

УДК 639.21:597.552.512.3.043:616–071:612.1
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.30>

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ФОРЕЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНІВ ЕНЕРГІЇ У КОМБІКОРМАХ

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

У статті досліджено вплив використання повнораціонних комбікормів із різним рівнем енергії на гематологічні та біохімічні показники крові форелі. Мета досліджу – визначити вплив різних рівнів енергетичного живлення товарної райдужної форелі на гематологічні та біохімічні показники їх крові. Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 210 діб та поділявся на два періоди: зрівняльний (10 діб) та основний (200 діб). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень енергії в експериментальних комбікормах для різних піддослідних груп форелі коливався від 16 до 20 МДж у 1 кг. Доведено, що зниження вмісту енергії у комбікормі для форелі з 18 до 16–17 МДж сприяє зниженню вмісту гемоглобіну в їх крові на 1,0–2,0 г/л., тоді як збільшення вмісту обмінної енергії до 19–20 МДж сприяє підвищенню гемоглобіну на 3,6–8,0%. За умов зниження вмісту обмінної енергії до 16–17 МДж/кг кількість еритроцитів у крові знижується на 1,8–3,6%, а за підвищення енергії до 18–19 МДж/кг – підвищується до 0,03–0,09 Т/л. Зниження енергетичного живлення райдужної форелі з 18 МДж/кг до 16–17 МДж/кг викликало зменшення кількості лейкоцитів у крові до 21,8–22,0 г/л, а збільшення енергії у комбікормах із 18 МДж до 19–20 МДж викликало збільшення лейкоцитів у крові форелі на 22,9–23,3 г/л. Споживання комбікормів форелю з підвищеним рівнем обмінної енергії викликало зростання вмісту в крові риб загального білка, глобулінів, глюкози і зниження альбумінів, аланінамінотрансферази й аспаратамінотрансферази. Результати досліджень показали, що підвищення мінерального статусу крові простежується за умов годівлі риб кормами з підвищеним умістом обмінної енергії (19–20 МДж). Установлено, що зниження вмісту обмінної енергії в комбікормах форелі з 18 МДж/кг до 16–17 МДж/кг підвищувало вміст загальних ліпідів до 4,1–4,2 ммоль/л.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, обмінна енергія, гематологічні показники, лейкоцитарна формула, біохімічні показники крові.

Kondratiuk V.M. Hematological and biochemical indicators of blood of trout depending on energy levels in feed

The article considers the effectiveness of the use of complete feed with different levels of energy for the hematological and biochemical indicators of blood of trout. The aim of the experiment was to establish the effect of different levels of trout protein nutrition on their hematological and biochemical indicators of blood. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 210 days and was divided into two periods: equalization (10 days) and main (200 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of energy in experimental feeds for different experimental groups of trout ranged from 16 to 20 MJ per 1 kg. It is proved that reducing the energy content of trout feed from 18 to 16–17 MJ promotes reducing the hemoglobin content in their blood by 1.0–2.0 g/l, while increasing the metabolic energy up to 19–20 MJ promotes increasing of hemoglobin by 3.6–8.0%. When metabolic energy content decreases, the number of erythrocytes in the blood decreases by 1.8–3.6%. When energy increases up to 18–19 MJ/kg, the number of erythrocytes increases up to 0.03–0.09 T/l. Reducing the energy content of trout feed from 18 to 16–17 MJ promotes reducing the number of leukocytes in the blood to 21.8–22.0 g/l, and the increase of energy in compound feeds (from 18 MJ to 19–20 MJ) promotes increases of leukocytes in trout blood by 22.9–23.3 g/l. Feeding trout on mixed feeds with increased levels of metabolic energy promotes an increase in the content of total protein, globulins, glucose in the blood of fish and a decrease in the albumin, alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase. The research results show that the increase of the mineral status of blood can be traced when fish eat mixed feeds with high content of metabolic energy (19–20 MJ). It was noted that the decrease in

the metabolic energy content in trout feed from 18 MJ/kg to 16–17 MJ/kg increased the content of total lipids to 4.1–4.2 mmol/l.

Key words: rainbow trout, fish feeding, feed, metabolic energy, hematological parameters, leukocyte formula, biochemical parameters of blood.

