

*p<0,05 порівняно з 1-ю групою.

Підвищений вміст глюкози у крові риби 4- і 5-ї груп свідчить про активність обмінних процесів у їх організмі та, як наслідок, про збалансованість лімітуючих амінокислот у комбікормах. Найбільший її вміст

(4,32 ммоль/л) зафіксовано у крові форелі 4-ї групи, комбікорм якої містив 2,8 % лізину та 0,95 % метіоніну.

Разом із тим виявлено, що із зростанням рівня лізину і метіоніну у комбікормах для форелі підвищується вміст глобулінів у крові риби до 39,1 г/л, порівняно з аналогами контрольної групи (37,8 г/л). Подібна закономірність спостерігалася і за вмістом альбумінів у плазмі крові. Так, найвищий вміст альбумінів встановлено у плазмі крові риби 4-ї групи, яка споживала повнораціонний комбікорм з підвищеним на 0,1 % рівнем лізину та 0,05 % метіоніну.

Отже, використання у живленні форелі комбікормів із різним вмістом лізину й метіоніну істотно не впливало на морфологічні та біохімічні показники крові.

Така ж закономірність простежується і за оцінки показників білої крові дволіток форелі (табл. 3.137).

Таблиця 3.137

**Лейкоцитарна формула та вміст загальних ліпідів крові дволіток
райдужної форелі, n=5**

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Лейкоцити, Г/л	22,1±0,9	22,6±0,66	22,8±0,75	25,1±0,93*	23,9±0,91
Нейтрофіли, %	18,3±1,31	17,9±1,12	18,1±1,32	18,6±1,35	18,4±1,44
Поліморфноядерні лейкоцити, %	3,8±0,66	3,7±0,68	3,9±0,52	3,9±0,87	3,8±0,79
Лімфоцити, %	62,1±2,12	60,8±2,31	61,9±2,18	62,4±2,36	62,6±2,21
Моноцити, %	17,9±1,08	17,6±1,11	17,8±1,09	18,1±1,23	18,3±1,31
Загальні ліпіди, ммоль/л	4,3±0,23	4,2±0,32	4,3±0,41	4,4±0,36	4,5±0,47

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Зокрема встановлено, що різні рівні лізину і метіоніну у продукційних комбікормах не впливають на динаміку змін лейкоцитарної формули крові. Крім того, зростання рівнів лізину та метіоніну у комбікормах, які згодовували дволіткам, супроводжувало незначне збільшення кількості у

їхній крові лейкоцитів, лімфоцитів та моноцитів. Рівень загальних ліпідів при цьому практично залишався без змін і становив у крові риби контрольної групи 4,3 ммоль/л, а у крові дослідних груп згаданий показник знаходився в межах 4,2-4,5 ммоль/л.

3.4.3.5. Морфологічний склад тіла форелі. *Розмірно-масові характеристики.* З метою раціонального використання рибної сировини проведено дослідження морфологічно-структурного складу дволіток форелі залежно від умов вирощування, результати якого виявилися наступними (табл. 3.138).

Таблиця 3.138

Товарні якості райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Маса голови, г	48,72± 2,33	43,97± 2,12	45,02± 2,36	50,1± 2,69	51,24± 3,01
Маса плавників, г	18,19± 1,54	16,42± 1,21	16,88± 1,89	19,10± 2,03	18,83± 2,47
Маса кісток, г	17,61± 1,98	17,48± 1,39	18,57± 1,24	20,67± 1,69	20,37± 1,67
Маса м'язової тканини, г	153,5± 10,01	118,94± 8,14*	139,93± 9,02	166,08± 7,96	163,32± 6,35
Маса шкіри, г	19,96± 2,03	18,01± 1,65	21,03± 1,97	24,34± 2,69	22,83± 2,03
Маса внутрішніх органів, г	16,14± 1,87	13,24± 1,47	15,48± 1,52	18,79± 1,76	16,98± 1,81
Маса їстівних частин, г	173,46± 8,12	136,95± 9,04*	160,96± 6,32	190,42± 6,25	186,15± 5,69
Вихід їстівних частин, %	59,1± 2,35	51,7± 2,11*	57,2± 3,02	60,8± 3,63	60,3± 2,84
Маса неїстівних частин, г	120,04± 6,32	127,95± 5,21	120,44± 4,21	122,78± 4,98	122,55± 3,25
Вихід неїстівних частин, %	40,9± 1,84	48,3± 2,52*	42,8± 1,96	39,2± 1,57	39,7± 2,15

*p<0,05 порівняно з 1-ю групою.

Аналіз даних щодо масового складу форелі засвідчує певну стабільність показників відносної маси шкіри та внутрішніх органів. За

досягнення високих показників маси тіла спостерігається зростання відносної маси м'язової тканини та деяке зниження виходу неїстівних частин (показники 5-ї групи). Це у свою чергу призводить до зростання виходу їстівних частин.

У цілому встановлено, що із збільшенням маси тіла дволіток форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростають.

Як показують результати досліджень, різний рівень лізину й метіоніну у продукційних комбікормах для форелі по-різному впливає на масу її внутрішніх органів (табл. 3.139).

Таблиця 3.139

Маса внутрішніх органів дволіток райдужної форелі, г, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Серце	1,02±0,01	1,20±0,06*	1,21±0,09	1,32±0,09*	1,28±0,06**
Печінка	4,14±0,33	3,72±0,30	4,63±0,63	4,82±0,53	4,74±0,71
Нирки	1,88±0,06	1,76±0,07	1,89±0,07	1,93±0,07	1,90±0,09
Шлунок	4,31±0,29	3,82±0,31	4,50±0,92	4,93±0,36	4,88±0,82
Кишківник	4,79±0,37	2,74±0,22*	3,31±0,49*	5,79±0,22*	4,18±0,64

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ порівняно з 1-ю групою.

За масою таких частин, як печінка, шлунок та кишківник між рибами контрольної і дослідних груп виявлена вірогідна різниця. Зокрема встановлено, що підвищення у комбікормах для форелі рівня лізину до 2,9 % і метіоніну до 0,95 % сприяє збільшенню маси печінки, шлунка та кишківника. Так, маса печінки, шлунка та кишківника у риби 4-ї групи була відповідно на 16,4 %; 14,4 і 20,9 % більшою порівняно з аналогічними показниками у форелі контрольної групи ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

Згодовування дволіткам форелі 2-ї групи повнораціонних комбікормів із зниженим вмістом лізину й метіоніну, порівняно з контролем, викликало зниження маси печінки, шлунка і кишківника відповідно (за схемою досліджу) на 11,1 %; 12,8 та 74,8 % ($p < 0,05$).

Використання для живлення форелі впродовж періоду вирощування

повнораціонних комбікормів із вмістом 2,6 % лізину та 0,85 % метіоніну (3-а група) супроводжувалося вірогідним зниженням маси кишківника на 44,7 %, незначним збільшенням маси печінки і шлунка відповідно на 11,8 й 4,4 % порівняно з такими показниками у аналогів контрольної групи.

Загалом встановлено, що за масою внутрішніх органів найвищі показники виявлено у риби 4-ї групи, якій згодовували повнораціонні комбікорми з підвищеним вмістом рівня лізину на 0,1 % та метіоніну – на 0,05 %.

Хімічний склад м'яса. Харчова і біологічна цінність рибної сировини визнана основним фактором її використання як харчового продукту. За вмістом метіоніну риба посідає одне з перших місць серед білкових продуктів тваринного походження.

Одним із завдань досліджень стало проведення комплексної оцінки рибної сировини за вмістом основних поживних речовин, біологічною цінністю білків та біологічною ефективністю жирів (табл. 3.140).

Таблиця 3.140

Хімічний склад м'язової тканини товарної райдужної форелі, %, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Вода	72,8±1,88	73,1±1,91	72,3±1,77	71,8±1,68	72,1±1,63
Суха речовина	27,2±1,22	26,9±1,31	27,7±1,44	28,2±1,51	27,9±1,48
Сирий протеїн	22,6±0,52	21,8±0,93	21,9±1,12	24,6±0,64*	24,9±0,78*
Сирий жир	4,12±0,22	4,01±0,30	3,98±0,28	3,84±0,44*	3,92±0,51
Зола	1,49±0,11	1,51±0,03	1,54±0,13	1,56±0,15	1,63±0,19
Кальцій	0,72±0,09	0,66±0,08	0,74±0,10	0,79±0,09	0,76±0,08
Фосфор	0,13±0,01	0,14±0,02	0,17±0,01*	0,15±0,02	0,14±0,03

* $p < 0,05$ порівняно з 1-ю групою.

Аналіз даних показав, що м'язова тканина райдужної форелі, незалежно від впливу досліджуваного фактора, характеризується високим вмістом білка (21,8-24,9 %).

Результати досліджень свідчать, що використання комбікормів із

різним рівнем лізину і метіоніну під час вирощування товарної форелі по-різному впливає на хімічний склад м'язової тканини.

Так, підвищення рівня лізину й метіоніну сприяло зниженню вмісту в м'язовій тканині сирого протеїну. У зразках м'язової тканини риби 2-ї і 3-ї груп вміст сирого протеїну виявився на 3,7 % й 3,2 % відповідно меншим, порівняно з аналогічним показником риби контрольної групи.

Встановлено, що згодовування дволіткам райдужної форелі повнораціонних комбікормів з однаковим рівнем протеїну та енергії, проте з різним вмістом метіоніну й лізину, суттєво не впливає на вміст у м'язовій тканині сухої речовини, золи та мінеральних речовин. Водночас, за згодовування рибам 4-ї групи повнораціонних комбікормів із підвищеним на 0,1 % вмістом лізину та на 0,05 % метіоніну спостерігалось зростання у м'язах вмісту сирого протеїну, сухої речовини відповідно на 1,0 % і 2,0 % та зниження вмісту сирого жиру – на 0,28 %, порівняно з рибами контрольної групи. Разом із тим, за вмістом золи, кальцію і фосфору у м'язовій тканині зазначеної групи суттєвої різниці не зафіксовано.

Підвищення рівня лізину і метіоніну у комбікормах для форелі 5-ї групи супроводжувалося також зростанням вмісту у м'язах сирого протеїну, сухої речовини та золи, порівняно з таким показником у аналогів контрольної групи. При цьому виявлено, що із зростанням вмісту сухої речовини у м'язах збільшується вміст у них органічної речовини, основна частка якої припадає на протеїн. Форель 4- і 5-ї груп за вмістом протеїну у м'язах перевершувала контрольних аналогів та ровесників 2- і 3-ї груп.

Загалом, за період вирощування найбільшою харчовою цінністю характеризувалася м'язова тканина дволіток форелі, яким згодовували комбікорми з підвищеним вмістом лізину на 0,1 % та метіоніну – на 0,05 %.

Амінокислотний склад білків. М'ясо риби вважається одним із життєво необхідних продуктів харчування для людини і слугує джерелом повноцінних білків, жиру, мінеральних речовин і вітамінів. Його якість і поживна цінність залежать як від генотипових, так і фенотипових чинників. Серед останніх найважливіше раціональне і збалансоване живлення.

Встановлено, що підвищення рівня лізину й метіоніну у комбікормах форелі сприяє збільшенню у м'ясі вмісту незамінних амінокислот (табл. 3.141).

Таблиця 3.141

Амінокислотний склад білків м'яса дволіток райдужної форелі,

мг на 100 г продукту, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Незамінні амінокислоти	9,28	9,52	10,05	11,97	12,14
Валін	1,74±0,03	1,81±0,02	1,71±0,02	1,88±0,05*	1,72±0,09
Лейцин+ізолейцин	1,88±0,09	1,82±0,01	1,85±0,03	1,92±0,04	2,11±0,04*
Лізин	2,31±0,14	2,15±0,11	2,23±0,10	2,72±0,10*	2,68±0,07*
Метіонін	0,66±0,08	0,94±0,04	1,12±0,09	1,64±0,15***	1,53±0,17***
Треонін	1,44±0,15	1,43±0,09	1,54±0,09	1,93±0,18*	1,73±0,19*
Фенілаланін	0,93±0,12	1,09±0,09	1,21±0,12	1,33±0,12*	1,46±0,18*
Триптофан	0,32±0,01	0,28±0,01	0,39±0,04	0,55±0,08*	0,91±0,09***
Замінні амінокислоти	13,32	12,28	11,85	12,63	12,76
Аланін	1,51±0,09	1,63±0,06	1,59±0,09	1,41±0,08	1,79±0,07*
Аргінін	1,24±0,08	1,23±0,10	1,15±0,04	1,44±0,03*	1,39±0,07
Гістидин	0,76±0,05	0,74±0,03	0,82±0,02	0,93±0,08*	0,81±0,06
Пролін	0,57±0,06	0,52±0,02	0,72±0,06	0,91±0,06**	0,85±0,03**
Серін	1,41±0,12	1,44±0,09	1,22±0,13	1,53±0,12	1,62±0,19
Глютамінова кислота	1,12±0,21	1,09±0,12	1,17±0,16	1,25±0,21	1,31±0,28
Аспарагінова кислота	2,13±0,44	1,96±0,29	2,18±0,39	2,31±0,45	1,88±0,33
Гліцин	1,52±0,31	1,54±0,22	1,48±0,38	1,58±0,27	1,66±0,44
Цистин	0,94±0,06	1,08±0,04	0,93±0,06	0,99±0,12	0,76±0,09
Тирозин	2,12±0,39	1,05±0,02	0,59±0,07	0,28±0,05**	0,69±0,04**
Співвідношення НАК до ЗАК	0,70:1	0,77:1	0,85:1	0,94:1	0,95:1

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Так, за цим показником форель 5-ї групи на 2,86 мг, або на 30,8 % переважала аналогів контрольної групи. Серед незамінних амінокислот у

м'ясі всіх дослідних групах найбільшу частку становить лізин. Останній регулює процеси кровотворення, виступає субстратом довготривалої пам'яті, стимулює розумову працездатність, усуває порушення здібностей, підтримує імунну систему, сприяє відновленню кісткових і сполучних тканин. Найвищий вміст лізину відзначено у м'ясі форелі 4-ї і 5-ї групи – 2,72 мг/100 г і 2,68 мг/100 г, відповідно.

Важливим показником, що характеризує біологічну цінність білка продукції вважається його відповідність ідеальному білку згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ.

Відповідність вмісту амінокислот до ідеального білка визначена наступною (табл. 3.142). Як показують отримані дані, сумарна кількість незамінних амінокислот в контрольній і дослідних групах перевищує їхній вміст в ідеальному білку.

Таблиця 3.142

Оцінка відповідності амінокислотного складу білків дволіток райдувної форелі ідеальному білку зі шкалою ФАО/ВООЗ, г/100 г білка, n=5

Амінокислота	Групи					Ідеальний білок за ФАО/ВООЗ
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а	
Валін	7,7	8,3	7,8	7,6	6,9	5,0
Ізолейцин	3,2	3,3	2,9	3,2	3,1	4,0
Лейцин	8,3	8,4	8,5	7,8	8,5	7,0
Метіонін+цистин	7,1	9,3	9,4	10,7	9,2	3,5
Треонін	6,4	6,6	7,0	7,9	7,0	4,0
Фенілаланін+тирозин	13,5	9,8	8,2	6,5	8,9	6,0
Триптофан	1,4	1,3	1,8	2,2	3,6	1,0
Лізин	10,2	9,9	10,2	11,1	10,7	5,5
Всього	57,8	56,9	55,8	57,0	57,9	36,0

Основним показником, що характеризує біологічну цінність білку визнано амінокислотний скор. У дослідженні надано характеристику амінокислотного скору білків м'яса дволіток форелі (табл. 3.143). За

наявними даними, лімітуючими амінокислотами в контрольній і дослідних групах виступають комплекс лейцину та ізолейцину.

Таблиця 3.143

Амінокислотний скор білків дволіток форелі, n=5

Амінокислота	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Валін	154	166	156	152	138
Лейцин+ ізолейцин	76	76	77	71	77
Метіонін+цистин	203	265	269	306	263
Треонін	160	165	175	198	175
Фенілаланін+тирозин	225	163	137	108	148
Триптофан	140	130	180	220	360
Лізін	185	180	185	202	195
Усього	1143	1145	1179	1257	1356

Для оцінки харчової адекватності білкових компонентів м'яса дволіток райдужної форелі щодо потенційного ступеня їх засвоюваності розраховано показники та критерії біологічної цінності (табл. 3.144).

Таблиця 3.144

Показники біологічної цінності білків дволіток райдужної форелі, n=5

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Потенційна біологічна цінність (БЦп) білка, %	53	53	52	45	45
Коефіцієнт різниці амінокислотного скору (КРАС), %	47	47	48	55	55
Коефіцієнт утилітарності АК складу білка U, частки од.	0,50	0,51	0,52	0,48	0,51
Коефіцієнт порівняльної надлишковості σ_c , г/100 г білка еталону	0,36	0,34	0,33	0,40	0,36

Згідно з розрахунками потенційної біологічної цінності, найвищий рівень балансу амінокислот – 53 %, відзначено у білках м'яса форелі 1- і 2-ї груп. Коефіцієнт різниці амінокислотного скору також свідчить, що у більшому обсязі будуть використовуватися білки м'яса форелі контрольної і

2-ї дослідної груп, у яких порівняно з білками риби 3-5-ї груп зафіксовано менше значення цього показника – 47 % проти 48-55 % відповідно.

Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу (U), що становить для контрольної і дослідних груп 0,48-0,52 частки од., вказує на високу можливість утилізації амінокислот дволіток форелі організмом людини. Низькі показники порівнюваної надлишковості (σ_c) контрольної і дослідних груп підтверджують, що білки добре засвоюються організмом. При цьому максимально наближеними до рекомендованих норм виявилися коефіцієнти утилітарності амінокислотного складу і порівняльної надлишковості у риби 3-ї групи – 0,52 частки од. і 0,33 г/100 г білка еталону.

Біологічна ефективність ліпідів м'яса. Одним із завдань досліджень стало вивчення жирнокислотного складу м'яса, який зумовлюється кількістю жиру та співвідношенням окремих жирних кислот. За одержаними результатами встановлено, що під впливом різних рівнів лізину і метіоніну в комбікормах товарної форелі відбуваються певні зміни у жирнокислотному складі їхнього м'яса (табл. 3.145).

Із наведених даних основну масу жирних кислот ліпідів м'яса райдужної форелі становлять насичені жирні кислоти, головним чином пальмітинова і нанодеканова, а також мононенасичені кислоти, з переважанням олеїнової кислоти.

Особливе місце у низці поліненасичених жирних кислот належить ліноленовій і лінолевій кислотам, які необхідні для харчування людини, а також – для лікування й профілактики багатьох захворювань.

Разом із тим варто зауважити, що різні рівні лізину й метіоніну у продукційних комбікормах для форелі суттєво не позначилися на жирнокислотному складі ліпідів м'яса. Так, використання комбікормів з підвищеним рівнем лізину та метіоніну для риби 4-ї групи супроводжувалося зростанням вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот, порівняно з контролем на 5,84 %. Це викликано підвищеним вмістом у м'ясі пальмітинової – на 5,42 %, стеаринової – на 0,59 %, та арахінової – на 0,21 % кислот порівняно з контролем ($p < 0,05$).

Жирнокислотний склад ліпідів м'яса товарної райдувної форелі, %, n=5

Жирні кислоти	Код ЖК	Група				
		1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Насичені (НЖК)		44,73	46,80	49,55	50,57	48,60
мірїстинова	14:0	2,31± 0,78	2,18± 0,68	2,42± 0,95	2,38± 0,87	2,36± 0,36
пальмітинова	16:0	19,08± 1,24	21,6± 2,84	23,1± 2,04	24,5± 1,02**	23,4± 1,27**
стеаринова	18:0	3,15± 0,63	3,12± 0,41	3,55± 0,74	3,74± 0,68	3,66± 0,47
арахінова	20:0	0,88± 0,08	0,81± 0,06	0,93± 0,09	1,09± 0,08	1,06± 0,06
нанодеканова	19:0	19,31± 2,13	19,09± 2,31	19,55± 2,14	18,86± 2,58	18,12± 2,69
Мононенасичені (МНЖК)		35,52	37,70	36,98	36,82	36,66
пальмітоолеїнова	16:1	6,12± 0,96	7,08± 0,87	7,83± 0,94	6,31± 0,81	6,10± 0,79
ω ₉ олеїнова	18:1	14,08± 1,44	14,93± 1,24	14,62± 2,12	15,10± 2,39	15,31± 2,69
ω ₉ елаїдинова	18:1	1,21± 0,09	1,38± 0,06	1,44± 0,02*	1,28± 0,04	1,32± 0,06
гадолеїнова	20:1	14,11± 1,69	14,31± 3,01	13,09± 1,97	14,13± 2,14	13,93± 2,33
Поліненасичені (ПНЖК)		3,33	3,45	3,62	3,75	3,65
лінолева ω ₆	18:2	1,74± 0,09	1,78± 0,12	1,78± 0,11	1,93± 0,09*	1,98± 0,05*
ліноленова ω ₃	18:3	0,83± 0,04	0,88± 0,09	0,93± 0,06	0,94± 0,07	0,84± 0,05
ейкозадієнова	20:2	0,76± 0,02	0,79± 0,06	0,91± 0,06*	0,88± 0,04*	0,83± 0,07
Не ідентифіковані		16,42	12,05	9,85	8,86	11,09

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з 1-ю групою.

Кількість нанодеканової кислоти при цьому зменшувалася. Тобто, вміст згаданої кислоти у м'ясі форелі 4-ї групи відзначено на 0,45 % нижчим, ніж у контролі.

Аналогічна закономірність виявлена і за кількістю мононенасичених

жирних кислот. Так, за підвищення вмісту лізину і метіоніну в комбікормах форелі у м'ясі риби містилося мононенасичених жирних кислот відповідно на 1,14-2,18 % більше ніж у контрольних аналогів. Таке зростання виявлено за рахунок підвищення вмісту олеїнової та елаїдинової кислот.

Встановлено також, що використання у живленні форелі 4- і 5-ї груп комбікормів з підвищеним рівнем лізину й метіоніну призводить до зниження вмісту у м'ясі мононенасичених жирних кислот, серед яких пальмітоолеїнова та елаїдинова, порівняно з такими показниками риби 2-ї групи.

Поряд із цим, виявлено істотні відмінності між дволітками форелі різних груп за кількістю у м'ясі поліненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої й ліноленової амінокислот. Так, за зростання вмісту лізину і метіоніну у комбікормі спостерігається збільшення у м'ясі форелі вмісту лінолевої кислоти – на 0,19-0,24 %, порівняно з контролем.

Загалом, найбільшим вмістом жирних кислот у м'ясі характеризувалася товарна форель 4-ї групи, якій згодовували комбікорми впродовж періоду вирощування із вмістом лізину та метіоніну 2,8 % і 0,95 % відповідно.

Ліпіди риби – це одні з основних лабільних компонентів, що впливають на харчову і біологічну цінність рибних продуктів. Важлива відмінна ознака жиру риби – переважання в його складі ненасичених жирних кислот (до 84 %). Виходячи з цього, важливим завданням роботи стало дослідження біологічної ефективності ліпідів м'яса дволіток форелі, залежно від умов живлення (табл. 3.146).

Як встановлено, вирощування форелі на комбікормах з різним рівнем лізину і метіоніну сприяло покращенню біологічної цінності м'яса. Серед іншого виявлено, що співвідношення окремих класів ліпідів не відповідає рекомендаціям, запропонованим фахівцями з нутриціології. Однак співвідношення жирних кислот C18:2:C18:1 погоджуються з літературними даними стосовно райдужної форелі і свідчить про високу біологічну ефективність ліпідів її м'яса. Значний інтерес становить співвідношення цих жирних кислот у м'ясі, де домінують особливо цінні жирні кислоти ω_6 .

Показники біологічної ефективності ліпідів м'яса дволіток форелі, n=5

Група	Співвідношення типів ЖК		
	НЖК:МНЖК:ПНЖК	С 18:2:С:18:1	ω_6 : ω_3
Ідеальний ліпід	1:1:1	>0,25	10:1
1-а	1:0,79:0,07	1:0,12	2,10:1
2-а	1:0,81:0,07	1:0,12	2,03:1
3-я	1:0,75:0,07	1:0,12	1,91:1
4-а	1:0,73:0,07	1:0,13	2,05:1
5-а	1:0,75:0,08	1:0,13	2,36:1

Під час розрахунків визначено, що зростання кількості лізину і метіоніну у продукційних комбікормах для товарної форелі 4- та 5-ї груп супроводжувалося накопиченням у її м'ясі цінних жирних кислот родини ω_3 , ω_6 .

Основні наукові результати підрозділу опубліковано в працях автора [99, 102, 103, 257, 258, 260, 264].

3.5 Економічна ефективність вирощування райдужної форелі**3.5.1. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів енергії у комбікормах**

Аналізуючи показники ефективності вирощування личинок і мальків форелі можна стверджувати, що за різного енергетичного живлення ці показники змінювалися по-різному (табл. 3.147).

Зокрема, іхтіомаса в кінці досліду була найвищою у риби 5-ї групи, які за цим показником переважали особин з усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 10,3; 26,8; 19,9 і 7,1 %. Аналогічно змінювався й приріст іхтіомаси за основний період досліду – форель 5-ї групи переважала ровесників 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно на 13,8; 36,7; 28,6 і 8,7 %.

**Економічна ефективність вирощування личинок і мальків форелі за
різного рівня енергетичного живлення**

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	5,33	5,15	5,38	5,27	5,41
Збереженість, %	84,9	83,8	83,6	83,1	84,3
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	18,98	16,51	17,46	19,55	20,94
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	13,65	11,36	12,08	14,28	15,53
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,721	0,758	0,75	0,7	0,686
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	9,84	8,61	9,06	10,00	10,65
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	68,2	70,4	74,8	71,6	74,3
Вартість згоданого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	671,20	606,21	677,69	715,71	791,56
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	49,17	53,36	56,10	50,12	50,97
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	70,25	76,23	80,14	71,60	72,81

Примітка: у цінах 2015 року.

Із збільшенням енергетичної цінності комбікормів від 14 до 18 МДж зменшувалися їхні витрати на одиницю приросту іхтіомаси, проте зростала вартість цих комбікормів. Як наслідок, собівартість 1 кг приросту іхтіомаси виявилася найвищою у риби, яка споживала комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 15 МДж (3-я група). За цим показником вони поступалися перед ровесниками усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 14,1; 5,1; 11,9 і 10,0 %.

Таким чином, найменшою собівартістю 1 кг приросту іхтіомаси характеризувалися особини 1-ї групи, які одержували комбікорм із цінністю 16 МДж обмінної енергії. Звідси вирощування личинок і мальків форелі за згаданого рівня енергії економічно найдоцільніше.

У подальшому, за вирощування цьоголіток форелі до маси тіла 10 г, встановлено, що зміна рівнів енергетичного живлення суттєво позначається на економічних показниках їхнього вирощування (табл. 3.148).

Таблиця 3.148

Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	39,9	39,2	40,33	39,91	39,2
Збереженість, %	75,9	74,3	74,8	76,5	76,7
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	169,41	148,15	158,86	180,08	188,99
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	129,51	108,95	118,53	140,17	149,79
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,825	0,88	0,851	0,813	0,794
Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг	106,85	95,88	100,87	113,96	118,93
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	64,2	70,4	74,3	67	68,1
Вартість згодowanego комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	6859,50	6749,67	7494,57	7635,20	8099,36
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	52,97	61,95	63,23	54,47	54,07
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	75,66	88,50	90,33	77,82	77,24

Примітка: у цінах 2015 року.

Зокрема можна констатувати, що доведення енергетичної цінності комбікормів від 15 (2-а група) до 19 МДж (5-а група) призводить до збільшення приросту іхтіомаси за основний період дослідів на 6,9-37,5 %. При цьому за неоднакових витрат корму на 1 кг приросту маси тіла риби витрати комбікорму та його вартість на весь приріст іхтіомаси помітно різнилися по групах. Усе це, в кінцевому результаті, вплинуло на собівартість 1 кг приросту іхтіомаси цьоголіток форелі, яка виявилася

найнижчою у риби, якій згодовували корм із цінністю 17 МДж (1-а група).

За таким показником вони переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 17,0; 19,4; 2,9 і 2,1 %. Отже, з економічної точки зору, найприйнятніше вирощувати цьоголіток форелі до маси тіла 10 г на комбікормах із рівнем обмінної енергії 17 МДж, тоді як зниження вмісту енергії у кормі до 16 МДж економічно недоцільне.

На наступному етапі, до моменту переведення форелі на зимівлю, вирощування цьоголіток за різних рівнів енергії у комбікормах позначалося на показниках як їхньої продуктивності, так і економічної ефективності вирощування (табл. 3.149).

Таблиця 3.149

Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного рівня енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліду, кг	217,6	215,1	222,2	221	216,4
Збереженість, %	82,2	81,3	81,9	82,7	81,8
Іхтіомаса в кінці досліду, кг	358,72	321,3	343	383,07	397,71
Приріст іхтіомаси за основний період досліду, кг	141,12	106,2	120,8	162,07	181,31
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,958	1,107	1,046	0,901	0,832
Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг	135,19	117,56	126,36	146,03	150,85
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	61,1	56,1	72,8	68,6	71,4
Вартість згодowanego комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	8260,29	6595,31	9198,78	10017,32	10770,68
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	58,53	62,10	76,15	61,81	59,40
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	83,62	88,72	108,78	88,30	84,86

Примітка: у цінах 2015 року.

Найвищий приріст іхтіомаси за основний період досліду був

притаманний рибам 5-ї групи, яким задавали комбікорм з енергетичною цінністю 20 МДж обмінної енергії. Цей показник тут становив 181,3 кг, що на 40,2; 75,1; 60,5 і 19,2 кг більше, ніж у аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно. Різні витрати корму та його вартість позначилися на собівартості 1 кг приросту іхтіомаси риби. Зокрема, найнижчим цей показник зафіксовано у форелі, яка отримувала комбікорм із цінністю 18 МДж (1-а група). Собівартість 1 кг просту маси тіла у згаданій групі становила 83,62 грн, що було нижче на 6,1; 30,1; 5,6 і 1,5 % ніж у риби 2-, 3-, 4- і 5-ї груп.

Отже, економічно найдоцільніше вирощувати цьоголіток форелі з масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю, за рівнів енергії у комбікормі 18 МДж.

Економічні показники вирощування товарної форелі за різного рівня енергетичного живлення виявилися наступними (табл. 3.150). Найвищий приріст іхтіомаси встановлено у дволіток форелі 5-ї групи, що споживали комбікорм із цінністю 20 МДж енергії. За цим показником вони переважали аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 185,1; 313,2; 227,9 і 12,7 кг.

Найнижчою собівартість приросту маси тіла відзначена у форелі 3-ї групи, якій згодовували корм з енергетичною цінністю 17 МДж обмінної енергії. За цим показником вони перевершували ровесників 1-, 2-, 4- і 5-ї груп відповідно на 3,2; 1,6; 6,6 і 2,7 %. У разі реалізації риби усіх груп за однаковою ціною, найвищий рівень рентабельності виробництва одержували при вирощуванні форелі за споживання продукційного корму з рівнем енергії 17 МДж (3-я група) – 28,02 %, найнижчий – з рівнем енергії 19 МДж (4-а група) – 20,06 %.

Таким чином, з економічної точки зору, найдоцільніше вирощувати форель з наступними рівнями обмінної енергії у комбікормі:

- личинок і мальків до маси тіла 1 г – 16 МДж;
- цьоголіток до маси 10 г – 17 МДж;
- цьоголіток з масою понад 10 г – 18 МДж;
- товарну форель – 17 МДж.

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня енергетичного живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослід, кг	277,39	279,94	278,66	280,16	276,89
Збереженість, %	93,1	93,9	94,4	94,5	94,9
Іхтіомаса в кінці дослід, кг	1351,35	1225,86	1309,8	1526,5	1535,96
Приріст іхтіомаси за основний період дослід, кг	1073,96	945,92	1031,14	1246,34	1259,07
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,14	1,208	1,171	1,113	1,083
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	1224,31	1142,67	1207,46	1387,18	1363,57
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	56,9	52,9	53,7	60,24	59,61
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	61108,3	50039,2	55372,2	75079,5	75053,2
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	64,87	63,90	62,88	67,05	64,56
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	92,67	91,29	89,83	95,78	92,23
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	115	115	115	115	115
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	125223,8	111909,1	117662,5	146210,6	141654,2
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	155405,3	140973,9	150627,0	175547,5	176635,4
Прибуток, грн	30181,5	29064,8	32964,5	29336,9	34981,2
Рівень рентабельності виробництва, %	24,10	25,97	28,02	20,06	24,69

Примітка: у цінах 2016 року.

3.5.2. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів протеїну у комбікормах

Аналіз показників економічної ефективності вирощування личинок і мальків форелі, що споживали корми з різною протеїновою цінністю засвідчив, як змінюються ці показники за впливу вмісту протеїну у комбікормі (табл. 3.151). Зокрема, приріст іхтіомаси у кінці досліду відзначено найвищим у риби 5-ї групи (58 % протеїну), яка за цим показником переважала аналогів з усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 21,8; 60,3; 31,7 і 11,6 %. Із збільшенням протеїнової цінності комбікормів зменшувалися їх витрати на одиницю приросту іхтіомаси, проте зростала вартість цих комбікормів.

Таблиця 3.151

Економічна ефективність вирощування личинок і мальків форелі за різного рівня протеїнового живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліду, кг	5,37	5,58	5,3	5,42	5,34
Збереженість, %	85,2	84,1	85,5	85,7	86
Іхтіомаса в кінці досліду, кг	19,15	16,05	18,04	20,45	22,12
Приріст іхтіомаси за основний період досліду, кг	13,78	10,47	12,74	15,03	16,78
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,727	0,802	0,742	0,708	0,675
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	10,02	8,40	9,45	10,64	11,33
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	75,7	76,3	76	79,3	82,4
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	758,37	640,69	718,43	843,85	933,30
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	55,03	61,19	56,39	56,14	55,62
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	78,62	87,42	80,56	80,21	79,46

Примітка: у цінах 2016 року.

Як наслідок, собівартість 1 кг приросту іхтіомаси виявилася найвищою у особин, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 50 % (2-а група). За цим показником вони поступалися ровесникам усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 11,2; 8,5; 8,9 і 10,0 %.

Таким чином, найменшою собівартістю 1 кг приросту іхтіомаси характеризувалися риби, які одержували комбікорм із вмістом протеїну 54 % (1-а група). Вирощування личинок і мальків форелі за згаданого рівня протеїну економічно найдоцільніше.

У подальшому, за вирощування цьоголіток форелі до маси тіла 10 г, встановлено, що зміна рівнів протеїнового живлення позначається на економічних показниках їхнього вирощування (табл. 3.152).

Таблиця 3.152

Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного рівня протеїнового живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліду, кг	40,33	39,83	40,15	39,87	39,16
Збереженість, %	77,6	75,2	76,9	78,1	77,8
Іхтіомаса в кінці досліду, кг	177,55	152,2	167,8	190,1	199,95
Приріст іхтіомаси за основний період досліду, кг	137,22	112,37	127,65	150,23	160,79
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,818	0,879	0,838	0,795	0,775
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	112,25	98,77	106,97	119,43	124,61
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	71,26	71,98	70,84	74,21	76,32
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	7998,65	7109,70	7577,80	8863,11	9510,41
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	58,29	63,27	59,36	59,00	59,15
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	83,27	90,39	84,81	84,28	84,50

Примітка: у цінах 2016 року.

Зокрема можна констатувати, що доведення протеїнової поживності комбікормів від 48 до 56 % призводить до збільшення приросту іхтіомаси за основний період дослідів на 7,0-43,1 %. При цьому за неоднакових витрат корму на 1 кг приросту маси тіла риби витрати корму та його вартість на весь приріст іхтіомаси помітно різнилися по групах.

Усе це, в кінцевому результаті, вплинуло на собівартість 1 кг приросту іхтіомаси цьоголіток форелі, яка виявилася найнижчою у риби, якій згодовували корм із вмістом протеїну 52 % (1-а група). За таким показником вони переважали аналогів усіх інших груп відповідно (за схемою дослідів) на 8,5; 1,8; 1,2 і 1,5 %.

Отже, з економічної точки зору, найпринятніше вирощувати цьоголіток форелі до маси тіла 10 г на комбікормах з рівнем протеїну 52 %, тоді як зниження його вмісту до 48 % економічно недоцільне.

На наступному етапі, до моменту переведення форелі на зимівлю, вирощування цьоголіток за різних рівнів протеїну у комбікормах позначалося на показниках як їхньої продуктивності, так і економічної ефективності вирощування (табл. 3.153).

Найвищий приріст іхтіомаси за основний період дослідів був притаманний риbam 5-ї групи, які споживали корм із вмістом протеїну 54 %. Цей показник тут становив 424,8 кг, що на 45,5; 81,8; 61,6 і 17,2 кг більше, ніж у аналогів 1-, 2-, 3- і 4-ї груп відповідно. Найнижчою собівартість 1 кг приросту маси тіла характеризувалися особини, які отримували корм із вмістом 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 риби 2-, 3-, 4- і 5-ї груп.

Отже, економічно найдоцільніше вирощування цьоголіток форелі з масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю, за рівня протеїну у комбікормі 50 %.

**Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного
рівня протеїнового живлення**

Показник	Група				
	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 комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,943	1,091	1,016	0,868	0,806
Витрати комбікорму 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 комбікорму, 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.

Економічні показники вирощування товарної форелі за різного рівня протеїнового живлення виявилися наступними (табл. 3.154). Найвищий приріст іхтіомаси встановлено у дволіток форелі 5-ї групи, які споживали комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 %. За цим показником вони переважали аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою дослідів) на 13,1; 24,3; 17,7 і 6,7 %. Найнижчу собівартість приросту маси тіла спостерігали у риби 1-ї групи, якій згодовували корм із вмістом 48 % протеїну. За цим показником вони перевершували ровесників 2-, 3-, 4- і 5-ї груп відповідно на 13,6; 3,5; 11,0 і 6,6 %. У разі реалізації риби усіх груп за

однаковою ціною – 140 грн/кг, найвищий рівень рентабельності виробництва одержували при вирощуванні форелі за споживання продукційного корму з рівнем протеїну 48 % (1-а група) – 28,0 %, найнижчий – з рівнем 44 % (2-а група) – 12,6 %.

Таблиця 3.154

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня протеїнового живлення

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліду, кг	307,38	310,57	305,08	306,39	302,89
Збереженість, %	95,1	95,4	96,2	94,3	95,2
Іхтіомаса в кінці досліду, кг	1409,38	1281,22	1354,02	1494,18	1593,65
Приріст іхтіомаси за основний період досліду, кг	1102	970,65	1048,94	1187,79	1290,76
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,211	1,278	1,238	1,184	1,152
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	1334,52	1240,49	1298,59	1406,34	1486,96
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	63,24	68,1	64,03	71,8	70,85
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	69690,5	66101,3	67163,6	85283,3	91450,4
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	76,58	87,03	79,27	85,01	81,62
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	109,41	124,33	113,24	121,44	116,60
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	154193,5	159295,6	153331,4	181460,1	185817,8
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	197313,2	179370,8	189562,8	209185,2	223111,0
Прибуток, грн	43119,7	20075,2	36231,4	27725,1	37293,2
Рівень рентабельності виробництва, %	27,96	12,60	23,63	15,28	20,07

Примітка: у цінах 2017 року.

Таким чином, з економічної точки зору, найдоцільніше вирощувати форель з наступними рівнями протеїну у комбікормі:

- личинок і мальків до маси тіла 1 г – 54 %;
- цьоголіток до маси 10 г – 52 %;
- цьоголіток з масою понад 10 г – 50 %;
- товарну форель – 48 %.

3.5.3. Економічна ефективність вирощування форелі за різних рівнів лізину і метіоніну у комбікормах

Аналізуючи показники економічної ефективності вирощування личинок і мальків форелі можна стверджувати, що за різного рівня введення досліджуваних амінокислот у комбікорм згадані показники змінювалися по-різному (табл. 3.155).