Постановка проблеми. Витрати на корми для форелі становлять понад 60% усіх витрат на її вирощування, тому проблема їх раціонального використання та економії посідає особливе місце. Важливим у плановому виробництві є підбір відповідного корму і стратегії годівлі, бо це запорука найбільш ефективного використання матеріально затратного кормового ресурсу [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Енергетичний аспект у годівлі риб має досить вагоме значення, бо витрати частини корму на енергетичні потреби часто варіабельні навіть у межах одного виду. У наукових роботах N.M. Aras, H.A. Karabulut, S.J. Kaushik, J.D. Kim, I. Yandi доведено, що за рахунок оптимізації енергетичного живлення райдужної форелі можна забезпечити високий рівень продуктивності та покращити якість продукції [2; 3].

Збалансована годівля з дотриманням оптимальних умов вирощування є ключовим фактором, що впливає на інтенсивність росту [4; 5]. Але важливо під час досліджень звертати увагу не лише на продуктивність, а й на фізіологічний стан риби. Варто зауважити, що середовище проживання і холоднокровність значно відрізняє риб від наземних тварин і визначає специфіку фізіології і біохімії живлення [6; 7]. Визначити потребу риб в енергії можна тільки на основі комплексного ґрунтового вивчення всіх процесів у їх організмі, що є можливим лише за умови глибокого аналізу гематологічних показників форелі.

Отже, вивчення питання впливу різного енергетичного живлення райдужної форелі на гематологічні показники є необхідним для визначення потреби риби в енергії для успішної діяльності холодноводних рибницьких господарств України.

Матеріал та методика досліджень. Експериментальні дослідження на дволітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведено в умовах господарства «Шипот» Перечинського району Закарпатської області.

Постановка завдання. Мета науково-господарського досліджу – визначити вплив різних рівнів енергетичного живлення товарної райдужної форелі на гематологічні та біохімічні показники їх крові.

Для цього за методом аналогів сформовано п'ять піддослідних груп (табл. 1). У зрівняльний період, який тривав 10 діб, піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період досліджу (200 діб) рівень обмінної енергії в комбікормах форелі регулювали за рахунок зміни окремих компонентів комбікормів (із використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми Agro Soft Win Opti).

Поживність експериментальних продукційних комбікормів наведено в таблиці 2.

Годівлю райдужної форелі в період досліджень проводили 4–6 разів на добу в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси риб та температури середовища на момент годівлі.

Зважування піддослідної форелі проводили раз на 10 діб. Зважування риб здійснювали на електронних терезах у відтарованій ємності з водою (з точністю до 0,1 г). Вирощування товарних дволітків проводили в ставках площею 100 м² за щільності посадки 50 екз./м² та рівня води в них 1 м. Загальна кількість особин форелі в експериментальних дослідженнях становила 25 тис. екз. Умови утримання піддослідних риб відповідали нормативним вимогам у лососівництві [8; 9].

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліджу

Група	Щільність посадки на початок досліджу, екз./м ²	Середня маса на початок досліджу, г	Періоди досліджу	
			зрівняльний (10 діб)	основний (200 діб)
			вміст обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
1 – контрольна	50	50,2±1,72	18,0	18,0
2 – дослідна	50	50,7±2,41		16,0
3 – дослідна	50	50,5±3,14		17,0
4 – дослідна	50	50,9±1,53		19,0
5 – дослідна	50	50,3±2,83		20,0

Таблиця 2

Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Група				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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
Вітамін А, тис. МО	10	10	10	10	10
Вітамін D ₃ , тис. МО	3	3	3	3	3
Вітамін Е, мг	200	200	200	200	200

Зразки крові відбирали із серця за допомогою ін'єкційної голки, яку вводили з черевної сторони за сагітальною лінією між грудними плавцями. Гепарин використовували як антикоагулянт.

Концентрацію еритроцитів визначали пробірочним методом із використанням консервувального розчину, мікроскопа і камери Горяєва, лейкоцити – непрямим методом на мазку крові, гемоглобін – гемоглобінціанідним методом на спектрометрі. Окрім цього, визначено загальний білок у сироватці крові рефрактометрично [10; 11].

Показники пластичного обміну, зокрема й вміст глюкози в крові риб, визначали за методом І.П. Кондрахіна та ін. [11]. Принцип методу заснований на здатності глюкозооксидази, окислюючись, утворювати комплексну сполуку, яка забарвлює розчин у рожевий колір. Інтенсивність забарвлення розчину пропорційна вмісту глюкози в пробі. Концентрацію глюкози в крові розраховували за стандартним розчином та виражали в ммоль/л. Вміст загального білка в плазмі крові риб визначали за допомогою наборів реактивів фірми «Lachema» (Чеська Республіка) та стандартних розчинів субстратів.