Таблиця 3.155

Економічна ефективність вирощування личинок і мальків форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліджу, кг	5,32	5,23	5,35	5,31	5,27
Збереженість, %	84,3	84	85,1	84,2	83,9
Іхтіомаса в кінці досліджу, кг	18,14	15,86	18,84	20,06	19,53
Приріст іхтіомаси за основний період досліджу, кг	12,82	10,63	13,49	14,75	14,26
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,744	0,791	0,734	0,715	0,723
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	9,54	8,41	9,90	10,55	10,31
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	87,3	87,12	87,21	87,39	87,48
Вартість згодowanego комбікорму на весь приріст іхтіомаси, грн	832,67	732,53	863,52	921,64	901,92
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	64,95	68,91	64,01	62,48	63,25
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	92,79	98,45	91,45	89,26	90,35

Примітка: у цінах 2017 року.

Зокрема, іхтіомаса в кінці досліду відзначена найвищою у риби 4-ї групи, яка за цим показником переважала аналогів з усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 10,6; 26,5; 6,5 і 2,7 %. Аналогічно змінювався й приріст іхтіомаси за основний період досліду – форель 4-ї групи переважала аналогів 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно на 15,1; 38,8; 9,3 і 3,4 %. Як наслідок, собівартість 1 кг приросту іхтіомаси виявилася найвищою у риби, яка споживала комбікорм із вмістом лізину та метіоніну на рівні 2,9 та 0,95 % відповідно (2-а група). За цим показником вони поступалися перед ровесниками усіх інших груп відповідно (за схемою досліду) на 6,1; 7,7; 10,3 і 9,0 %.

Таким чином, найменшою собівартістю 1 кг приросту іхтіомаси характеризувалися риби 4-ї групи, які одержували комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,2 і 1,1 % відповідно. Звідси вирощування личинок і мальків форелі за згаданих рівнів цих амінокислот економічно найдоцільніше.

У подальшому, за вирощування цьоголіток форелі до маси тіла 10 г, встановлено, що зміна рівнів амінокислотного живлення позначається і на економічних показниках їхнього вирощування (табл. 3.156). Зокрема можна констатувати, що доведення вмісту у комбікормі лізину й метіоніну до рівня 3,1 і 1,05 % призводить до збільшення приросту іхтіомаси за основний період досліду на 11,2-37,9 %, тоді як подальше підвищення рівнів цих амінокислот дещо знижує всі економічні показники вирощування форелі.

Варто зауважити, що за неоднакових витрат корму на 1 кг приросту маси тіла риби витрати корму та його вартість на весь приріст іхтіомаси помітно різнилися по групах. Це у свою чергу вплинуло на собівартість 1 кг приросту іхтіомаси цьоголіток форелі, яка виявилася найнижчою у риби, що споживала корм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % відповідно (4-а група). За цим показником вони переважали аналогів усіх інших груп, відповідно (за схемою досліду) на 4,7; 12,1; 7,1 і 2,3 %.

Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормі

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідження, кг	40,02	40,7	40,18	39,95	39,95
Збереженість, %	76,5	76	76,6	77,3	77,1
Іхтіомаса в кінці дослідження, кг	179,16	152,91	169,13	194,64	184,58
Приріст іхтіомаси за основний період дослідження, кг	139,14	112,21	128,95	154,69	144,63
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,825	0,885	0,845	0,787	0,804
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	114,79	99,31	108,96	121,74	116,28
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	83,37	83,19	83,28	83,46	83,55
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	9570,08	8261,25	9074,42	10160,51	9715,40
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	68,78	73,62	70,37	65,68	67,17
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	98,26	105,18	100,53	93,83	95,96

Примітка: у цінах 2017 року.

Отже, з економічної точки зору, найприйнятніше вирощувати цьоголіток форелі до маси тіла 10 г на комбікормах із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % відповідно, тоді як підвищення вмісту цих амінокислот у кормі до рівня 3,2 і 1,0 % відповідно економічно недоцільне.

На наступному етапі, до моменту переведення форелі на зимівлю, вирощування цьоголіток за різного вмісту лізину й метіоніну в комбікормах позначалося на показниках як їх продуктивності, так і економічної ефективності вирощування (табл. 3.157).

Економічна ефективність вирощування цьоголіток форелі за різного рівня лізину і метіоніну у комбікормах

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду дослідів, кг	222,91	221,6	227,34	220,92	225,86
Збереженість, %	82,6	82,9	82	83,1	82,2
Іхтіомаса в кінці дослідів, кг	375,17	337,57	351,45	408,69	390,45
Приріст іхтіомаси за основний період дослідів, кг	152,26	115,97	124,11	187,77	164,59
Витрати комбікорму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,934	1,094	1,042	0,838	0,895
Витрати комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, кг	142,21	126,87	129,32	157,35	147,31
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	77,01	76,83	76,92	77,1	77,19
Вартість згодowanego комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	10951,66	9747,51	9947,50	12131,78	11370,71
Вартість комбікорму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	71,93	84,05	80,15	64,61	69,09
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	102,75	120,07	114,50	92,30	98,69

Примітка: у цінах 2017 року.

Найвищий приріст іхтіомаси за основний період дослідів був характерний для форелі 4-ї групи, яка споживала корм із вмістом лізину 3 % та метіоніну 1 %. Цей показник у них становив 187,7 кг, що на 23,3; 61,2; 51,3 і 14,1 % більше, ніж у аналогів 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно. Різні витрати корму та його вартість позначилися на собівартості 1 кг приросту іхтіомаси риби. Зокрема, найнижчим згаданий показник відзначено у форелі, яка отримувала корм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3 і 1 % відповідно (4-а група). Собівартість 1 кг приросту маси тіла у цій групі становила 92,3 грн, що нижче на 11,3; 30,1; 24,1 і 6,9 %, ніж у риби 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно.

Отже, економічно найдоцільніше вирощування цьоголіток форелі з масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю, за рівнів лізину й метіоніну у комбікормі відповідно 3 і 1 %, тоді як незначне підвищення цих рівнів є економічно не доцільним.

Економічні показники вирощування товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у продукційному комбікормі виявилися наступними (табл. 3.158).

Найвищий приріст іхтіомаси встановлено у дволіток форелі 4-ї групи, які отримували комбікорм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 і 0,95 % відповідно. Вони переважали за цим показником аналогів інших піддослідних груп відповідно (за схемою досліду) на 9,7; 24,0; 15,0 і 3,5 %. Найнижча собівартість приросту маси тіла була характерна для форелі цієї ж групи. За таким показником вони перевершували ровесників 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно на 3,2; 8,2; 5,5 і 2,0 %. У разі реалізації товарної форелі усіх груп за ціною 150 грн/кг найвищий прибуток отримали від 4-ї групи, яка перевершувала за згаданим показником інші групи відповідно (за схемою досліду) на 17,8; 53,5; 31,0 і 8,3 %.

Найвищий рівень рентабельності виробництва встановлено за вирощування товарної форелі на продукційних комбікормах із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 % і 0,95 % (4-а група) – 35,8 %, найнижчий – з рівнем лізину і метіоніну 2,5 і 0,8 % відповідно (2-а група) – 25,4 %. Риби 1-, 3- і 5-ї груп за цим показником посіли проміжне місце.

Таким чином доведення вмісту лізину до 2,8 % і метіоніну до 0,95 % у продукційному комбікормі для вирощування товарної форелі економічно найдоцільніше, порівняно з іншими рівнями цих амінокислот у кормах.

Отже, з економічної точки зору, найдоцільніше вирощувати райдужну форель з наступними рівнями лізину (Л) і метіоніну (М) у комбікормі:

- личинок і мальків до маси тіла 1 г – 3,2 % Л, 1,1 % М;
- цьоголіток до маси 10 г – 3,1 % Л, 1,05 % М;
- цьоголіток з масою понад 10 г – 3,0 % Л, 1,0 % М;
- товарну форель – 2,8 % Л, 0,95 % М.

Економічна ефективність вирощування товарної форелі за різного рівня лізину і метіоніну у продукційному комбікормі

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Іхтіомаса на початок основного періоду досліду, кг	302,78	300,9	305,39	297,11	303,39
Збереженість, %	94,3	94,9	95	94,7	93,9
Іхтіомаса в кінці досліду, кг	1383,85	1256,95	1336,65	1483	1449,35
Приріст іхтіомаси за основний період досліду, кг	1081,07	956,05	1031,26	1185,89	1145,96
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	1,187	1,249	1,215	1,148	1,169
Витрати корму на загальний приріст іхтіомаси, кг	1283,23	1194,11	1252,98	1361,40	1339,63
Вартість виробництва 1 кг комбікорму, грн	67,23	67,02	67,12	67,34	67,44
Вартість згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	72680,34	64074,47	69218,17	79857,83	77283,54
Вартість корму, затраченого на 1 кг приросту іхтіомаси, грн	79,80	83,71	81,55	77,31	78,84
Собівартість 1 кг приросту іхтіомаси, грн	114,00	119,58	116,50	110,44	112,62
Реалізаційна ціна 1 кг риби, грн	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Загальні витрати на вирощування всієї іхтіомаси, грн	157762,9	150309,6	155721,3	163779,0	163232,7
Загальна виручка від реалізації усієї риби, грн	207577,5	188542,5	200497,5	222450,0	217402,5
Прибуток, грн	49814,6	38232,9	44776,2	58671,0	54169,8
Рівень рентабельності виробництва, %	31,58	25,44	28,75	35,82	33,19

Примітка: у цінах 2018 року.

Основні наукові результати підрозділу опубліковано в працях автора [91, 92, 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 264, 265, 266].

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах сучасного ведення рибництва питання управління якістю продукції, поряд із досягненням високої продуктивності риби, посідають одне з ключових місць у науковій діяльності. При цьому зростає роль системи наукового супроводу технологічного процесу виробництва, важливе значення в якому належить саме годівлі риби.

Доведено, що за рахунок оптимізації енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення риби можливо забезпечити високий рівень продуктивності та поліпшити якість їхньої продукції [19, 25, 66, 68, 78].

Відомо, що практичні завдання форелівництва, які тісно пов'язані з визначенням потреби риби на всіх періодах вирощування у поживних і біологічно-активних речовинах, можна вирішити тільки на основі ґрунтового вивчення усіх процесів в їхньому організмі та особливостей живлення.

У дисертаційній роботі розглянуто ряд важливих і актуальних питань живлення райдужної форелі на підставі з'ясування фізіолого-біохімічних закономірностей обмінних процесів, зокрема енергетичного, протеїнового та амінокислотного.

Проведеними дослідженнями встановлено, що використання повнораціонних комбікормів з різними рівнями обмінної енергії, протеїну, лізину та метіоніну в годівлі райдужної форелі на різних етапах її вирощування супроводжується істотними змінами у показниках продуктивності, обміну речовин та якості продукції.

За одержаними даними встановлено, що гідрохімічні показники води у господарстві впродовж усіх років досліджень відповідали нормативним вимогам для вирощування райдужної форелі. Стосовно температурного режиму на підприємстві, то він дещо різнився як по роках, так і за сезонами – влітку вода у ставах прогрівалася до 18,5 °С, взимку знижувалася до 2,5 °С.

Доведено, що збільшення вмісту енергії у комбікормі для личинок і мальків форелі від 16 до 18 МДж сприяє збільшенню їхньої маси тіла на 11,1 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,6-14,2 %, тоді як зменшення вмісту енергії до 14 МДж/кг спричиняє вірогідне зменшення ($p < 0,05$) маси тіла на 11,9 %, та зниження інтенсивності росту на 6,0-14,7 %. Це узгоджується із дослідженнями інших авторів [81, 159].

Дисперсійний аналіз отриманих даних засвідчив, що різний рівень енергетичного живлення личинок і мальків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактору становила 77,8 %, що у 3,5 раза більше за інші чинники.

Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Також розраховано поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s = 0,7$, $p < 0,001$).

Окрім цього встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у личинок і мальків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 18 МДж менші на 5,1 %, а за її вмісту 14 МДж – на 4,8 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 16 МДж/кг. Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла личинок і мальків форелі вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,11$). При цьому збереженість піддослідної риби упродовж усього періоду дослідження виявилася близькою і знаходилася в межах від 83,1 до 84,9 %. Подібні дані у проведених дослідженнях отримали й інші автори [243, 244].

Використання у годівлі цього літоку форелі з масою до 10 г комбікормів з підвищеною енергетичною цінністю (19 МДж) супроводжується збільшенням їхньої маси тіла на 10,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,9-13,2 %, порівняно з аналогами, яким задавали корм із цінністю 17 МДж.

Зменшення цього показника до 15 МДж/кг спричиняє вірогідне зменшення ($p < 0,05$) маси тіла на 10,7 %, та зниження інтенсивності росту на 5,3-12,7 %.

Доведено, що різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становила 79,7 %, що у 4 рази більше за вплив інших чинників.

Також проведено опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів, який засвідчив висхідну форму кривої росту. Розраховані поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування підтвердили високий рівень детермінації цих показників для кожної з груп.

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії в кормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s < 0,7$), тоді як між рівнем енергії у комбікормі та його витратою на 1 кг приросту маси тіла кореляція мала слабкий, обернений зв'язок ($r_s = - 0,09$).

У процесі досліджень визначено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 19 МДж менші на 3,9 %, а за її вмісту 15 МДж – на 6,7 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж/кг. При цьому збереженість піддослідної риби упродовж усього дослідження знаходилася на високому рівні – 74,3-76,7 %.

Стосовно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що зростання вмісту обмінної енергії у комбікормі сприяє збільшенню показників продуктивності риби. Як встановлено, згодовування цьоголіткам форелі з масою понад 10 г комбікормів із підвищеною енергетичною цінністю (20 МДж) супроводжується збільшення їхньої маси тіла на 11,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 9,8-23,6 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із цінністю 18 МДж. Зменшення цього показника до 16 МДж/кг

спричиняє вірогідне зменшення ($p < 0,05$) маси тіла на 9,4 %, та зниження інтенсивності росту на 8,0-18,0 %.

Дані однофакторного дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень енергетичного живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високим рівнем достовірності ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 82,9 %, що майже у 5 разів більше, ніж вплив інших чинників.

Опис росту цьоголіток форелі з масою понад 10 г за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Також розраховані поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Аналіз кореляцій між рівнем обмінної енергії у кормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на слабкий, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s = 0,42$, $p < 0,05$).

У процесі досліджень визначено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 20 МДж менші на 13,1 %, а за її вмісту 16 МДж – на 15,6 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 18 МДж/кг.

Установлено, що залежність між рівнями обмінної енергії у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси тіла описується поліноміальною лінією із коефіцієнтом вірогідної апроксимації ($R^2 = 1$). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,22$).

Згідно з проведеними дослідженнями, використання для годівлі цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями обмінної енергії суттєво не позначилося на збереженості риби, яка коливалася у межах від 81,3 до 82,7 %.

Встановлено, що різний енергетичний рівень живлення райдужної форелі до досягнення товарної маси тіла позначається на її продуктивності. Зокрема, доведення цього показника у комбікормі від 18 до 20 МДж/кг

призводить до збільшення маси тіла товарної риби на 11,5 % ($p < 0,05$), підвищення її інтенсивності росту – на 5,8-14,3 %, тоді як зниження енергії у комбікормі до 16 МДж/кг спричиняє достовірне ($p < 0,05$) зменшення маси тіла форелі на 10,1 % та зниження інтенсивності її росту – на 6,3-12,6 %. Суттєвої достовірної різниці за показниками маси тіла форелі, якій задавали комбікорм із вмістом обмінної енергії на рівні 17, 18 і 19 МДж не виявлено.

Опис росту товарної форелі, якій згодовували різні комбікорми, за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту. Також розраховано поліноміальні рівняння визначення маси тіла товарної риби у певний період вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Залежність між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією з коефіцієнтом достовірної апроксимації $R^2=1$. Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,25$, $p < 0,05$).

Згідно з дисперсійним аналізом отриманих даних різний рівень енергетичного живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 84,6 %, що у 5,5 раза більше, ніж вплив інших пара- та генотипових чинників.

Витрати корму на одиницю приросту під час вирощування товарної форелі визнано одним із ключових факторів у процесі виробництва і, деякою мірою, може вказувати на успішність ведення виробничого процесу у будь-якому господарстві. Аналіз витрат кормів засвідчує що використання у годівлі дволіток форелі комбікорму з вмістом обмінної енергії 20 МДж сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла на 5,3 %, тоді як зменшення цього показника до 16 МДж/кг підвищує витрати корму на одиницю продукції на 6,0 %, порівняно з годівлею риби кормом із вмістом енергії на рівні 18 МДж/кг. Кореляційний аналіз показав, що між рівнями обмінної енергії у продукційному комбікормі для райдужної форелі та його

витратами на 1 кг приросту маси тіла існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s = -0,17$).

У проведених дослідженнях можна констатувати відсутність суттєвої різниці між показниками збереженості товарної форелі і вмістом енергії у комбікормі, що вона споживала під час вирощування (цей показник в усіх піддослідних групах коливався в межах від 93,1 до 94,5 %). Аналогічні дані отримано у дослідженнях інших науковців [14, 40, 43, 65, 68, 71, 296].

Одними з основних чинників, що впливають на інтенсивність росту риби, є дотримання оптимальних умов вирощування та повноцінно збалансованої годівлі. Основним завданням товарного форелівництва є вирощування риби в найбільш оптимальний проміжок часу з мінімальними затратами. Раціональне використання поживних речовин комбікормів дозволить отримати якісну товарну продукцію у короткі терміни.

Одним з основних завдань дисертаційної роботи стало дослідження морфологічних і біохімічних компонентів крові за згодовування комбікормів із різною енергетичною цінністю, що має важливе значення для оцінки якості годівлі.

Порівняльний аналіз гематологічних показників за умов впливу різного енергетичного живлення виявив незначні зміни у товарної райдужної форелі, які не мали вірогідної різниці.

Результати проведених досліджень свідчать, що використання комбікормів для райдужної форелі з різним вмістом обмінної енергії під час її вирощування позначається на біохімічному складі крові. Так, споживання комбікормів фореллю з рівнем обмінної енергії 19 та 20 МДж/кг, порівняно з контрольною групою, викликало підвищення вмісту в крові риби загального білка на 3,7 г/л та 6,3 г/л відповідно, глобулінів, зокрема α_2 – на 3,9-7,5 % ($p < 0,05$) та γ – на 3,1-4,8 % ($p < 0,05$), глюкози – на 1,3 ммоль/л і 1,6 ммоль/л відповідно. Варто зауважити, що при цьому одночасно спостерігалось зниження вмісту в крові альбумінів на 0,8 % та 2,8 %, аланінамінотрансферази на 3,4-3,5 U/L ($p < 0,05$), аспартатамінотрансферази – на 3,5-5,0 U/L ($p < 0,01$).

Встановлено, що вирощування райдужної форелі 2- і 3-ї груп на повнораціонних комбікормах зі зниженим вмістом обмінної енергії, порівняно з контролем, суттєво не впливало на кількість загального білка, альбумінів, зокрема α , та β та аспартатамінотрансферази. Разом із тим, у крові риби згаданих груп підвищувався вміст γ -глобулінів на 4,6-5,4 % ($p < 0,01$) і достовірно зменшувався вміст α -глобулінів на 0,3-0,6 % ($p < 0,05$) та аланінамінотрансферази – на 3,7-4,2 U/L.

Результатами проведених досліджень також виявлено, що підвищення чи зниження енергетичного живлення райдужної форелі суттєво не впливає на концентрацію лейкоцитів та співвідношення паличкоядерних клітин.

Визначено, що різний рівень обмінної енергії в комбікормах для райдужної форелі під час вирощування по-різному впливає на її товарні якості. Так, за досягнення високих показників маси тіла спостерігається зростання відносної маси тіла м'язової тканини та деяке зниження виходу неїстівних частин (5-а група). Це у свою чергу призводить до зростання виходу їстівних частин, різниця між контролем та показниками 5-ї групи статистично вірогідна ($p < 0,05$). У цілому можна стверджувати, що із збільшенням маси тіла дволіток форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає. Це узгоджується з інформацією, яка наведена у працях інших учених [36, 291].