Результати досліджень опрацьовано методом варіаційної статистики [12] за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 7.0 і MS Excel з використанням убудованих статистичних функцій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Після проведення науково-господарських дослідів із метою обґрунтування оптимальних параметрів енергетичного живлення форелі встановлено, що на кінець досліду (7-й місяць) найвищої маси досягли дволітки, яким згодовували комбікорм із підвищеним вмістом обмінної енергії (19 і 20 МДж/кг). Водночас зниження енергетичної поживності комбікорму від 18 МДж/кг до 16–17 МДж/кг призводить до втрати маси форелі на 4,4–10,1%. Отже, вплив досліджуваного фактора на продуктивність райдужної форелі очевидний. Але для розроблення оптимальних параметрів енергетичного живлення варто використовувати комплексний підхід з урахуванням усіх процесів в організмі риби, що передбачає аналіз гематологічних показників.

Одним з основних завдань було дослідження морфологічних і біохімічних компонентів крові за умов згодовування комбікормів із різною енергетичною поживністю, що має вагоме значення для оцінки якості годівлі.

Як відомо, кров є чутливим й інформативним індикатором стану організму, швидко реагує на зміни як екзогенних, так і ендогенних чинників. Динаміка біохімічних показників може слугувати маркером стану організму риб, характеризувати якість годівлі, дозволяє отримати додаткові дані щодо фізіологічного стану риби. Окрім цього, проблема годівлі посідає важливе місце в наданні оцінки економічної ефективності виробництва.

Дослідження метаболітів крові з метою контролю функціонального стану організму форелі (залежно від впливу досліджуваного фактора) наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Гематологічні показники райдужної форелі (n=5)

Показник	Група				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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 показав незначні зміни в гематологічних показниках райдужної форелі, які не мають вірогідної різниці.

Експериментальні й 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 риб залежить від виду, породи, фізіологічного стану, умов годівлі та утримання, статі тощо. За їх вмістом можна судити про фізіологічний стан організму риб.

Із наведених даних видно, що з підвищенням або зниженням обмінної енергії в комбікормах райдужної форелі концентрація гемоглобіну та еритроцитів у крові дещо змінюється (порівняно з аналогами контрольної групи). Так, вміст гемоглобіну в крові форелі 2-ї та 3-ї груп був на 2,0 г/л і 1,0 г/л відповідно меншим, ніж у крові риб контрольної групи. Аналогічна ситуація спостерігалась і за вмістом еритроцитів у їх крові. Так, під час зниження вмісту обмінної енергії (до 16 та 17 МДж/кг) в комбікормах форелі 2-ї та 3-ї груп кількість еритроцитів у крові знизилась на 3,6% та 1,8% відповідно (порівняно з рибами контрольної групи).

Зниження енергетичного живлення райдужної форелі (порівняно з контролем) викликало також зменшення кількості лейкоцитів у крові до 21,8 г/л (у риб 2-ї групи) та 22,0 г/л аналогів 3-ї групи (порівняно з таким показником аналогів контрольної групи).

Використання комбікормів у годівлі райдужної форелі з підвищеним умістом обмінної енергії до 19,0 МДж/кг (4-та група) та 20,0 МДж/кг (5-та група) супроводжувало незначне зростання формених елементів крові. Так, уміст еритроцитів у риб 4-ї та 5-ї дослідних груп був більшим на 0,03–0,09 Т/л (порівняно з аналогами контрольної групи).

Аналогічна закономірність спостерігалась і за вмістом гемоглобіну та лейкоцитів у крові піддослідних риб. Уміст гемоглобіну в крові форелі 4-ї та 5-ї дослідної груп був на 3,6% і 8,0% вищим (порівняно з аналогічним показником контролю). Рівень лейкоцитів при цьому також зростав і становив у риб 4-ї групи на рівні 22,9 г/л, у 5-ї – 23,3 г/л, тоді як у аналогів контрольної групи цей показник був на рівні 22,6 г/л.

Проте за фагоцитарною активністю нейтрофілів у крові піддослідних риб спостерігається незначне коливання показників, що вказує на те, що вона не залежить від досліджуваного чинника. Так, фагоцитарна активність нейтрофілів у крові піддослідних риб райдужної форелі всіх груп перебувала в межах фізіологічної норми і становила 46,2% у контролі та 45,9–46,8% у риб дослідних груп.

Отже, проведені дослідження показників крові райдужної форелі вказують на те, що їх рівень був у межах фізіологічної норми та не залежав від дослідного фактора.

Вивчення біохімічних показників сироватки крові дає можливість одержати додаткові дані про фізіологічний статус організму риби. Біохімічні показники крові райдужної форелі визначали в кінці досліду (табл. 4).