У результаті проведеного аналізу морфологічного складу тіла райдужної форелі встановлено, що зростання кількості обмінної енергії у комбікормах риби до 19 МДж/кг (4-а група) та 20 МДж/кг (5-а дослідна група) вірогідно ($p < 0,05$) призводить до збільшення маси кишківника на 5,0 та 13,3 % порівняно з аналогічним показником контролю.

Важливим критерієм вибору раціональних способів використання та переробки рибної сировини виступає її хімічний склад. Саме він визначає харчову та біологічну цінність риби. Доведено, що зростання рівня енергетичного живлення райдужної форелі до 19-20 МДж/кг сприяє зменшенню кількості вологи та, як наслідок, збільшенню накопичення сухої речовини у м'ясі.

Встановлено вплив енергетичного живлення райдужної форелі на накопичення сирого протеїну у м'ясі. Зокрема, вміст останнього в м'ясі форелі контрольної групи становив 19,8 %, тоді як вміст такого в м'ясі риби 4- і 5-ї груп, які отримували підвищений рівень енергії у кормі, підвищувався на 2,5-4,3 % ($p < 0,05$).

Доведено, що збільшення рівня обмінної енергії в раціонах дволіток сприяло зростанню вмісту жиру в м'ясі від 4,13 % до 4,58 % ($p < 0,05$), тоді як зниження рівня енергетичного живлення риби призводить до вірогідного ($p < 0,05$) зменшення цього показника на 0,18-0,31 %.

Вплив енергетичного живлення райдужної форелі на обмін речовин, зокрема мінеральних елементів, підтверджує думку про організм риби як цілісної та зрівноваженої системи. У дослідженнях виявлено деякі зміни у мінеральному складі м'язів, залежно від рівня у комбікормах обмінної енергії. Так, за збільшення її рівня в кормі спостерігається зростання у тілі риби вмісту кальцію та фосфору. Кількість кальцію в м'ясі риби першої групи становила 0,55%, у м'ясі риби 4- і 5-ї дослідних груп – знаходилася в межах 0,77-0,82%. Різниця між контролем і показниками 5-ї групи статистично вірогідна ($p < 0,05$). Вміст фосфору при цьому залишається майже без змін.

Наведені дані свідчать, що з підвищенням у раціонах райдужної форелі рівнів обмінної енергії, у м'ясі дволіток знижується вміст води й зростає вміст сухої, а також органічної речовини, зокрема протеїну та жиру. Величина змін, які відбуваються в хімічному складі м'яса форелі дослідних груп при цьому неоднакова, що зумовлено різними рівнями обмінної енергії в комбікормах.

Встановлено, що збільшення рівня обмінної енергії в раціонах риби дослідних груп від 18 МДж/кг до 19 та 20 МДж/кг сприяло підвищенню вмісту метіоніну у м'ясі на 33,8 ($p < 0,05$) та 47,5% ($p < 0,01$) відповідно. Отримані дані підтверджуються і у працях та інформації інших дослідників [219, 232].

Результати розрахунку амінокислотного скору підтверджують досить високу біологічну цінність білків м'яса райдужної форелі. Потенційна біологічна цінність білків м'яса форелі усіх піддослідних груп перебувала в межах 46-54 %, що свідчить про високий рівень балансу амінокислот.

При розрахунках коефіцієнта різниці амінокислотного скору у м'ясі райдужної форелі встановленої суттєвої різниці між контролем та дослідними групами не спостерігалось. Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка перебував у межах 0,48-0,54, що вказує на високу можливість утилізації амінокислот цієї сировини організмом.

Харчова цінність м'яса риби не обмежується лише біологічною цінністю і цінністю білка, а й зумовлюється також кількістю жиру та співвідношенням окремих жирних кислот. Ліпіди м'яса риби на відміну від ліпідів м'яса сільськогосподарських тварин, багаті на незамінні для людини жирні кислоти: лінолеву, ліноленову та арахідонову.

Згідно з результатами досліджень у ліпідах м'яса райдужної форелі, яким згодовували комбікорми з підвищеним вмістом обмінної енергії до 20 МДж/кг, вміст ліноленової кислоти виявився суттєво більшим (на 67,6 %, $p < 0,01$) ніж у аналогів, які отримували корм із рівнем обмінної енергії 18 МДж/кг. Це свідчить про підвищення біологічної ефективності ліпідів [255].

Повноцінність протеїнового живлення – одна з головних умов, що визначають ефективність використання поживних речовин корму, рівень продуктивності, стан здоров'я та відтворювальні функції риби.

Узагальнення сучасних досліджень у живленні риби з урахуванням їхніх видових, породних та вікових особливостей, як і питання раціонального використання протеїнових кормів і добавок визнано необхідною умовою для вирішення проблеми білка у промисловому рибництві.

Доведено, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі для личинок і мальків форелі від 54 до 58 % сприяє збільшенню їхньої маси тіла на 14,4 % ($p < 0,01$) та інтенсивності росту – на 8,4-19,2 %, тоді як зменшення вмісту

протеїну до 50 % спричиняє вірогідне зменшення ($p < 0,01$) маси тіла на 15,1 %, та зниження інтенсивності росту на 12,3-20,7 %.

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень сирого протеїну у комбікормах для годівлі личинок і мальків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 81,4 %, що у 4,4 раза більше, ніж вплив інших чинників.

Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Ріст молоді форелі також описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За віком личинок і мальків, залежно від рівня протеїну у комбікормі, можна спрогнозувати їхню масу за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s = 0,69$, $p < 0,001$).

Встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у личинок і мальків форелі, які отримували комбікорми із вмістом протеїну на рівні 58 % менші на 7,7 %, а за його вмісту на рівні 50 % – на 10,3 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 54 %. Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на одиницю приросту вказує на слабкий, обернений зв'язок ($r_s = -0,09$). При цьому існує позитивна тенденція до збільшення збереженості личинок і мальків форелі з доведенням рівня протеїну від 50 до 58 % у комбікормі, проте суттєвої різниці за цим показником не спостерігалось.

Використання у годівлі цьоголіток форелі з масою до 10 г комбікормів з підвищеним вмістом протеїну (56 %) супроводжується збільшення їхньої маси тіла на 12,3 % ($p < 0,01$) та інтенсивності росту – на 7,1-15,7 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із рівнем протеїну 52 %. Зменшення цього показника до рівня 48 % спричиняє вірогідне зменшення ($p < 0,05$) маси тіла

на 11,5 %, та зниження інтенсивності росту на 5,8-13,8 %. Подібні результати отримано у дослідженнях інших науковців [47, 73, 236].

Однофакторний дисперсійний аналіз свідчить, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 84,8 %, що у 5,6 раза більше за вплив інших чинників.

Проведений опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Розраховані поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування засвідчив високий рівень детермінації цих показників для кожної з груп. Аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла цьоголіток форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s = 0,62$, $p < 0,001$).

У процесі досліджень визначено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі, які отримували комбікорми із вмістом протеїну на рівні 56 % менші на 5,5 %, а за його вмісту на рівні 48 % – на 7,4 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 52 %. Зв'язок між рівнем протеїну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою до 10 г та витратою корму на 1 кг приросту маси тіла описується лінією тренду з максимально високим коефіцієнтом достовірності апроксимації ($R^2 = 1$), тоді як аналіз кореляцій між цими двома показниками вказує на слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,13$). При цьому збереженість піддослідної риби упродовж усього досліду знаходилася в межах 75,2-78,1 %.

Стосовно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що збільшення вмісту протеїну у комбікормі сприяє збільшенню показників продуктивності риби. Зокрема встановлено, що згодовування цьоголіткам форелі з масою понад 10 г комбікормів з підвищеним до 54 % вмістом протеїну супроводжується збільшенням їхньої маси тіла на 12,3 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 11,1-25,9 %, порівняно з аналогами, які одержували корм із цінністю 52 % протеїну.

Встановлено, що різний рівень протеїнового живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високою часткою достовірності ($p < 0,001$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 85,3 %, що майже у 6 разів більше, ніж вплив інших чинників.

Опис росту цьоголіток форелі з масою понад 10 г за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Також розраховані поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп. Водночас, аналіз кореляцій між рівнем протеїну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла вказує на слабкий прямий, статистично вірогідний зв'язок ($r_s = 0,49$, $p < 0,001$).

У процесі досліджень визначено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі, які отримували комбікорми із вмістом протеїну 54 % менші на 17,0 %, а за його вмісту на рівні 46 – на 15,7 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом протеїну на рівні 50 %. Як свідчать отримані дані між рівнем протеїну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла існує вірогідний слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,38$, $p < 0,01$).

Доведено, що використання для годівлі цьоголіток форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями сирого протеїну суттєво не позначилося на збереженості риби, яка коливалася у межах від 82,1 до 83,7 %.

Встановлено, що різний протеїновий рівень живлення райдужної форелі до досягнення товарної маси тіла суттєво позначається на її продуктивності. Зокрема, доведення цього показника у комбікормі від 48 до 52 % призводить до збільшення маси тіла товарної риби на 13,0 % ($p < 0,001$), підвищення її інтенсивності росту – на 7,4-16,7 %, тоді як зниження протеїну у комбікормі до 44 % зумовлює достовірне ($p < 0,05$) зменшення маси тіла форелі на 9,4 %, та зниження інтенсивності її росту – на 6,5-12,1 %.

Опис росту товарної форелі, яка споживала різні продукційні комбікорми, за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту. Також розраховано поліноміальні рівняння визначення маси тіла товарної риби у певний період вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Встановлено, що залежність між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та її середньодобовими приростами описується поліноміальною лінією із коефіцієнтом достовірної апроксимації ($R^2=1$). Одночасно кореляційний аналіз показав, що між цими явищами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,31$, $p<0,01$).

Різний рівень протеїнового живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p<0,001$) впливає на наростання маси тіла товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 89,8 %, що у 8,8 раза більше, ніж вплив інших пара- та генотипових чинників.

Аналіз витрат кормів засвідчує, що використання у годівлі дволіток форелі комбікорму з вмістом протеїну 52 % сприяє зниженню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла на 5,1 %, тоді як зменшення цього показника до 44 % підвищує витрати корму на одиницю продукції на 6,4 %, порівняно з годівлею риби продукційним кормом із вмістом протеїну на рівні 48 %. Разом із тим кореляційний аналіз показав, що між рівнями протеїну у продукційному комбікормі для форелі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s=-0,2$, $p<0,1$). Збереженість піддослідної риби при цьому відзначена достатньо високою – від 94,3 до 96,2 % і суттєво не змінювалася залежно від протеїнового живлення дволіток форелі. Аналогічні результати досліджень отримано у працях інших вчених [209, 278].

Аналіз крові на основі відповідних біохімічних методів дослідження виступає одним з основних етапів контролю повноцінності годівлі. Однак різноманітність факторів, у тому числі й технологічних, які здатні впливати на біохімічний склад крові, методів лабораторної діагностики, відсутність досконалих диференційних діагностичних програм, особливо в умовах змін

параметрів живлення у межах фізіологічної норми, значно ускладнюють інтерпретацію одержаних даних та оцінку повноцінності протеїнового живлення риби.

Крім того встановлено, що вирощування форелі на комбікормах із вмістом сирого протеїну 50 і 52 % призводить до збільшення в крові еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів та фагоцитарної активності, тоді як використання у годівлі риби раціонів із зниженим вмістом сирого протеїну (44 і 46 %) – до зменшення морфологічних компонентів крові. Так, кількість еритроцитів у риби згаданих груп становила в межах 1,16-1,18 Т/л, що на 5,1% і 3,3 % менше порівняно з показником контролю. Вміст гемоглобіну при цьому також виявився на 9,1 та 5,2 % відповідно нижчим, ніж у аналогів контрольної групи ($p < 0,05$).

Підвищення в комбікормі сирого протеїну від 48 до 52 % забезпечувало достовірне збільшення ($p < 0,05$) рівня загального білка в крові на 6,3 %. Під час дослідження фракційного складу білка крові груп райдужної форелі, яким згодовували комбікорми з різними рівнями сирого протеїну від 44 до 52 %, значних змін не спостерігалось. Подібні дані в дослідженнях отримали й інші науковці [15, 35, 115, 219].

Доведено, що використання упродовж періоду вирощування товарної райдужної форелі комбікормів з підвищеним вмістом сирого протеїну до 52 %, поліпшує їх товарні якості (збільшує масу риби, плавців, м'язової тканини, внутрішніх органів, їстівних частин), тоді як годівля риби комбікормами з вмістом сирого протеїну на рівні 44% зумовлює погіршення цих якостей порівняно з рибами, які одержували корм із вмістом протеїну на рівні 48 %.

Дещо повнішу характеристику райдужної форелі, вирощеної в індустріальних умовах із використанням різного рівня протеїнового живлення, надає розвиток її внутрішніх органів. Як встановлено, маса печінки, нирок, шлунка і кишківника у риби 5-ї дослідної групи (52 % протеїну) відповідно на 24,2 %; 34,6; 26,9 й 17,5 % більша порівняно з аналогічними показниками риби контрольної групи (48 % протеїну). В усіх

випадках різниця статистично вірогідна ($p < 0,05$). Водночас згодовування дволіткам форелі протягом періоду вирощування повнораціонних комбікормів із вмістом сирого протеїну на рівні 44% супроводжувалося зниженням на 20,3 % ($p < 0,05$) маси печінки, на 18,3 % ($p < 0,05$) шлунка та на 17,7 % ($p < 0,05$) маси кишківника.

Використання комбікормів із підвищеним рівнем сирого протеїну до 52 % протягом періоду вирощування сприяло незначному зростанню вмісту у м'язовій тканині сухої речовини (на 2,1 %), золи – на 0,11 % і, як наслідок, зниження вмісту води – на 2,1%, порівняно з аналогами контрольної групи. При цьому спостерігалось вірогідне збільшення ($p < 0,05$) вмісту у м'язах сирого протеїну – на 3,7 %, і зниження ($p < 0,05$) сирого жиру – на 0,45 %. Доведено, що годівля товарної райдужної форелі протягом періоду вирощування повнораціонними комбікормами з рівнем сирого протеїну 44 та 46 % суттєво не впливає на хімічний склад м'язової тканини.

Найвищий сумарний вміст незамінних амінокислот білків м'яса відзначено у риби, якій згодовували комбікорм із вмістом протеїну на рівні 52 % – 11,91 г на 100 г продукту. Серед незамінних амінокислот у всіх піддослідних групах переважає лізин. Серед замінних амінокислот домінуючими в контрольній і дослідних групах виявилися аспаргінова кислота, аланін і гліцин. Встановлено, що співвідношення НАК до ЗАК для білків форелі 5-ї дослідної групи (52 % протеїну) більшою мірою відповідає нормам раціонального харчування людини, порівняно з білками риби, які отримували корм із нижчими рівнями протеїну.

Згідно з КРАС потенційно у більшому обсязі будуть використовуватися білки м'яса форелі 5-ї дослідної групи, які порівняно з білками 1- 4-ї груп мають менше значення цього показника – 23 % проти 41-50 % відповідно. Коефіцієнти утилітарності амінокислотного складу та показники порівнюваної надлишковості свідчать про високу можливість утилізації амінокислот та показують, що білки м'яса форелі досить повно засвоюються організмом людини. При цьому максимально наближеними до рекомендованих норм виявилися коефіцієнти утилітарності амінокислотного

складу і порівняльної надлишковості 5-ї дослідної групи, що становили 0,79 частки од. і 0,10 г/100 г білка еталону. Це підтверджує найвищу біологічну цінність білків м'яса форелі, яка споживала комбікорми з рівнем сирого протеїну 52 %.

Встановлено, що жирнокислотний склад райдужної форелі характеризується відносно великою кількістю мононенасичених жирних кислот, домінуючими серед яких виділялися олеїнова ($C_{18:1}$) – 14,44-18,92 % і пальмітоолеїнова ($C_{16:1}$) – 5,19-11,09 %. Підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної райдужної форелі від 48 до 52 % сприяло підвищенню вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот на 7,9 % ($p < 0,05$).

Співвідношення окремих класів ліпідів у м'язовій тканині райдужної форелі відповідало запропонованим фахівцями з нутриціології нормам, зокрема співвідношення жирних кислот $\omega_6:\omega_3$ перебувало у піддослідних зразках райдужної форелі в межах 2,31–2,44:1. Усі наведені дані частково узгоджуються і з результатами досліджень інших авторів [53, 126, 139, 170, 184, 188, 224].

Важливою складовою повноцінного живлення форелі вирізняється амінокислотний склад кормів. Нестача в кормі хоча б однієї амінокислоти неминуче призводить до обмеження використання для синтезу інших амінокислот, що знижує ефективність його використання.

У проведених дослідженнях доведено, що нарощування вмісту лізину й метіоніну у комбікормі для личинок і мальків райдужної форелі до рівнів 3,2 і 1,1 % відповідно сприяє збільшенню їхньої маси тіла на 10,7 % ($p < 0,01$) та інтенсивності росту – на 6,4-11,1 %, тоді як подальше підвищення вмісту у кормі цих амінокислот зменшує показники продуктивності риби.

Дисперсійний аналіз отриманих даних засвідчив, що різний рівень лізину й метіоніну у комбікормах, призначених для годівлі личинок і мальків форелі, достовірно ($p < 0,01$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактору становить 56,5 %, що на 13 % більше, ніж вплив інших чинників.

Опис росту личинок і мальків форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Також розраховано поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп.

Аналіз кореляцій між рівнем лізину і метіоніну в кормі та середньодобовими приростами маси тіла личинок і мальків форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,51$, $p<0,01$).

Окрім цього встановлено, що зі збільшенням вмісту лізину й метіоніну у кормі до рівнів 3,2 і 1,1 % відповідно зменшуються витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у личинок і мальків форелі на 4,1 %, а подальше підвищення рівнів цих амінокислот до 3,3 і 1,15 % відповідно збільшують такий показник на 1,1 %. Одночасно кореляційний аналіз показав, що між різними рівнями досліджуваних амінокислот у комбікормах та витрати корму на 1 кг приросту маси тіла існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s= - 0,02$). При цьому збереженість піддослідної риби знаходилася в межах від 83,9 до 85,1 % і суттєвої різниці за цим показником не спостерігалось.

Використання у годівлі цьоголіток форелі з масою до 10 г комбікормів з підвищеною амінокислотою цінністю (3,1 % лізину, 1,05 % метіоніну) супроводжується збільшенням їхньої маси тіла на 9,2 % ($p<0,05$) та інтенсивності росту – на 4,1-9,3 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із вмістом лізину 3,0 % та метіоніну 1,0 %. Зменшення вказаних амінокислот до рівнів 2,8 і 0,9 % відповідно сприяє вірогідному зменшенню ($p<0,01$) маси тіла на 14,1 %, та зниженню інтенсивності росту на 8,7-17,3 %.

Доведено, що різний рівень амінокислотного живлення молоді форелі достовірно ($p<0,01$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 61,4 %, що на 22,8 % більше порівняно з впливом інших чинників.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну форму кривої росту. Їхній ріст у досліді описаний за допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою. За зміною періоду досліду залежно від рівня лізину і метіоніну у комбікормі можна

спрогнозувати масу цьоголіток на будь-якому етапі вирощування з високим рівнем детермінації цих показників для кожної з груп. Аналіз кореляцій між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами маси тіла форелі вказує на помірний, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,63$, $p<0,001$).

У процесі досліджень визначено, що за вирощування цьоголіток райдужної форелі до маси тіла 10 г згодовування їм комбікормів із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3,1 і 1,05 % сприяє зниженню витрат корму на одиницю приросту маси тіла на 12,5 % порівняно з використанням кормів із рівнями цих амінокислот 2,8 і 0,9 % відповідно. Одночасно кореляційний аналіз показав, що між різними рівнями лізину й метіоніну у комбікормі та витратами корму на одиницю приросту маси тіла існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s= -0,12$). При цьому збереженість піддослідної риби коливалася в межах від 76,0 до 77,3 %.

Стосовно вирощування цьоголіток масою понад 10 г до моменту переведення їх на зимівлю варто зауважити, що зменшення вмісту лізину до 2,7 % і метіоніну до 0,85 % у комбікормі спричиняє достовірне ($p<0,05$) зменшення показників продуктивності риби. Встановлено, що згодовування цьоголіткам форелі з масою понад 10 г комбікормів із зазначеними вище рівнями амінокислот зумовлює зменшення маси тіла на 10,4 % та зниження інтенсивності росту на 9,1-19,9 % порівняно з рибами, яким згодовували корм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,9 і 0,95 % відповідно. Підвищення згаданих показників у кормах для цьоголіток форелі супроводжується деякою позитивною тенденцією до збільшення їхньої продуктивності, проте достовірної різниці не встановлено.

Визначено, що різний рівень амінокислотного живлення цьоголіток форелі до моменту входження в зимівлю з високою часткою достовірності ($p<0,01$) впливає на масу піддослідної риби. Частка впливу згаданого фактора становила 65,7 %.

Опис росту цьоголіток форелі за допомогою математичних методів підтвердив висхідну S-подібну форму кривої росту. Розраховано

поліноміальні рівняння визначення маси тіла риби на будь-якому етапі вирощування за високого рівня детермінації для кожного рівня амінокислот. Аналіз кореляцій між між рівнем лізину і метіоніну у комбікормі та середньодобовими приростами цьоголіток вказує на середній, прямий статистично вірогідний зв'язок ($r_s=0,43$, $p<0,01$).

У процесі досліджень встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси тіла у цьоголіток форелі, які отримували комбікорми із вмістом лізину 3,0 % та метіоніну 1,0 % менші на 10,3 %, а за вмісту цих амінокислот на рівні 2,7 і 0,85 % відповідно – на 17,1 % більші порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом лізину 2,9 та метіоніну 0,95 %. Можна стверджувати, що між рівнями лізину і метіоніну у комбікормі для цьоголіток форелі з масою понад 10 г та його витратами на 1 кг приросту маси тіла існує зворотній слабкий зв'язок ($r_s=-0,27$, $p<0,1$). Ці дані узгоджуються з дослідженнями інших вчених [119, 128, 193, 212, 246].

Доведено, що вміст лізину й метіоніну у комбікормі за вирощування цьоголіток форелі суттєвого впливу на показники збереженості риби, які коливалися у межах від 82,0 до 83,1 %, не виявляє.

Встановлено, що різний амінокислотний рівень живлення райдужної форелі до досягнення товарної маси тіла позначається на її продуктивності. Зокрема, підвищення вмісту у комбікормі лізину від 2,7 до 2,8 % та метіоніну від 0,9 до 0,95 % призводить до збільшення маси тіла товарної риби на 6,7 %, підвищення її інтенсивності росту – на 4,7-9,0 %, тоді як зниження лізину й метіоніну до рівнів 2,5 і 0,8 % відповідно зумовлює достовірне ($p<0,05$) зменшення маси тіла форелі на 9,7 %, та зниження інтенсивності її росту – на 5,5-12,0 %.

Опис росту товарної форелі, яка споживала різні комбікорми, за допомогою математичних методів підтвердив S-подібну висхідну форму кривої росту. Також розраховано поліноміальні рівняння визначення маси тіла товарної риби у певний період вирощування за високого рівня детермінації для кожної з піддослідних груп. Одночасно кореляційний аналіз показав, що між рівнями лізину й метіоніну у продукційному комбікормі для

форелі та її середньодобовими приростами існує прямий слабкий зв'язок ($r_s=0,21$, $p<0,1$).

Згідно з дисперсійним аналізом отриманих даних різний рівень амінокислотного живлення піддослідної форелі високодостовірно ($p<0,001$) впливає на масу товарної риби. Частка впливу згаданого фактора становить 72,1 %, що у 2,6 раза більше, ніж вплив інших пара- та генотипових чинників.

Аналіз витрат кормів засвідчує, що використання у годівлі дволіток форелі комбікорму з вмістом лізину й метіоніну на рівні 2,8 і 0,95 % сприяє зниженню витрат кормів на 1 кг приросту маси тіла на 3,4 %, тоді як зменшення цих амінокислот у комбікормі до рівнів 2,5 і 0,8 % відповідно підвищує витрати корму на одиницю продукції на 5,2 %, порівняно з годівлею риби кормом із вмістом лізину 2,7 % та метіоніну 0,9 %. Встановлено, що між рівнями лізину й метіоніну у комбікормі та його витратами на 1 кг приросту маси тіла форелі існує слабкий зворотній зв'язок ($r_s = -0,18$).

Водночас вірогідного впливу вмісту різних рівнів лізину і метіоніну в комбікормах за вирощування товарної форелі на показники збереженості риби не встановлено.

Доведено, що використання в годівлі товарної райдужної форелі продукційних комбікормів із різним вмістом лізину та метіоніну істотно не впливає на морфологічні показники крові риби, що підтверджується і в інших дослідженнях [202, 243].

Підвищений вміст глюкози у крові риби 4- і 5-ї дослідних груп свідчить про активність обмінних процесів в організмі форелі і, як наслідок, про збалансованість лімітуючих амінокислот у комбікормах. Найбільший її вміст (4,32 ммоль/л) зафіксовано у крові форелі 4-ї дослідної групи, яка отримувала комбікорм із вмістом 2,8 % лізину та 0,95 % метіоніну.

Разом із тим виявлено, що із зростанням рівня лізину та метіоніну в раціоні райдужної форелі підвищується вміст глобулінів у крові риби до 39,1 г/л, порівняно з аналогами контрольної групи (37,8 г/л). Подібна закономірність спостерігалася і за вмістом альбумінів у плазмі крові. Так,

найвищий показник альбумінів встановлено у плазмі крові риби 4-ї групи, які одержували повнораціонний комбікорм із підвищеним на 0,1 % вмістом лізину та 0,05 % метіоніну.

Така ж сама закономірність встановлена і за оцінки показників білої крові дволіток форелі. Зокрема, різні рівні амінокислотного живлення райдужної форелі не впливали на зміну лейкоцитарної формули крові. Так, зростання рівнів лізину й метіоніну у комбікормах, які згодовували дволіткам, супроводжувало незначне збільшення кількості у їхній крові лейкоцитів, лімфоцитів та моноцитів. Рівень загальних ліпідів при цьому практично залишався без змін і становив у крові риби контрольної групи 4,3 ммоль/л, у крові форелі дослідних груп – знаходився в межах 4,2-4,5 ммоль/л. Усе це знайшло підтвердження і в дослідженнях інших вчених [213, 231, 292].

Аналіз даних щодо масового складу райдужної форелі вказує на певну стабільність показників відносно маси тіла, шкіри та внутрішніх органів. За досягнення високих показників маси тіла спостерігається зростання відносної маси м'язової тканини та деяке зниження виходу неїстівних частин (показники 5-ї групи). У свою чергу це призводить до зростання виходу їстівних частин.

Встановлено, що підвищення у раціонах райдужної форелі рівня лізину до 2,9 % і метіоніну до 0,95 % упродовж періодів вирощування сприяє вірогідному ($p < 0,05$) збільшенню маси печінки, шлунка та кишківника відповідно на 16,4; 14,4 та 20,9 % порівняно з аналогічними показниками у форелі контрольної групи.

Водночас, при згодовуванні риbam 4-ї групи повнораціонних комбікормів із підвищеним на 0,1 % вмістом лізину та на 0,05 % метіоніну спостерігалось зростання у м'язах вмісту сирого протеїну й сухої речовини відповідно на 1,0 % і 2,0 % та зниження вмісту сирого жиру – на 0,28 %, порівняно з рибою контрольної групи. Разом із тим, за вмістом золи, кальцію та фосфору у м'язовій тканині зазначеної групи суттєвої різниці не встановлено. Аналогічні дані отримали у дослідженнях й інші науковці [144,

195, 249, 304].

Враховуючи продуктивність та економічні показники виробництва продукції форелівництва (собівартість і рівень рентабельності) можна стверджувати, що найдоцільніше вирощувати райдужну форель за наступними рекомендаціями із живлення (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Рекомендації із живлення райдужної форелі

Показник	Вікова група			
	личинки і мальки (до маси тіла 1 г)	цьоголітки (до маси тіла 10 г)	цьоголітки (маса понад 10 г)	товарна форель
Одержання максимальних приростів				
Обмінна енергія, МДж	18	19	20	20
Сирий протеїн, %	58	56	54	52
Лізін, %	3,2	3,1	3,0	2,8
Метіонін, %	1,1	1,05	1,0	0,95
Одержання максимального прибутку				
Обмінна енергія, МДж	16	17	18	17
Сирий протеїн, %	54	52	50	48
Лізін, %	3,2	3,1	3,0	2,8
Метіонін, %	1,1	1,05	1,0	0,95

Таким чином, результати експериментальних досліджень використання повнораціонних комбікормів з уточненими і збалансованими рівнями енергії, протеїну й лізину та метіоніну у годівлі райдужної форелі вказують на певні суттєві зміни у організмі, які, у свою чергу, вплинули на продуктивність риби та якість продукції форелівництва.

Підвищення повноцінності живлення райдужної форелі забезпечується використанням розроблених рекомендацій і застосуванням на всіх періодах вирощування риби комбікормів з оптимальними рівнями енергії, протеїну, лізину та метіоніну.

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі теоретично обґрунтована і практично вирішена проблема енергетичного та протеїнового живлення райдужної форелі на всіх етапах її вирощування. На основі проведених досліджень розроблено параметри нормування живлення райдужної форелі з урахуванням вмісту обмінної енергії, сирого протеїну, лізину та метіоніну у комбікормах.

2. Підвищення вмісту енергії у комбікормі для личинок і мальків форелі від 16 до 18 МДж сприяє збільшенню маси тіла на 11,1 % й інтенсивності росту – на 5,6-14,2 % та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,1 %, тоді як зниження вмісту енергії до 14 МДж/кг спричиняє вірогідне зменшення маси тіла на 11,9 %, зниження інтенсивності росту на 6,0-14,7 % та збільшення витрат комбікорму на одиницю приросту іхтіомаси на 4,8 %.

3. Застосування у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом енергії на рівні 19 МДж (за маси риби до 10 г) та 20 МДж (за маси риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 10,4-11,4 %, інтенсивності росту – на 5,9-23,6 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 3,9-13,1 %. Зниження рівня енергетичного живлення цьоголіток викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

4. Збільшення рівня обмінної енергії у продукційному комбікормі від 18 до 20 МДж/кг забезпечує збільшення маси тіла товарної риби на 11,5 %, підвищення її інтенсивності росту – на 5,8-14,3 % та зменшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,3 %, водночас зниження енергії у комбікормі до 16 МДж/кг призводить до зменшення маси тіла форелі на 10,1 %, зниження інтенсивності її росту – на 6,3-12,6 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 6,0 %.

5. Із збільшенням енергетичної поживності раціонів та маси тіла товарної форелі маса м'язової тканини та вихід їстівних частин зростає на 5,1-13,0 %. Доведено, що зростання кількості обмінної енергії у комбікормах

риби до 20 МДж/кг зумовлює збільшення маси кишківника на 13,3 %. Із підвищенням у раціонах райдужної форелі рівнів обмінної енергії у м'ясі дволіток знижується вміст води й зростає вміст сухої, а також органічної речовини, зокрема протеїну (до 4,3 %) та жиру (до 4,6 %).

6. З'ясовано, що збільшення вмісту сирого протеїну у комбікормі для личинок і мальків форелі від 54 до 58 % сприяє збільшенню маси тіла на 14,4 %, інтенсивності росту – на 8,4-19,2 % та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 7,7 %, тоді як зменшення вмісту протеїну до 50 % спричиняє вірогідне зменшення маси тіла на 15,1 %, зниження інтенсивності росту на 12,3-20,7 % та збільшення витрат комбікорму на одиницю приросту іхтіомаси на 10,3 %.

7. Використання у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом сирого протеїну на рівні 56 % (маса риби до 10 г) та 54 % (маса риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 8,2-12,3 %, інтенсивності росту – на 7,1-25,9 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 5,5-17,0 %. Зниження протеїнового живлення цьоголіток до рівня 48 і 46 % протеїну відповідно викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

8. Встановлено, що збільшення сирого протеїну у комбікормі від 48 до 52 % сприяє збільшенню маси тіла товарної риби на 13,0 %, підвищенню її інтенсивності росту – на 7,4-16,7 %, та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,1 %, тоді як зниження рівня протеїну у комбікормі до 44 % призводить до достовірного зменшення маси тіла форелі на 9,4 %, зниження інтенсивності її росту – на 6,5-12,1 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси – на 6,4 %.

9. Вирощування форелі на комбікормах із вмістом сирого протеїну на рівні 52 % зумовлює збільшення в крові еритроцитів, гемоглобіну, лейкоцитів та фагоцитарної активності на 2,5-7,3 %, а використання у годівлі риби раціонів із зниженим вмістом сирого протеїну (44 %) – зменшення кількості морфологічних компонентів крові на 5,1-9,9 %.

10. Підвищення у раціонах товарної райдужної форелі рівня протеїну до 52 % сприяє збільшенню маси печінки, нирок, шлунка та кишківника відповідно на 24,2; 34,6; 26,9 та 17,5 % порівняно з аналогічними показниками риби, яка отримувала комбікорм із рівнем протеїну 48 %.

11. Використання комбікормів із підвищеним рівнем сирого протеїну до 52 % протягом періоду вирощування забезпечило тенденцію до зростання вмісту у м'язовій тканині сухої речовини на 2,1 %, золи – на 0,11%. Разом із тим спостерігалось збільшення вмісту у м'язах сирого протеїну – на 3,7 % і зниження сирого жиру – на 0,45 %. Встановлено, що співвідношення незамінних до замінних амінокислот для білків форелі, що споживала корм із вмістом протеїну 52 % більшою мірою відповідає нормам раціонального харчування людини, порівняно з білками риби, які отримували корм із нижчими рівнями протеїну. Підвищення рівня сирого протеїну у комбікормах товарної райдужної форелі від 48 до 52 % сприяло підвищенню вмісту у м'ясі суми насичених жирних кислот на 7,9 %.

12. Встановлено, що доведення вмісту лізину й метіоніну у комбікормі для личинок і мальків райдужної форелі до рівнів 3,2 і 1,1 % відповідно зумовлює збільшення маси тіла на 10,7 %, інтенсивності росту – на 6,4-11,1 % та зменшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 4,1 %, тоді як подальше підвищення вмісту у кормі цих амінокислот зменшує показники продуктивності риби.

13. Застосування у годівлі цьоголіток райдужної форелі комбікорму з вмістом лізину 3,1 % і метіоніну 1,05 % (маса риби до 10 г) та лізину 3,0 % і метіоніну 1,0 % (маса риби понад 10 г) супроводжується збільшенням маси тіла на 7,5-9,2 %, інтенсивності росту – на 4,1-17,3 % та зменшує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла на 10,3-12,5 %. Зниження амінокислотного живлення цьоголіток викликає погіршення показників продуктивності риби та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

14. Встановлено, що підвищення вмісту у продукційному комбікормі лізину від 2,7 до 2,8 % та метіоніну від 0,9 до 0,95 % сприяє збільшенню маси тіла товарної риби на 6,7 %, підвищенню її інтенсивності росту – на 4,7-9,0 %

та зменшенню витрат корму на 1 кг приросту маси тіла на 3,4 %, водночас зниження лізину й метіоніну до рівнів 2,5 і 0,8 % відповідно призводить до зменшення маси тіла форелі на 9,7 %, зниження інтенсивності її росту – на 5,5-12,0 % та збільшення витрат корму на 1 кг приросту іхтіомаси на 5,2 %.

15. Підвищення у раціонах товарної райдужної форелі рівня лізину до 2,9 % і метіоніну до 0,95 % упродовж періодів вирощування сприяє збільшенню маси печінки, шлунка та кишківника відповідно на 16,4; 14,4 та 20,9 %.

16. Використання у провідних форелевих господарствах України економічної програми годівлі райдужної форелі на всіх етапах її вирощування дає можливість знизити собівартість виробництва продукції форелівництва від 8 до 32 % та підвищити рівень рентабельності виробництва від 4 до 15 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності райдужної форелі, якості продукції, зниження витрат кормів та підвищення ефективності виробництва продукції форелівництва слід використовувати комбікорми, які містять:

- за виробництва продукції за економічними критеріями оптимізації: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 16 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування цьоголіток масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 50 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 17 МДж, сирого протеїну – 48 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %;

- за виробництва продукції за критеріями максимальної продуктивності: для вирощування личинок і мальків: рівень обмінної енергії – 18 МДж, сирого протеїну – 58 %, лізину – 3,2 %, метіоніну – 1,1 %; для вирощування цьоголіток масою до 10 г: рівень обмінної енергії – 19 МДж, сирого протеїну – 56 %, лізину – 3,1 %, метіоніну – 1,05 %; для вирощування цьоголіток масою понад 10 г: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 54 %, лізину – 3,0 %, метіоніну – 1,0 %; для вирощування товарної форелі: рівень обмінної енергії – 20 МДж, сирого протеїну – 52 %, лізину – 2,8 %, метіоніну – 0,95 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Москва : Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. Алтухов К. О. Розведення форелі на Україні. Київ : Урожай, 1967. 80 с.
3. Андрющенко А. І., Вовк Н. І., Базаєва А. В. Технології виробництва риби в ставовій аквакультурі та схеми основних ланок технологічних процесів : методичний посібник. Київ: НУБіП України, 2014. 273 с.
4. Андрющенко А. І., Вовк Н. І. Аквакультура штучних водойм. Частина 2. Індустріальна аквакультура. Київ : ПП "Мастер Принт", 2016. 586 с.
5. Анисимова И. М., Лавровский И. М. Ихтиология. Учебн. пособие для вузов. Москва : Высшая школа, 1983. 255 с.
6. Артамонова В. С., Махров А. А. Генетические методы в лососеводстве и форелеводстве: от традиционной селекции до нанобиотехнологий. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2015. 128 с.
7. Бабий В. А. Использование коллекции радужной форели племзавода «Адлер» в форелеводстве России. Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : материалы докл. Второго международного симпозиума (г. Адлер, 4–7 октября 1999 г.). Краснодар, 1999. С. 9–10.
8. Бабий В. А. Выведение породы с двукратным нерестом. Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре : материалы докл. Второго международного симпозиума (г. Адлер, 4–7 октября 1999 г.). Краснодар, 1999. С. 10–11.
9. Бабий В. А. Использование биологических и технологических особенностей коллекции пород радужной форели племзавода «Адлер» для комплектования маточных стад рыбхозов : автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.02.01. Краснодар, 1998. 25 с.
10. Байдалинова Л. С., Яржомбек А. А. Биохимия сырья водного происхождения. Москва: Моркнига, 2012. 510 с.
11. Беленький Б. Г., Ганкина Э. С., Литвинова Л. С. Применение пластинок со слоем микрофракционированного силикагеля, закрепленного золем кремневой кислоты для анализа липидов. Биоорганическая химия. 1984. Т.10, № 2. С. 244–250.