Таблиця 4

Біохімічний профіль крові піддослідних груп райдужної форелі (n=5)

Показник	Група				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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	38,3±2,33	38,73±2,52	38,83±2,89	39,35±3,01*	39,99±3,12*
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±3,21	51,7±3,82	51,2±3,43	52,0±3,41*	51,9±3,29*
Аспаратаміно-трансфераза, U/L	83,6±5,85	84,0±4,92	80,7±4,32**	80,1±4,71*	78,6±3,69*
Глюкоза, ммоль/л	3,9±0,91	4,0±0,19	4,08±0,23	5,2±0,64	5,5±0,77
Каротин, 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

Результати проведених досліджень свідчать про те, що споживання комбикормів райдужною фореллю з різним умістом обмінної енергії під час її вирощування позначається на біохімічному складі крові.

Так, споживання комбикормів фореллю з рівнем обмінної енергії 19 та 20 МДж/кг (порівняно з контрольною групою) викликало підвищення вмісту в крові риб загального білка на 3,7 г/л та 6,3 г/л відповідно, глобулінів (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. Слід зазначити, що при цьому спостерігалось зниження вмісту в крові альбумінів (на 0,8% та 2,8%), аланін амінотрансферази (на 3,4–3,5 U/L ($p < 0,05$)), аспаратамінотрансферази (на 3,5–5,0 U/L ($p < 0,01$)).

Установлено, що вирощування райдужної форелі 2-ї та 3-ї груп на повнораціонних комбикормах зі зниженим умістом обмінної енергії (порівняно з контролем) суттєво не впливало на кількість загального білка, альбумінів, (α , та β та аспаратамінотрансферази). Водночас у крові риб цих груп підвищувався вміст γ -глобулінів на 4,6–5,4% ($p < 0,01$) і зменшувався вміст α -глобулінів на 0,3–0,6% ($p < 0,05$) та аланінамінотрансферази на 3,7–4,2 U/L.

Важливими індикаторами функціонального стану печінки є активність трансаміназ (аланін-, аспаратамінотрансфераза) сироватки крові. Установлено, що активність аланінамінотрансферази райдужної форелі контрольної групи, якій згодовували комбикорми з умістом обмінної енергії 18 МДж/кг, була найвищою і становила 55,4 U/L. Різниця за цим показником була вірогідною між показниками контрольної та дослідними групами ($p < 0,05$). Найвища активність аспаратамінотрансферази (84,0 U/L) виявлена в крові риб 2-ї групи, а форель 3-ї групи за цим показником поступалася аналогам контрольної групи на 2,9 U/L.

Швидкість ферментних реакцій залежить і від концентрації мінеральних елементів. Так, особливе місце належить умісту в крові кальцію і фосфору. Результати наших досліджень показали підвищення мінерального статусу крові за умов годівлі риб кормами з підвищеним умістом обмінної енергії. Так, уміст кальцію в крові риб 4-ї та 5-ї дослідних груп був на 24,0–36,0% більшим (порівняно з контролем). Уміст фосфору при цьому також зростав і становив у межах 3,6–3,8 ммоль/л.

Залізо – один із показників, який характеризує стан імунної системи організму риб. Воно бере участь у процесах з'єднання, перенесення та передання життєво необхідного рибам кисню, допомагає крові насичувати ним органи і тканини. Йони заліза входять до складу молекул міоглобіну і гемоглобіну, забарвлюючи кров у червоній колір. Залізо також бере участь у процесах тканинного дихання, відіграє важливу роль у кровотворенні.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що у всіх піддослідних групах риб уміст заліза в крові був у межах фізіологічної норми, що вказує на їх високий фізіологічний статус.

Проведеним дослідженням також встановлено, що підвищення чи зниження енергетичного живлення райдужної форелі суттєво не впливає на концентрацію лейкоцитів та співвідношення паличкоядерних паличок (табл. 5).

Установлено, що згодовування форелі повнораціонних комбикормів із підвищеним умістом обмінної енергії (порівняно з контролем) викликало зниження вмісту лімфоцитів та моноцитів. Так, згодовування рибам комбикормів із умістом обмінної енергії 19,0 МДж/кг сприяло зниженню лімфоцитів і моноцитів на 6,0% і 1,54% відповідно.

Вирощування форелі на комбікормах із вмістом обмінної енергії на рівні 20,0 МДж/кг (5-та дослідна група) призводило до зниження вмісту в крові лімфоцитів до 56,4%, тоді як уміст моноцитів був на рівні контролю і становив 17,9%.