12. Биотехнология морепродуктов [Текст] : учеб. для студ. и курсантов, обуч. в высш. и сред. проф. учеб. заведениях системы рыбохозяйств. Технология рыбных продуктов. / за ред. О. Я. Мезенова. – Москва : Мир, 2006. 559 с.
13. Бобель І. Ю., Півторак Я. І., Петришак Р. А. Економічна ефективність вирощування товарної форелі у фермерських господарствах Західної України за умов годівлі кормами Aller Aqua. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2018. Т.20, № 89. С. 71–74.
14. Бобель І. Ю., Півторак Я. І. Товарні якості райдужної форелі, вирощеної на кормах “Aller Aqua”. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. Львів, 2020. Т. 22. № 92. С. 3–8.
15. Бобель І. Ю., Півторак Я. І. Гематологічні та продуктивні показники форелі за згодовування кормів Aller Aqua і Aquafeed Fischfutter. Рибогосподарська наука України. 2019. № 3. С.59–71.
16. Бобель І. Ю., Півторак Я. І. Морфометрична оцінка райдужної форелі за згодовування кормів Aller Aqua та Aquafeed Fischfutter. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2019. Т. 21. № 90. С. 21–25.
17. Бобель І.Ю., Півторак Я.І. Стратегія ефективності годівлі форелі кормами Aller Aqua. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2018. Т. 20. № 84. С. 88–92.
18. Богерук А. К. Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Москва, 2006. 316 с.
19. Божик В. Й., Бачук Є. О. Сучасний стан і перспективи розвитку форелівництва в західному регіоні України. Науковий вісник Львівського

- національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. 2014. Т. 16. № 3 (60). Ч. 3. С. 20–31.
20. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения. Копенгаген, 2010. 70 с.
21. Бурмакин Е. В. Семейство Лососевые. Известия ГосНИОРХ. 1963. Т. 53. С. 22–51.
22. Бычкова Л. И. Микробиоценоз радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) и водной среды при садковом выращивании : дис. канд. биол. наук : 03.02.08. Москва, 2002. 130 с.
23. Васьковский В. Е., Терехова Т. А. ВЭТСХ смесей фосфолипидов, содержащих фосфатидилглицерин. Журнал хроматографии высокого разрешения и хроматографических сообщений. 1979. № 2. С. 671–672.
24. Владовская С. А. Товарное выращивание лососевых в морской воде. Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. Москва, 1984. Вып. 3. 212 с.
25. Власов В. А. Фермерское рыбоводство. Москва: Столичная типография, 2008. 168 с.
26. Власов В. А. Рыбоводство. Москва : Лань, 2012. 352 с.
27. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів, 2012. 764 с.
28. Войнарович А., Хойчи Д., Мот-Поульсен Т. Мелкомасштабное разведение радужной форели. Технический документ ФАО по рыболовству и аквакультуре. Рим, 2014. № 561. 99 с.
29. Габчак Н. Ф. Антропогенна трансформація та екологічний стан річкових систем Закарпаття. Україна наукова: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, 2003). Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003. С. 9–12.
30. Галасун П. Т. Состояние и перспективы форелевого хозяйства на Украине. Рыбное хозяйство. 1968. Вып. 6. С. 14–28.
31. Галасун П. Т. Форелевое хозяйство. Киев : Урожай, 1975. 128 с.

32. Галасун П. Т., Булатович М. А., Борбат М. О. Технологическая инструкция по производству радужной форели в различных типах хозяйств Украины. Львов, 1987. 17 с.
33. Галасун П. Т., Булатович М. А., Суспицина К. Т. Методические рекомендации по совершенствованию технологии выращивания молоди радужной форели в лотках и бассейнах с замкнутым циклом водоснабжения. Львов, 1980. 25 с.
34. Галкина З. И. Влияние размеров и возраста самок лососевых рыб на потомство : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : Москва, 1968. 19 с.
35. Галоян Л. Л., Грициняк І. І., Драган Л. П. Вплив згодовування комбікорму «Aller Aqua» на вміст вільних амінокислот у м'язах і печінці струмкової (*Salmo trutta linnaeus*, 1758) та райдужної (*Oncorhynchus mykiss walbaum*, 1792) форелей. Рибогосподарська наука України. 2017. № 4. С. 112–119.
36. Галоян Л. Л., Кучерук А. І., Мрук А. І., Морфометрична характеристика ремонтно –маточного стада струмкової форелі (*Salmo trutta morpha fario* L.), вирощеної в умовах індустріального господарства «Ішхан». Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 85–88.
37. Галоян Л. Л., Худий О. І., Тертерян С. В, Мрук А. І, Худа Л. В. Застосування продукційних кормів різних виробників при вирощуванні райдужної форелі в умовах індустріальної аквакультури. Біологічні системи. 2016. № 8. С. 37–39.
38. Гамыгин Е. А. Результаты и перспективы разработки и производства комбикормов для рыб. Сб. научн. тр. ВНИППРХ. 1987. Вып. 49. С. 3–7.
39. Гамыгин Е. А. Некоторые аспекты проблемы кормов и кормопроизводства в аквакультуре. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: материалы междунар. конф, Краснодар, 2001. С. 158–159.
40. Гамыгин Е. А. Кормление лососевых рыб в индустриальной аквакультуре : дис. д-ра биол. наук : 03.00.10 / Всероссийский научно-

исследовательский институт прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ). Москва, 1996. 79 с.

41. Гамыгин Е. А., Канидьев А. Н., Барминцев В. А., Рекант А. Н. Эффективность биологически активного препарата «Финстим» в комбикормах для молоди радужной форели. Сб. научн. тр. ВНИИПРХ. Водные биоресурсы и экология гидробионтов. 1990. Вып. 59. С. 81–85.
42. Гамыгин Е. А., Лысенко В. Я., Склярв В. Л., Турецкий В. И. Комбикорма для рыб: производство и методы кормления. Москва : Агропромиздат, 1989. 168 с.
43. Гамыгин Е. А., Пономарев С. В. Традиционное и новое кормовое сырье в кормопроизводстве для рыб. Рыбное хозяйство. Серия Аквакультура : обзорная информация. Москва, 1993. Вып. 5. 31 с.
44. Голод В. М. Селекционно-племенная работа с радужной форелью: метод. пособие. Санкт-Петербург, 1995. 29 с.
45. ГОСТ 1368-2003. Рыба. Длина и масса. [Чинний від 2005-01-01]. Москва, 2010. 14 с.
46. Гринжевський М. В. Організація селекційно-племінної роботи в рибництві. Київ, 2006. 338 с.
47. Гринжевський М. В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. Київ, 2000. 188 с.
48. Грициняк И. И., Мрук А. И. Состояние и перспективы воспроизводства редких и исчезающих пресноводных видов лососевых рыб в Украине. Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб : тезисы докладов междунар. конф.: Санкт-Петербург, 2010. С. 48–50.
49. Грициняк І. І. Фермерське рибництво. Київ : Герб, 2008. 556 с.
50. Грозеску Ю. Н. Инновационные методы повышения эффективности кормления осетровых рыб на основе использования в рационах нетрадиционного кормового сырья и биологически активных препаратов : дис. д-ра с.-х. наук : 06.02.08. Астрахань. 2016. 310 с.

51. Гусева Ю. А., Васильев А. А., Коробов А. П. Влияние препарата «Абиопептид» на продуктивность ленского осетра (*Acipenserbaeri*) при выращивании в садках. Рыбное хозяйство. 2011. № 2. С. 23–24.
52. Давыдов О. Н., Темниханов Ю. Д., Куровская Л. Я. Патология крови рыб. Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. 206 с.
53. Двинин М. Ю. Разработка рецептур экспандированных комбикормов «Агрос» для радужной форели и оценка их эффективности: дис. канд. биол. наук. : 03.00.10. Москва, 2004. 133 с.
54. Джабаров М. И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий. Москва : ВНИРО, 2006. 213 с.
55. Добробабіна Л. Б. Наукові основи комплексу технологій харчових продуктів з гідробіонтів : дис. д-ра. техн. наук : 05.18.16. Одеса, 2008. 319 с.
56. Добрягин Р. В., Калинина О. А., Кременевская М. И. Белковые ингредиенты в рационе питания форели. URL : <https://openbooks.itmo.ru/ru/file/1960/1960.pdf>.
57. Довинг К. Б., Касумян А. О. Влияние свободных аминокислот на плавательную активность ранней молодежи тюрбо – *Scophthalmus*. Поведение рыбы : тезисы докл. II Всероссийского совещания. (г. Борок, 3-5 июля 1996 г.). Борок, 1996. С. 22–23.
58. Дорофеева Е. А. Лососевые рыбы Евразии, современные представления о классификации и филогении. Первый конгресс ихтиологов России : материалы доклада (Астрахань, 1997 г.). Москва, 1997. С. 168.
59. ДСТУ 8029:2015 Риба та рибні продукти. Методи визначення вологи [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2015. 13 с.
60. ДСТУ 8030:2015 Риба та рибні продукти. Методи визначення білкових речовин [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2016. 17 с.
61. ДСТУ 8717:2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення жиру [Чинний від 2019-01-01]. Київ, 2017. 25 с.

62. ДСТУ 8718:2017 Риба та рибні продукти. Методи визначення золи та мінеральних домішок [Чинний від 2019-01-01]. Київ, 2017. 15 с.
63. Ермакова С. В. К оценке аминокислотного состава искусственных кормов по содержанию свободных аминокислот в тканях и сыворотке крови годовиков карпа. Экологическая физиология и биохимия рыб. 1979. Т.2. С. 82.
64. Євтушенко М. Ю. Ефективність використання стартового корму, виготовленого з гібриду червоного каліфорнійського черв'яка для личинок риб. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Вип. 160, Ч. 1. С. 83–92.
65. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Особливості формування рецептів комбікормів для форелі. Зернові продукти і комбікорми. 2012. № 1. С. 13–18.
66. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах. Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 2. С. 37–39.
67. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Характеристика спеціальних комбікормів для годівлі форелі провідних європейських виробників. Хранение и переработка зерна. 2011. № 8. С. 58–61.
68. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Порівняльний аналіз поживної цінності комбікормів для форелі. Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 3 (43). С. 38–43.
69. Желтов Ю. А. Протеин и аминокислоты в кормах для выращивания разного вида и возраста рыб. Киев, 2014. 156 с.
70. Желтов Ю. А., Матвиенко Н. Н. Корма для профилактики и лечения заболеваний рыб. Киев, 2013. 282 с.
71. Желтов Ю. О. Компоненти комбікормів, використовуваних для ефективного вирощування риби різних видів і вікових груп. Рибне господарство України. № 4. 2011. С. 49–60.

72. Желтов Ю. О., Борбат М. О., Безкровна Н. І. Результати вирощування райдужної форелі на комбікормах із зменшеним вмістом рибного борошна. Рибогосподарська наука України. 2009. № 4. С. 85–89.
73. Желтов Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах. Киев : ИНОКС, 2006. 221 с.
74. Житенева Л. Д., Макаров Э. В., Рудницкая О. А. Основы ихтиогематологии. Ростов-на-Дону, 2004. 273 с.
75. Жуков Н. А. Исследование концентрации инсулина в крови лиц различного возраста методом изолированной крысиной диафрагмы. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии. 1964. Т. 10. № 2. С. 99 –102.
76. Жуков Н. А. К вопросу о внутрисекреторной функции поджелудочной железы в возрастном аспекте. Проблемы эндокринологии и гормонотерапии. 1962. С. 67–69.
77. Жуков П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб. Минск, 1988. 310 с.
78. Ібатуллін І. І., Ільчук І. І., Кондратюк В. М., Кривенок М. Я. Актуальні проблеми нормованої годівлі коропових та лососевих риб. Науковий вісник НУБіП України. 2012. Вип.179. С. 143–149.
79. Канидъев А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых. Москва, 1984. 214 с.
80. Канидъев А. Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва, 1985. 59 с.
81. Канидъев А. Н., Гамыгин Е. А. Прогрессивные методы кормления радужной форели. Садковое выращивание форели. 1977. Т. 76. С. 109–116.
82. Канидъев А. Н., Гамыгин Е. А. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. ВНИИПРХ. 1977. 91 с.
83. Каукоранта М. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры Финляндии. Рыбные ресурсы. 2010. № 2. С. 50–51.
84. Кирпичников В. С. Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Ленинград, 1983. 200 с.
85. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. Ленинград, 1987. 520 с.

86. Клименко В. Г. Гідрологія України : навчальний посібник. Харків, 2010. 124 с.
87. Козаренко Т. Д. Ионообменная хроматография аминокислот. Новосибирск, 1975. 134 с.
88. Козлов В. И. Аквакультура в истории народов с древнейших времен. Москва, 2002. 349 с.
89. Козлов В. И. Справочник фермера-рыбовода. Москва, 1998. 238 с.
90. Козлов В. И., Козлов А. В. Коммерческая аквакультура. Москва, 2008. 166 с.
91. Кондратюк В. Вплив енергетичного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі Наукові доповіді НУБІП України. 2020. № 5 (87) URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14157>.
92. Кондратюк В. М. Використання комбікормів із різним рівнем протеїну у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С.182–188.
93. Кондратюк В. М. Вирощування цьоголіток райдужної форелі за різного енергетичного живлення. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми : тези доп. 74-ї всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 26–27 березня 2020 р.). Київ, 2020. С. 98–99.
94. Кондратюк В. М. Вплив енергетичного живлення на ріст личинок і мальків форелі. Наукові і технологічні виклики тваринництва у ХХІ столітті : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 12–14 березня 2020 р.). Київ, 2020. С. 53–55.
95. Кондратюк В. М. Вплив протеїнового живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 159–165.
96. Кондратюк В. М. Гематологічні та біохімічні показники крові форелі залежно від рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 222–229.

97. Кондратюк В. М. Ефективність використання комбікормів з різним рівнем енергії у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. *Animal science and food technology*. 2020. Том 11. № 2. С. 48–55.
98. Кондратюк В. М. Ефективність використання продукційних комбікормів з різними рівнями енергії у форелівництві. *Аквакультура XXI століття – проблеми та перспективи : тези доп. міжнар. наук.-практ. онлайн конф. (м. Київ, 27 травня 2021 р.)*. Київ, 2021. С. 25–26.
99. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі залежно від рівнів лізину та метіоніну у продукційних комбікормах. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. С. 103–111.
100. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі у промислових умовах. *Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми : тези доп. 75-а всеукр. наук.-практ. конф. (м. Київ, 25–26 березня 2021 р.)*. Київ, 2021. С. 147–148.
101. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі за різних рівнів енергії у комбікормах. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С.174–180.
102. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі (*Oncorhynchus Mykiss*) за різного вмісту лізину та метіоніну у кормах. *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 1. С. 173–181.
103. Кондратюк В. М. Вплив амінокислотного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. *Науково-технічний бюлетень інституту тваринництва НААН*. 2020. №124. С. 104–114.
104. Кондрахин И. П., Архипов А. В., Левченко В. И. *Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики*. Справочник. Москва : Колос. 2004. 520 с.
105. Костюрина К. В., Цибизова М. Е. Исследование возможности использования рыбных гидролизатов в составе полнорационных кормов повышенной биологической доступности для птицеводства. *Вестник АГТУ*. 2009. № 1(48). 33 с.

106. Краснов А. М. Расчетный метод нормирования кормления радужной форели. Садковое рыбоводство в естественных водоемах : Тезисы докладов III всесоюзного совещания: Москва, 1988. С. 33–35.
107. Кружиліна С. В., Діденко О. В., Великольський І. Й. Кормова база та особливості живлення струмкової, радужної форелі та харіуса на різних біотопах річки Шипіт Закарпатського регіону. Рибогосподарська наука України. 2016. № 4. С. 76–94.
108. Кузнецов А. А. Рыбоводно-биологическая эффективность применения природного цеолитаклиноптилолита в составе комбикормов для радужной форели и сибирского осетра: дис. канд. биол. наук : 03.00.32. Москва, 2002. 22 с.
109. Лапач С. Н., Чубенок А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. Киев, 2002. 640 с.
110. Леванидов И. П., Ионас Г. П., Слущкая Т. Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов. Москва: Агропромиздат. 1987. 160 с.
111. Липатов Н. Н., Башкиров О. И. Организмизмические подходы к формированию интегральных критериев оценки объектов пищевых производств. Труды научно-практической конференции «Технологические аспекты комплексной переработки сельскохозяйственного сырья при производстве экологически безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения по направлению: Пищевые технологии будущего. Гипотезы. Теория. Эксперимент». - Углич: Россельхозакадемия, 2002.
112. Лукошкин С. А. Основные технико-экономические показатели, применяемые в рыбном хозяйстве. Москва : Пищевая промышленность. 1977. 88 с.
113. Макеева А. П. Эмбриология рыб. Москва : Изд-во МГУ, 1992. 215 с.
114. Максимова О. С. Эффективность использования кормовой добавки «Абиопептид» в кормлении радужной форели : дис. д-ра с.-х. наук : 06.02.08. Саратов, 2017. 122 с.

115. Маликова Е. М. Биохимический состав молоди лосося при искусственном выращивании на полноценных и авитаминозных кормах. Рига, 1957. Т. 2. С. 257–283.
116. Маслобойщикова В. В. Продуктивные качества производителей двух форм форели и их потомства, выращенных на теплых сбросных водах АЭС: : дис. д-ра с.-х. наук : 06.04.01. Москва, 2016. 142 с.
117. Мендришора П. Д., Куріненко Г. А., Мрук А. І. Морфометрична характеристика ремонтно-маточного стада райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), вирощеної в умовах індустриального господарства «Слобода Банилів». Рибогосподарська наука України. 2017. № 3. С. 65–75.
118. Мендришора П. Д., Шумова В. М. Особливості накопичення маси тіла у цьоголіток і дволіток райдужної форелі. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. № 2. С. 121–129.
119. Мендришора П. Д., Шумова В. М. Особливості накопичення маси у цьоголіток і дволіток райдужної форелі. Вісник аграрної науки. 2017. № 5. С. 63–67.
120. Методические рекомендации по определению экономического эффекта мероприятий по рыбководству и сырьевой базе пресноводных водоёмов. Ленинград, 1986. 87 с.
121. Мищенко В. П. Роль аминокислот в регуляции синтеза белков в онтогенезе. Проблемы возрастной физиологии, биохимии и биофизики. Киев, 1974. С. 18–30.
122. Мовчан Ю. В. Риби України (визначник-довідник). Київ, 2011. 420 с.
123. Молчанова К. А. Рыбоводно-биологические особенности формирования маточного стада радужной форели в установках замкнутого водоснабжения : дис. канд. биол. наук : 03.02.06. Калининград, 2018. 180 с.
124. Мошенський С. З., Олійник О. В. Економічний аналіз : підручник. Житомир : ПП. «Рута», 2007. 704 с.

125. Мрук А. І. Комплексна технологія відтворення лососевих риб в рибницьких господарствах України. Київ : ІРГ НААНУ, 2015. 27 с.
126. Мрук А. І. Морфологічні дослідження дволіток райдужної форелі. Рибогосподарська наука України. 2008. № 1. С. 63–67.
127. Мрук А. І., Олексик В. І. Селекційно-племінна робота з райдужною фореллю в господарстві Шипот. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. 2007. Т. 9. № 3 (34). Ч. 3. С. 92–95.
128. Мрук А. І., Тертерян Л. Л., Хандожівська А. І., Тертерян Л. А. Моніторинг росту струмкової форелі в індустріальних умовах господарства «Ішхан». Рибогосподарська наука України № 1. 2013. С. 31–37.
129. Мрук А. І., Тертерян Л. Л., Худий О. І., Тертерян Л. А. Динаміка росту струмкової форелі в індустріальних умовах господарства «Ішхан» до статевої зрілості. Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : тези доп. V міжнар. іхтіолог. конф. (м. Чернівці, 13–16 вересня 2012 р.). Чернівці, 2012. С. 172–176.
130. Мрук А. І., Устич В. І., Бузевич І. Ю. Відтворення та поповнення природного ареалу струмковою фореллю на прикладі р. Іршава. Рибогосподарська наука України. Київ, 2011. № 3. С. 6.
131. Мрук А. І., Устич В. І., Маслянка І. І. Сучасний стан та перспективи відтворення цінних лососевих видів риб в Закарпатті. Проблеми воспроизводства аборигенных видов рыб. Київ, 2005. С. 196–200.
132. Мрук А. І., Хандожівська А. І., Великопольський І. Й. Прогнозований вплив будівництва міні ГЕС на популяції цінних лососевих риб карпатського регіону. Современные проблемы гидробиологии, перспективы пути и методы решений : сб. материал. III Междунар. конф. (Херсон, 17–19 мая 2012 г.). Херсон, 2012. С. 289–293.
133. Музил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах Москва : Мир, 1981. 215 с.

134. Мухина И. Н. Повышение эффективности стартовых кормов для лососевых рыб путем введения биологически активных добавок : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.10 Москва, 2003. 28 с.
135. Никитин В. Н., Блок Л. Н., Галавина О. И., Голубицкая Р. И. Регуляция функции в различные возрастные периоды. Киев, 1966. 187 с.
136. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. Санкт-Петербург : ГОНИОРХ, 2001. 372 с.
137. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. Санкт-Петербург : ГОНИОРХ, 2012. 564 с.
138. Павлов Д. А. Лососевые (биология развития и воспроизводство). Москва : МГУ, 1989. 216 с.
139. Парина Е. В., Мищенко В. П. Изменение концентрации свободных аминокислот в скелетных мышцах животных разного возраста в зависимости от содержания белка : материал. всесоюзн. конф. по мышечной биохимии. Москва, 1966. С. 102–103.
140. Пентилюк Р. С., Соборова О. М. Лососівництво та осетрівництво: Конспект лекцій. Одеса : ОДЕУ, 2017. 131 с.
141. Петрухин О. М. Практикум по физико-химическим методам анализов. Москва, 1987. 56 с.
142. Півторак Я. І., Бобель І. Ю. Інтенсивність росту та розвитку райдужної форелі за використання кормів Aller Aqua та Aquafeed Fischfutter. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки. 2017. Т. 19, № 79. С. 72–77.
143. Півторак Я. І., Бобель І. Ю., Божик О. В. Перспективи використання кормів Aller Aqua у живленні райдужної форелі. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки. 2017. Т. 19, № 74. С. 95–98.
144. Півторак Я. І., Бобель І. Ю. Вміст ліпідів у тканинах райдужної форелі, вирощуваної на кормах Aller Aqua. Інноваційне, технічне та технологічне

- забезпечення галузі тваринництва : мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 25–26 травня 2020 р.). Харків, 2020. С. 154.
145. Півторак Я. І., Бобель І. Я. Використання кормів “Aller aqua” у годівлі райдужної форелі в ПП «Західна рибна компанія». Аграрна наука та харчові технології. 2017. № 2 (96). С. 3–9.
146. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.
147. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Москва : Моркнига, 2013. 417 с.
148. Пономарева Е. Н. Оптимизация методов выращивания объектов индустриальной аквакультуры на ранних этапах онтогенеза: дис. д-ра биол. наук: 03.00.10. Астрахань, 2006. 336 с.
149. Попов Л. Н. Опыт выращивания молоди Ладожского лосося и форели в специально подготовленных озерах. Ленинград, 1968. С. 65–66.
150. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Ленинград, 1939. 246 с.
151. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд. Москва, 1966. 374 с.
152. Препараты ферментные. Метод определения протеолитической активности: ГОСТ 20264.2–88. – М. Издательство стандартов, 1988. 15 с.
153. Привезенцев Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству. Москва : Высшая школа, 1982. 208 с.
154. Проскуренко И. В. Замкнутые рыбоводные установки. Москва : Издательство ВНИРО, 2003. 152 с.
155. Протасов А. А. «Ихтиофауна рек Закарпатской области». Отчет НИИ. Прудового и озерно-речного рыбного хозяйства. Львов, 1946-47 гг. 84 с.
156. Протасов А. А. Ручьевая и радужная форель в прикарпатских районах УССР. Труды научно-исследовательского института озерно-речного рыбного хозяйства. 1949. № 6. С. 111–123.
157. Рекомендации по гидрохимическому контролю в прудовых хозяйствах. Новосибирск, 1989. 28 с.

158. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Химия пищи. Москва : КолосС, 2007. 853 с.
159. Ростовцев А. А. Промышленное воспроизводство радужной форели в сибире: дис. д-ра с.-х. наук : 06.02.04. Новосибирск, 2000. 277 с.
160. Савельева К. В. Материалы к изучению питания озерной и речной форели Тебердинского заповедника. Труды Тебердинского заповедника, 1972. Вып. 8. С. 217–222.
161. Савостьянова Г. Г. Методические указания по проведению селекционно-племенных работ в форелеводстве. Ленинград, 1974. 16 с
162. Садлаев К. А. Форелевое рыбоводное хозяйство. Москва : Пищепромиздат, 1962. 84 с.
163. Саковская В. Г. Практикум по прудовому рыбоводству : Агропромиздат. Москва, 1991. 174 с.
164. Сергеева Н. Т. Влияние жиров различного происхождения на переваримость и усвоение питательных веществ комбикорма у радужной форели *Oncorhynchus mykiss*. Инновации в науке и образовании: материал. VII междунар. научн. конф. Калининград, 2009. Ч. 1. С. 260–262.
165. Сергеева Н. Т. Физиолого-биохимические основы повышения эффективности питания радужной форели (*Salmo gairneri* Rich.) в аквакультуре : дис. д-ра биол. наук : 03.00.10. Калининград, 1989. 554 с.
166. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Ленинград : Наука, 1983. С. 18–37.
167. Скляр В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. Москва : Изд-во ВНИРО, 2008. 150 с.
168. Скляр В. Я. Состояние товарного рыбоводства в Южном федеральном округе. Труды Кубанского ГАУ, 2012. Вып. 4. С. 86–89.
169. Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов. Москва: ВО АгроПРОМИЗДАТ. 1988. 360 с.
170. Соврачев К. Ф. Основы биохимии и питания рыб. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 247 с.

171. Соленова-Филиппова И. П. Возрастные изменения концентрации инсулина в крови и реакции тканей на него.- В кн.: Молекулярная биология старения. Киев, 1969. С. 115-123.
172. Стандарт Мінагрополітики України. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. СОУ – 05.01.-37-385 : 2006. Міністерство аграрної політики України. Київ, 2006. 15 с.
173. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы / пер. с нем., науч. ред. А. Канидьев. Москва : Агропромиздат, 1985. 384 с.
174. Стрельцова С. В., Ольшанская Л. Ю. Переваривание белка и жира искусственных кормов радужной форелью (*Salmo irideus* Gibb.). Москва : ГосНИОРХ., 1974. Т. 97. С. 23–28.
175. Тертерян Л. А., Тертерян Л. Л., Колос О. М. Господарство «Ішхан» – репродуктор з відтворення рідкісних та зникаючих видів лососевих риб. Збереження генофонду та відновлення популяції цінних видів риб : зб. міжнар. наук.-практ. конф. – Київ, 2011. С. 85–87.
176. Титарев Е. Ф., Линних А. В., Сергеева Л. С. Типовая технология разведения и выращивания разных форм радужной форели. Москва : ВНИИПРХ, 1991. 86 с.
177. Трещев А. И. Интенсивность рыболовства. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. 266 с.
178. Турянин І. І. Риби карпатських водойм. Ужгород : Карпати, 1982. 144 с.
179. Устич В. І. Іхтіофауна р. Іршава та стратегія її відновлення: дис. канд. біол. наук : 03.00.10 Київ, 2011. 195 с.
180. Устич В. І., Мрук А. І. Історичні аспекти та перспективи відродження лососівництва в Закарпатті. Раціональне використання водних ресурсів — необхідний елемент стійкого розвитку : матеріали III робочої зустрічі Української річкової мережі (с. Осій, 26–29 червня 2003 р.). Ужгород, 2003. С. 42–45.
181. Фаритов Т. А. Кормление рыб : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2016. 352 с.
182. Хазова О. А. Аминокислоты. Москва : Предтеча, 2010. 64 с.

183. Хойчи Д., Войнарович А., Мот-Поульсен Т. Руководство по искусственному воспроизводству форели в малых объёмах. Будапешт, 2012. 20 с.
184. Хрусталева Е. И., Курапова Т. М., Гончаренко О. Е., Молчанова К. А. Корма и кормление в аквакультуре. Санкт-Петербург : Лань, 2017. 388 с.
185. Цибизова М., Аверьянова Н. Использование рыбного белка в сбалансированном питании. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное Хозяйство. 2009. № 1. С. 166–169.
186. Цибизова, М. Е., Костюрна К. В. Рыбные гидролизаты как один из компонентов полноценных кормов птицеводства. Вестник АГТУ, 2006. № 3 (32). С. 243–249.
187. Циркова М. К. Значение жира в питании искусственно выращиваемой молоди форели. Москва : Пищевая промышленность, 1970. Т. 69. Вып. 2. С. 163–169.
188. Циркова М. К. Роль жира в кормовых рационах молоди радужной форели: автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.10. Москва, 1968. 22 с.
189. Чернишова О., Цибизова М. Изучение технологических свойств недоиспользуемого рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна. Вестник АГТУ. Серия: Рыбное Хозяйство. 2012 № 1. С. 194–199.
190. Черняев Ж. А. Лососеводство и форелеводство Франции : достижения, возможности и проблемы. Рыбное хозяйство. 1990. Вып. 3. С. 1–9.
191. Черфас Б. И. Радужная форель. Рыбоводство и рыболовство. 1959. № 6. С. 28–31.
192. Шевченко Д. Г. Эффективность продуктов глубокой переработки крабов в составе комбикормов для молоди радужной форели: автореф. диссертации канд. биол. наук : 03.00.10. Москва, 2005. 32 с.
193. Шек П. В. Індустріальне рибництво: підручник. Харків : Панов А.М., 2017. 240 с.
194. Шепелев А. Э. Выращивание радужной форели в садковом хозяйстве Гатчинского комбикормового завода на озере Копанское. В кн.: Сборник

- научных трудов международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. 2016. С. 170–172.
195. Шерман И. М., Гринжевський Н. М., Желтов Ю. О. Годівля риб. Київ : Вища освіта, 2001. 269 с.
196. Шерман І. М., Гринжевський М. В., Желтов Ю. О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: учебное пособие. Київ : Вища освіта, 2002. С. 128.
197. Шерман І. М., Гринжевський М. В., Грициняк І. І. Розведення і селекція риб. Київ: БМТ, 1999. 238 с.
198. Шнаревич И. Д. Основы освоения и воспроизводства рыбных ресурсов рек Украинских Карпат : автореф. дис. канд. биол. наук. 03.00.10 Черновцы, 1969. 39 с.
199. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : Изд-во ВНИРО, 2006. 360 с.
200. Щербуха А. Я. Риби наших водойм. Київ : Радянська школа, 1981. 159 с.
201. Яблоков А. Г., Шиндавина Н. И., Образцов А. Н., Никандров В. Я. Рыбоводно-биологическая характеристика производителей радужной форели и их оценка по качеству потомства. Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1982. Вып. 188. С. 3–26.
202. Яновский О. Н. Картина крови и ее клиническое значение. Киев, 1957. 698 с.
203. Aba M., Driss B., Elkharrim K. Effects of Pressed and Extruded Foods on Growth Performance and Body Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pakistan Journal of Nutrition*. 2012. № 11 (2). P. 104–109.
204. Abowei J. F. N., Ekubo A. T. A Review of Conventional and Unconventional Feeds in Fish Nutrition. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2011. № 2 (4). P. 179–191.
205. Alami-Durante H., Cluzeaud M., Duval C. Early decrease in dietary protein:energy ratio by fat addition and ontogenetic changes in muscle growth mechanisms of rainbow trout: short- and long-term effects. *British Journal of Nutrition*. 2014. № 112. P. 674–687.

206. Alami-Durante H., Wrutniack-Cabello C., Kaushik S. J., Médale F. 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. *Comp Biochem Physiol Part A*. 2010. № 156. P. 561–568.
207. Estay F., Díaz N. F., Neira R., Fernandez X. Analysis of reproductive performance in a rainbow trout hatchery in Chile. *The Progressive Fish-Culturist*. 1994. Vol. 56. P. 244–249.
208. Anderson S., Lall S. P. Amino acid nutrition of salmonids: Dietary requirements and bioavailability. *Mediterranean fish nutrition*. Zaragoza. CIHEAM, 2005. P. 73–90.
209. Memis D., Demir N., Eroldogan T., Kucuk S. Aquaculture in Turkey. *The Israeli Journal Aquaculture*. 2002. Vol. 54 (1). P. 34–40.
210. Austic R. E., Scott R. L. Involvement of food intake in the lysine- arginine antagonism in chick. *Journal of Nutrition*. 1975. № 105. P. 1122–1131.
211. Azevedo P., Van Milgen J., Leeson S. Comparing efficiency of metabolizable energy utilization by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) using factorial and multivariate approaches. *Journal of Animal Science*. 2005. № 83 (4). P. 842–851.
212. Bae J.-Y., Ok I.-H., Lee S. S., Hung S. O. et al. Reevaluation of dietary methionine requirement by plasma methionine and ammonia concentrations in surgically modified rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2011. № 24 (7). P. 974–981.
213. Baker D. H. Lysine, arginine, and related amino acids. An introduction to the 6-th Amino Acid Assessment Workshop. *Journal of Nutrition*. 2007. № 137. P. 1599–1601.
214. Barnes M. E., Brown M. L., Neiger R. G. Comparative performance of two rainbow trout strains fed fermented soybean meal. *Aquaculture International*. 2015. № 23. P. 1227–1238.
215. Barnes M. E., Brown M. L., Rosentrater K. A. Juvenile rainbow trout responses to diets containing distillers dried grain with solubles, phytase, and

- amino acid supplements. *Open Journal of Animal Sciences*. 2012. № 2. P. 69–77.
216. Blight E. G., Dyer W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 1959. № 37. P. 911–917.
217. Bjerkgeng B., Storebakken T., Liaaen-Jensen S. Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. *Aquaculture*. 1992. Vol. 108. P. 333–346.
218. Bobel I., Pivtorak Ya. Productive and hematological parameters of rainbow trout when feeding them with Aller Aqua and Aquafeed fischfutter feeds. *Internarional Scientific and Practical Conference, May 22, 2019: book of abstracts*. Mukachevo, Ukraine, 2019. P. 10–12.
219. Bobel I. Yu., Pivtorak Ya. I. Changes in chemical, amino acid and lipid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by different feeding methods. «Colloquium-journal» Wydrukowano w «Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland». *Agricultural sciences*. Poland, 2020. №27 (79). P 48–56.
220. Brosnan J. T., Silva R. P., Brosnan M. E. The metabolic burden of creatine synthesis. *Amino Acids*. 2011. № 40 (5). P. 1325 –1331.
221. Brosnan J. T., Brosnan M. E. The sulfur-containing amino acids. An overview. *Journal of Nutrition*. 2006. № 136. P. 1636-1640.
222. Bureau D., Hua K., Young Cho C. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600 g. *Aquaculture research*. 2006. Vol. 37. P. 1090–1098.
223. 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.
224. Burel C., Boujard T., Tulli F. Digestibility of extruded peas, extruded lupin, and rapeseed meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*. 2000. Vol. 188, № 3. P. 285–298.
225. Buxbaum E. *Fundamentals of Protein Structure and Function*. New York: Springer. 2007. 152 p.

226. Carlstein M. Natural food and artificial, dry starter diets: effects on growth and survival in intensively reared European grayling. *Aquaculture International*. 1993. № 1. P. 112–123.
227. Cho C. Y., Cowei C. B. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Handbook of Nutrient Requirements of Finfish*. CRC. Press. Florida. 1991. P.131–141.
228. Cowey C. B., Walton M. J. Intermediary metabolism. In *Fish Nutrition*, Second Edition. New York : Academic Press, 1989. 259–329 p.
229. Crank K. M., Voorhees J. M., Barnes M. E. Predator avoidance of rainbow trout reared with environmental enrichment. *Journal of Fisheries and Aquaculture Development*. 2019. № 3. P. 1047–1049.
230. Dumas A. C. F. M. de Lange, France J., Bureau D. P. Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout. *Aquaculture*. 2007. Vol. 273, Iss. 1. P. 165–181.
231. Egglisshaw H. J., Shackley P. E. Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream, 1966–75. *Journal of Fish Biology*. 1977. Vol. 11, Iss. 6. P. 647–672.
232. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma, 2016. 224 p.
233. Fielas P. A., Somera G. N. Amino acid sequence differences cannot tully explain interspecific variation in thermal sensitivities of gobiid fish (A-LDHS). *Journal of Experimental Biology*. 1997. 200 p. N 13. P. 1839 –1850.
234. Finn R. N., Fyhn H. J. Requirement for amino acids in ontogeny of fish *Aqua Restaurant*. 2010. № 41. P. 684 –716.
235. Gaylord G. T., Barrows F. T., Rawles S. D. Apparent digestibility of gross nutrients from feedstuffs in extruded feeds for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2008. № 39 (6). P. 827–834.
236. Glencross B. A. comparison of the digestibility of diets and ingredients fed torainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) or barramundi (*Lates calcarifer*) – the potential for inference of digestibility values among species. *Aquaculture Nutrition*. 2011. № 17 (2). P. 207–215.

237. Glencross B. D., Booth M., Allan G. L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*. 2007. № 13. P. 17–34.
238. Goryczko K. *Pstrągi. Chów i hodowla*. Olsztyn, 2005. 162 p.
239. Graham C. Aquaculture in the Republic of Georgia. *Aquaculture Magazine*. 2002. № 9/10. P. 15–22.
240. Guillaume J., Kaushik S., Bergot P., Metailler R. *Nutrition et Alimentation des Poissons et Crustacés*. INRA Edition. 1999. 485 p.
241. Huysman N., Krebs E., Voorhees J. M. Use of a large vertically-suspended rod array in circular tanks during juvenile rainbow trout rearing. *International Journal of Marine Biology and Research*. 2019. № 4. P. 1–5.
242. Jefferson G. S., Korner A. Influence of Amino Acid Supply on Ribosomes and Protein Synthesis of Refused Rat liver. *Biochemscal Journal* 1969. № 5. P. 703–712.
243. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.
244. Johnsen F., Wandsvik F. The impact of high energy diets on pollution control in the fish farming industry. *Cowey and Cho*. 1991. P. 51–64.
245. Jones S., Karpol A., Friedman S., Maru B.T., Tracy B. P. Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Current Opinion in Biotechnology*. 2020. № 61. P. 189–197.
246. Karabulut H. A., 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.
247. Kamalam J. B., Manchi R., Kaushik S. Nutrition and Feeding of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): In book: *Fish nutrition and its relevance to human health*: Narendra Publishing House, New Delhi, India. P. 300–304.
248. Kaushik S., Cuzon G. Besoin nutritionnels formules tables de rationnement et données diverses. *Nutrition et alimentation des poisson et crustacns*. INRA ed. IFREMER. 1999. P. 457–470.

249. Kaushik S. J., Cravedi J. P., Lalles J. P. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 1995. № 133 (3–4). P. 257–274.
250. Kaushik S. J. Effects of lysine administration on plasma arginine and on some nitrogenous catabolites in rainbow trout. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1984. Vol. 79. Iss. 3. P. 459–462.
251. Kaushik S. J. Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. *Aquatic Living Resources*. 1998. № 11(4). P. 211–217.
252. Kaushik S. J. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish. *Aqua Restaurant*. 2010. Vol. 41. Iss. 3. 322–332 p.
253. Kaushik S. J., Cravedi, J. P., Lalles, J. P., Sumpter J., Fauconneau B., Laroche M. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. *Aquaculture*. 1995. Vol. 133. Iss. 3–4. P. 257–274.
254. Ketola H. G. Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementation of diets. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 1982. Vol. 73. Iss. 1. P. 17–24.
255. 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.
256. Khudyi O., Marchenko M., Khuda L., Mruk A., Terteran L. Sex reversion in rainbow trout under industrial conditions growing : 5th Polish-Ukrainian Weigl Conference on Microbiology in 2013, 23– 25 May, Chernivtsi. P.100.
257. Kondratiuk V. M. Bioefficacy of rainbow trout flesh lipids depending on the level of amino acids in compound feeds. *Animal science and food technology*. 2021. Tom 12, № 2. C. 34–42.
258. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical indicators of rainbow trout blood depending on lysin and methionine levels in combined feed. *Наукoвi*

- доповіді НУБІП України. 2021. № 3 (91). URL :
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15134/13448>.
259. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh depending on protein levels in feeds. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 2 (90). URL :
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14927/13273>
260. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 188–195.
261. Kondratiuk V. Productivity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Aquaculture Depending on Consumed Energy. Hydrobiological Journal. 2021. Vol. 57. № 6. P. 63–72.
262. Kondratiuk V., Otchenashko V. Investigation of dependences of the morphological composition of body and amino acid composition of trout meat proteins (*Oncorhynchus Mykiss*) on levels of the energy value of feeds. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. Vol. 15. P. 497–505.
263. Kondratiuk V., Slobodyanyuk N., Ivaniuta A. Effect of feeding conditions on the quality traits of rainbow trout. Acta fytotechnica et zootechnica. 2021. № 24. P. 256–264.
264. Kondratiuk V. M. Rearing larvae and juveniles of rainbow trout with different amino acid nutrition. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. № 6 (88). URL:
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14288>.
265. Kondratiuk V. M. Rearing rainbow trout juvenile fish of this year at different levels of protein in feed stuffs. Animal science and food technology. 2020. Том 11. № 3. P. 34–42.
266. Kondratiuk V. M. Productivity of rainbow trout depending on protein levels in productive feed. Animal science and food technology. 2020. Том 11. № 4. P. 45–53.
267. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical blood indices of rainbow trout depending on the level of protein in feeds. Animal science and food technology. 2021. Том 12. № 1. P. 5–13.