Аналогічна закономірність за вищезгаданими показниками крові спостерігалась і за умов зниження вмісту обмінної енергії в комбікормах риб 2-ї та 3-ї груп. Так, уміст лімфоцитів і моноцитів у крові райдужної форелі цих груп був на 10,7–10,2% та 3,64–4,04% відповідно меншим, ніж у контролі.

Таблиця 5

Динаміка змін лейкоцитарної формули та вміст загальних ліпідів крові райдужної форелі (n=5)

Показник	Група				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
Лейкоцити, Г/л	23,1±0,12	23,0±0,13	23,1±0,11	23,3±0,23	23,6±0,31
Нейрофіли, %	19,6±0,17	19,2±0,21	19,3±0,20	19,9±0,31	20,0±0,39
Поліморфно-ядерні, %	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±0,84	4,1±0,23	4,2±0,12	4,6±0,31	4,9±0,35**

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

Ліпідний обмін в організмі риб досить об'єктивно характеризується за вмістом загальних ліпідів сироватки крові. Зазначено, що зниження вмісту обмінної енергії в комбікормах форелі 2-ї та 3-ї груп (порівняно з контролем) незначно підвищувало вміст загальних ліпідів (до 4,1–4,2 ммоль/л).

Аналогічна картина спостерігалась із підвищенням енергетичного живлення райдужної форелі 4-ї та 5-ї дослідних груп, що супроводжувалось зростанням умісту загальних ліпідів на 0,6 ммоль/л і 0,9 ммоль/л відповідно (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 риб райдужної форелі, можна вказати на те, що лише оптимальні норми обмінної енергії дозволяють одержувати товарну рибу з бажаними продуктивними ознаками та функціональними можливостями.

Висновки і пропозиції. Установлено, що згодовування форелі комбікормів із зниженою енергетичною поживністю (16 та 17 МДж/кг) супроводжується зниженням еритроцитів у крові на 3,6% та 1,8% відповідно (порівняно з рибами контрольної групи, де вміст енергії в комбікормі становив 18 МДж/кг).

Використання комбікормів у годівлі райдужної форелі з підвищеним умістом обмінної енергії до 19,0 МДж/кг та 20,0 МДж/кг супроводжувало зростання гемоглобіну в крові форелі на 3,6% і 8,0%.

Фагоцитарна активність нейтрофілів у крові піддослідних риб не залежала від досліджуваного чинника, перебувала в межах фізіологічної норми і становила 46,2% у контролі та 45,9–46,8% у риб дослідних груп.

Споживання продукційних комбікормів фореллю з рівнем обмінної енергії 19 та 20 МДж/кг викликало вірогідне підвищення вмісту в крові риб α -глобулінів на 3,9–7,5% ($p < 0,05$), γ -глобулінів на 3,1–4,8% ($p < 0,05$) та зниження вмісту аланінамінотрансферази на 3,4–3,5 U/L ($p < 0,05$), аспартатамінотрансферази – 3,5–5,0 U/L ($p < 0,01$).

Установлено, що вирощуванню райдужної форелі на повнораціонних комбікормах зі зниженим умістом обмінної енергії (16 і 17 МДж/кг) характерне вірогідне підвищення вмісту γ -глобулінів на 4,6–5,4% ($p < 0,01$) і достовірне зменшення вмісту α -глобулінів на 0,3–0,6% ($p < 0,05$).

Досліджено, що активність аланінамінотрансферази у райдужної форелі, якій згодовували комбікорми з умістом обмінної енергії 18 МДж/кг, була найвищою (55,4 U/L), а різниця за цим показником була вірогідною ($p < 0,05$).

Перспективи подальших досліджень пов'язані з визначенням впливу на продуктивні та функціональні показники товарної райдужної форелі її протеїнового живлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бобель І.Ю., Півторак Я.І. Стратегія ефективності годівлі форелі кормами Allegaqua. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2018. Т. 20. № 84. С. 88–92.
2. Karabulut H. A., Yandi I., Aras N. M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9 (22). P. 2818–2823.
3. Kim J.D., Kaushik S.J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1992. № 106 (2). P. 161–169.
4. Єгоров Б.В., Фігурська Л.В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2. С. 37–39.
5. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : ВНИРО, 2006. 360 с.
6. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб : довідково-навчальний посібник / І.М. Шерман та ін. Київ : Вища освіта, 2002. 126 с.
7. Соврачев К.Ф. Основы биохимии и питания рыб. Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 247 с.
8. Канидьеv А.Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва: ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
9. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ : Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с.
10. Влізло В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник. Львів, 2012. 764 с.
11. Кондрахин І.П., Архипов А.В., Левченко В.И. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. Москва : Колос, 2004. 520 с.
12. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.