268. Kondratyuk V. M. Biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids depending on energy levels in feeds. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 235–240.
269. Kottelat M., Freyhof J. *Handbook of European freshwater fishes*. Berlin, 2007. 646 p.
270. Ciereszko A. Lack of consistent relationship between distribution of lipid droplets and egg quality in hatchery – raised rainbow trout. *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 2009. Vol. 289. P. 150–153.
271. Li P., Mai K., Trushenski J. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino Acids*. 2009. № 37 (1). P. 43–53.
272. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 193. P. 265–275.
273. Luquet P. *Tilapia Oreodromis* sp. In *Hand-book of Nutrient Requirements of Finfish*. Florida : CRC. Press. 1991. P. 169–180.
274. Mäkinen T. Effect of feeding schedule on growth of rainbow trout. *Aquaculture International*. 1993. Vol. 1. P. 124–136.
275. Miller R. Notes of the Catthroat and Rainbow trout with the description of a new species from the Gila River, New Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology*. 1950. № 529. P. 1–46.
276. Millward D. J. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. *Aquaculture*. 1989. Vol. 79. Iss. 1–4. P. 1–28.
277. Moughan P. J., Kyriazakis I. Protein metabolism in the growing pig. *A Quantitative Biology of the Pig* ed. Wallingford, UK. 1999. P. 299–331.
278. Needham P., Gard R. *Rainbow trout in Mexico and California*. Los Angeles. University of California Press, 1959. Vol. 67, № 1. P. 94–123.
279. Li P. Mai K., Trushenski J., Wu G. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino Acids*. 2009. Vol. 37 (1). P. 43–53.

280. National Research Council. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, DC : The National Academies Press. 2011. 392 p.
281. Ogino G. Requirements of Carp and Rainbow Trout for Essential Amino Acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 1980. № 2 (46). P. 171–174.
282. Ohta M., Watanabe T. Effect of Feed Preparation Methods on Dietary Energy Budgets in Carp and Rainbow Trout. Fisheries Science 1998. № 24 (6). P. 99–114.
283. Parker T. M., Barnes M. E. Effects of different water velocities on the hatchery rearing performance and recovery from transportation of Rainbow Trout fed two different rations. Transactions of the American Fisheries Society. 2015. Vol. 144, Iss. 5. P. 882–890.
284. Pellett P. L., Young V. R. Evaluation of the use of amino acid composition data in assessing the protein quality of meat and poultry products. American Journal of Clinical Nutrition. 1984. № 40 (3 Suppl) P. 718–736.
285. Pfeffer E., Kinzinger S., Rodehutschord M. Influence of the proportion of poultry slaughter by-products and of untreated or hydrothermically treated legume seeds in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), on apparent digestibilities of their energy and organic compounds. Aquaculture nutrition. 1995. № 1(2). P. 111–117.
286. Pfeffer E. Carbohydrate utilization and its determination. Journal of Applied Ichthyology. 1995. Vol. 11, Iss. 3–4. P. 175–182.
287. Portz L., Cyrino J. E. P. Comparison of the amino acid contents of roe, whole body and muscle tissue and their A/E ratios for largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepede, 1802). Aquaculture Research. 2003. Vol. 34. Iss. 8. P. 585–592.
288. Rodehutschord M., Borchert F., Gregus Z. Availability and utilization of free lysine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect of dietary crude protein level. Aquaculture. 2000. Vol. 187, Iss. 1–2. P. 163–176.
289. Sassi M. J. Carboxyterminal Degradation Products of Type I Collagen. Academic Dissertation, Oulu University Press, Oulun, Finland. 2001. 62 p.

290. Seppovaara O. Arctic char and its fishing industrial importance in Finland. *Suom Kalatalous*. 1969. Vol. 37. 175 p.
291. Sirakov I. Flesh quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) and brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) cultivated in recirculation aquaculture system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015. Vol. 4. Iss. 1. P. 50–57.
292. Steffens W. Principles of fish nutrition. Chichester England. Ellis Horwood. 1989. 384 p.
293. Tacon A.G.J., Metian M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*. 2008. № 285. P. 146–158.
294. Takeuchi T., Yokoyama M., Watanabe T., Ogino C. Optimum Ratio of Dietary Energy to Protein for Rainbow. *Trout Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 1978. № 44 (7). P. 729–732.
295. Teimouri M., Amirkolaie A., Yeganeh S. The effects of *Spirulina platensis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 2013. Vol. 396–399. P. 14–19.
296. Treft C. E., Barnes M. E., Voorhees J. M., Martin T. J. Impacts of feeding three commercial trout starter diets to rainbow trout on bacterial Coldwater disease-induced mortality. *Journal of Marine Biology and Aquaculture*. 2017. № 3. P. 1–5.
297. Uysal I., Alpbaz A. Food intake and feed conversion ratios in abant trout (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) in pond culture. *Turk Journal Biology*. 2002. Vol. 26. P. 83–88.
298. Utter F. M., Hodgins H. O., Allendorf F. W., Johnson A. G., Mighell J. L. Biochemical variants in pacific salmon and rainbow trout: their inheritance and application in population studies. *Genetics and Mutagenesis of Fish*. 1973. Vol. 7. P. 329–339.
299. 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. *British Journal of Nutrition*. 2018. № 119 (1). P. 42–56.
300. Voorhees J. M., Barnes M. E., Chipps S. R. Effects of exercise and bioprocessed soybean meal during rainbow trout rearing. *Open Biology Journal*. 2019. № 7. P. 1–13.
301. Voorhees J. M., Barnes M. E., Chipps S. R. Dietary bioprocessed soybean meal does not affect the growth of exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Research and Nutrition*. 2018. Vol. 3, Iss. 2. P. 1–13.
302. Walker L. M., Parker T. M., Barnes M. E. Full and partial overhead tank cover improves Rainbow Trout rearing performance. *North American Journal of Aquaculture*. 2016. Vol. 78, Iss. 1. P. 20–24.
303. Walton M. J., Coloso R. M., Cowey C. B., Adron J. W., Knox D. The effects of dietary tryptophan levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmogairdneri*). *British Journal of Nutrition*. 1984. № 51 (2) P. 279–287.
304. Walton M. J., Cowey C. B., Adron J. W. Methionine metabolism in rainbow trout fed diets of differing methionine and cystine content. *The Journal of Nutrition*. 1982. № 112 (8). P. 1525–1535.
305. Wan J., Mai K. The recent advance on arginine nutritional physiology in fish. *Journal of Fisheries Science*. 2006. Vol. 37. P. 679–685.
306. Wdale F., Brauge C., Vallée F. Effects of dietary protein/energy ratio, ration size, dietary energy source and water temperature on nitrogen excretion in rainbow trout. *Water Science and Technology*. 1995. № 31 (10). P. 185–194.
307. Wilson R. P., Halver J. E., Hardy R. W. Protein and amino acids. *Fish Nutrition*, 3rd version. Elsevier Science : San Diego. 2002. P. 144–179.
308. Wilson R. P., Cowey, C. B. Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and Atlantic salmon. *Aquaculture* 1985. № 48. P. 373–376.
309. Wilson R. P., Halver J. E. Amino acids and proteins. In *Fish Nutrition*, Second Edition, Academic Press. 1989. P. 111–151.

ДОДАТКИ

«ПОГОДЖЕНО»

Проректор з навчальної і виховної
роботи НУБіП України

Кваша С. М.

«07» 10

2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор НУБіП України



Батуллін І. І.

2020 р.

А К Т

про впровадження результатів
докторської дисертаційної роботи
у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:
«Теоретичне та експериментальне обґрунтування протеїнового та
амінокислотного живлення райдужної форелі»,

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора
сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.02.02 «Годівля тварин і
технологія кормів»

виконаної Кондратюком Вадимом Миколайовичем

ПІБ здобувача

впроваджено у навчальну програму при викладанні дисциплін «Годівля риб»
та «Основи тваринництва» у формі лекцій та лабораторно-практичних занять
для студентів факультету тваринництва та водних біоресурсів

на кафедрі годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного

назва кафедри

у підготовці фахівців ОС «Бакалавр»

із спеціальностей 204 «Технологія виробництва і переробки продукції
тваринництва» та 207 «Водні біоресурси та
аквакультура»

назва спеціальностей

у Національному університеті біоресурсів і природокористування України

(назва ЗВО)

Директор НДІ технологій та якості
продукції тваринництва



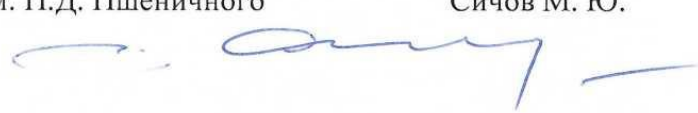
Чумаченко І. П.

Заступник декан факультету
тваринництва та водних біоресурсів
з навчальної роботи



Кононенко Р. В.

Завідувач кафедри годівлі тварин
та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного



Сичов М. Ю.



«ПОГОДЖЕНО»

Перший проректор НУБіП України



«09»

І.І. Батуллін
2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»



«09»

Олексик В.І.
2020 р.

М.П.

А К Т

про впровадження результатів докторської дисертаційної роботи
у виробництво

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:

«Теоретичне та експериментальне обґрунтування протеїнового та
амінокислотного живлення райдужної форелі»,

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських
наук за спеціальністю 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів»

виконаної Кондратюком Вадимом Миколайовичем

(ПІБ здобувача)

впроваджені у ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»

назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних результатів Спосіб годівлі райдужної форелі
(методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо)
2. Новизна отриманих результатів Проведена комплексна оцінка впливу
(патенти, авторські свідоцтва тощо)
комбікорму з різними рівнями енергії на продуктивність райдужної форелі
3. Практичне впровадження/використання результатів ТДВ «Закарпатський
(місце впровадження/застосування)
рибокомбінат» Закарпатської області Мукачівського району
4. Значущість отриманих результатів Річний економічний ефект виражено
(економічний, соціальний, науково-технічний ефект)

прибутком у розмірі 182157 грн (сто вісімдесят дві тисячі сто п'ятдесят сім
гривень). Використання комбікорму дозволяє знизити собівартість 1 кг приросту
іхтіомаси та підвищити рівень рентабельності виробництва високоякісної
продукції форелівництва.

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами “Обґрунтування
(назва, № держреєстрації)
енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення райдужної форелі”
(номер державної реєстрації 0119U103468)

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від організації

Начальник науково-дослідної
частини

Директор


(підпис) Отченашко В.В.
(ПІБ)


(підпис) Олексик В.І.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

«09» 09 2020 р.

Директор НДІ технологій та якості
продукції тваринництва


(підпис) Чумаченко І.П.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Виконавець


(підпис) Кондратюк В.М.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

«ПОГОДЖЕНО»

Перший проректор НУБіП України

«09»  І.І. Батуллін
2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор
ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»

«08»  Олексик В.І.
2020 р.

А К Т

про впровадження результатів докторської дисертаційної роботи
у виробництво

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:

«Теоретичне та експериментальне обґрунтування протеїнового та
амінокислотного живлення райдужної форелі»,

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських
наук за спеціальністю 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів»

виконаної Кондратюком Вадимом Миколайовичем

(ПІБ здобувача)

впроваджені у ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»
назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних результатів Спосіб годівлі райдужної форелі
(методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо)
2. Новизна отриманих результатів Проведена комплексна оцінка впливу
комбікорму з різними рівнями протеїну на продуктивність райдужної форелі
(патенти, авторські свідоцтва тощо)
3. Практичне впровадження/використання результатів ТДВ «Закарпатський
рибокомбінат» Закарпатської області Мукачівського району
(місце впровадження/застосування)
4. Значущість отриманих результатів Річний економічний ефект виражено
(економічний, соціальний, науково-технічний ефект)

прибутком у розмірі 203881 грн (двісті три тисячі вісімсот вісімдесят одна
гривня). Використання комбікорму дозволяє знизити собівартість 1 кг приросту
іхтіомаси та підвищити рівень рентабельності виробництва високоякісної
продукції форелівництва.

Продовження додатку В

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами “Обґрунтування
(назва, № держреєстрації)
енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення райдужної форелі”
(номер державної реєстрації 0119U103468)

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від організації

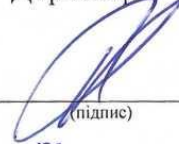
Начальник науково-дослідної
частини



Отченашко В.В.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Директор



Олексик В.І.
(ПІБ)

«08» 09 2020 р.

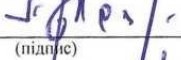
Директор НДІ технологій та якості
продукції тваринництва



Чумаченко І.П.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Виконавець



Кондратюк В.М.
(ПІБ)

«09» 09 2020 р.

«ПОГОДЖЕНО»

Перший проректор НУБіП України

Ібатуллін І.І.
2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор

ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»

Олексик В.І.
2020 р.

А К Т

про впровадження результатів докторської дисертаційної роботи
у виробництво

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему:

«Теоретичне та експериментальне обґрунтування протеїнового та
амінокислотного живлення райдужної форелі»,

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських
наук за спеціальністю 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів»виконаної Кондратюком Вадимом Миколайовичем

(ПІБ здобувача)

впроваджені у ТДВ «Закарпатський рибокомбінат»
назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних результатів Спосіб годівлі райдужної форелі
(методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо)
2. Новизна отриманих результатів Проведена комплексна оцінка впливу
(патенти, авторські свідоцтва тощо)
комбікорму з різними рівнями лізину та метіоніну на продуктивність райдужної
форелі
3. Практичне впровадження/використання результатів ТДВ «Закарпатський
(місце впровадження/застосування)
рибокомбінат» Закарпатської області Мукачівського району
4. Значущість отриманих результатів Річний економічний ефект виражено
(економічний, соціальний, науково-технічний ефект)

Продовження додатку Д

прибутком у розмірі 164823 грн (сто шістдесят чотири тисячі вісімсот двадцять три гривні). Використання комбікорму дозволяє знизити собівартість 1 кг приросту іхтіомаси та підвищити рівень рентабельності виробництва високоякісної продукції форелівництва.

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами “Обґрунтування
(назва, № держреєстрації)
енергетичного, протеїнового та амінокислотного живлення райдужної форелі”
(номер державної реєстрації 0119U103468)

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від організації

Начальник науково-дослідної
частини


Отченашко В.В.
(підпис) (ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Директор


Олексик В.І.
(підпис) (ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Директор НДІ технологій та якості
продукції тваринництва


Чумаченко І.П.
(підпис) (ПІБ)

«09» 09 2020 р.

Виконавець


Кондратюк В.М.
(підпис) (ПІБ)

«09» 09 2020 р.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ
Статті у фахових виданнях України та закордонних виданнях, що
входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus і WoS

1. Ібатуллін І. І., Ільчук І. І., Кондратюк В. М., Кривенок М. Я. Актуальні проблеми нормованої годівлі корошових та лососевих риб. Науковий вісник НУБіП України. 2012. Вип.179. С. 143–149. *(Здобувачем проаналізовано особливості нормованої годівлі лососевих риб).*
2. Кондратюк В. М. Ефективність використання комбікормів з різним рівнем енергії у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Animal science and food technology. 2020. Т. 11. № 2. С. 48–55.
3. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі за різних рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С.174–180.
4. Кондратюк В. М. Використання комбікормів із різним рівнем протеїну у годівлі личинок і мальків райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С.182–188.
5. Кондратюк В. Вплив енергетичного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 5 (87) URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14157>.
6. Kondratiuk V. M. Rearing rainbow trout juvenile fish of this year at different levels of protein in feed stuffs. Animal science and food technology. 2020. Том 11. № 3. Р. 34–42.
7. Кондратюк В. М. Вплив протеїнового живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 159–165.
8. Kondratiuk V. M. Productivity of rainbow trout depending on protein levels in productive feed. Animal science and food technology. 2020. Т. 11. № 4. Р. 45–53.

9. Kondratiuk V. M. Rearing larvae and juveniles of rainbow trout with different amino acid nutrition. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. № 6 (88). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14288>.
10. Кондратюк В. М. Вплив амінокислотного живлення на продуктивність цьоголіток райдужної форелі. Науково-технічний бюлетень інституту тваринництва НААН. 2020. № 124. С. 104–114.
11. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі залежно від рівнів лізину та метіоніну у продукційних комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 103–111.
12. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування цьоголіток райдужної форелі (*Oncorhynchus Mykiss*) за різного вмісту лізину та метіоніну у кормах. Агроєкологічний журнал. 2021. № 1. С. 173–181.
13. Kondratiuk V. Productivity of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Aquaculture Depending on Consumed Energy. Hydrobiological Journal. 2021. Vol. 57, № 6. P. 63–72.
14. Kondratiuk V., Otchenashko V. Investigation of dependences of the morphological composition of body and amino acid composition of trout meat proteins (*Oncorhynchus Mykiss*) on levels of the energy value of feeds. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. Vol. 15. P. 497–505. (Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).
15. Кондратюк В. М. Гематологічні та біохімічні показники крові форелі залежно від рівнів енергії у комбікормах. Таврійський науковий вісник. 2021. № 117. С. 222–229.
16. Kondratyuk V. M. Biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids depending on energy levels in feeds. Таврійський науковий вісник. 2021. № 118. С. 235–240.
17. Kondratyuk V. M. Hematological and biochemical blood indices of rainbow trout depending on the level of protein in feeds. Animal science and food technology. 2021. T. 12, № 1. P. 5–13.

18. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Biological efficiency of lipids in rainbow trout flesh depending on protein levels in feeds. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 2 (90). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14927/13273>

(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).

19. Kondratiuk V., Slobodyanyuk N., Ivaniuta A. Effect of feeding conditions on the quality traits of rainbow trout. Acta fytotechnica et zootechnica. 2021 (3). № 24 P. 256–264. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*

20. Kondratiuk V. M., Ivaniuta A. O. Morphological composition of the body and chemical composition of trout meat depending on amino acid levels in feed. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 188–195. *(Здобувачем проведено експеримент, відібрано проби, узагальнено отримані дані результатів досліджень та підготовлено матеріали до друку).*

21. Kondratiuk V. M. Hematological and biochemical indicators of rainbow trout blood depending on lysin and methionine levels in combined feed. Наукові доповіді НУБІП України. 2021. № 3 (91). URL : <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15134/13448>.

22. Kondratiuk V. M. Bioefficacy of rainbow trout flesh lipids depending on the level of amino acids in compound feeds. Animal science and food technology. 2021. Т. 12, № 2. С.34–42.

Тези наукових доповідей:

23. Кондратюк В. М. Вплив енергетичного живлення на ріст личинок і мальків форелі. Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті : Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 12–14 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 53–55.

24. Кондратюк В. М. Вирощування цьоголіток райдужної форелі за різного енергетичного живлення. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні

проблеми. 74-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 26–27 березня 2020 року: тези доп. Київ, 2020. С. 98–99.

25. Кондратюк В. М. Ефективність вирощування райдужної форелі у промислових умовах. Сучасні технології у тваринництві і рибництві: навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми. 75-а всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 березня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 147–148.

26. Кондратюк В. М. Ефективність використання продукційних комбікормів з різними рівнями енергії у форелівництві. Аквакультура ХХІ століття – проблеми та перспективи. Міжнародна науково-практична онлайн конференція, м. Київ, 27 травня 2021 року: тези доп. Київ, 2021. С. 25–26.