

---

---

# ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА

---

---

УДК 639.3.043:577.112.385/386:597.552.512

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227260>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЦЬОГОЛІТОК РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) ЗА РІЗНОГО ВМІСТУ ЛІЗИНУ ТА МЕТІОНІНУ У КОРМАХ

В. М. Кондратюк

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)  
e-mail: vadmcondratyuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-4246-2639

У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів із різним рівнем лізину і метіоніну за вирощування цьоголітків райдужної форелі. Метою дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів амінокислотного живлення цьоголітків форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 55 днів і поділявся на два періоди: зрівняльний (5 днів) та основний (50 днів). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень лізину і метіоніну в експериментальних комбікормах для різних піддослідних груп форелі коливався від 2,7 до 3,1% та від 0,85 до 1,05% відповідно. Доведено, що зменшення вмісту лізину до 2,7% і метіоніну до 0,85% у комбікормі для цьоголітків форелі масою понад 10 г спричиняє достовірне ( $p < 0,05$ ) зменшення показників продуктивності риб. Зокрема, встановлено, що згодовування комбікормів із зазначеними вище рівнями амінокислот сприяє зменшенню маси форелі на 10,4%, та зниженню інтенсивності росту на 9,1–19,9%, порівняно з рибами, яким згодовували корм із вмістом лізину і метіоніну на рівні 2,9 і 0,95% відповідно. Підвищення заданих показників у кормах для цьоголітків форелі супроводжується деякою позитивною тенденцією до збільшення їхньої продуктивності, проте достовірної різниці не встановлено. У процесі досліджень було визначено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом лізину 3,0% та метіоніну 1,0% були меншими на 10,3%, а за вмісту цих амінокислот на рівні 2,7 і 0,85% відповідно — на 17,1% більшими, порівняно з рибами, які споживали корм із вмістом лізину 2,9 та метіоніну 0,95%. Використання для годівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями лізину і метіоніну істотно не позначилось на збереженості риб, яка перебувала у межах 82,0–83,1%. За виробництва продукції форелівництва за показниками максимальної продуктивності та економічними критеріями оптимізації, для годівлі цьоголітків форелі з масою понад 10 г рекомендовано використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем лізину — 3,0% та метіоніну — 1,0%.

**Ключові слова:** годівля форелі, комбікорми, амінокислотне живлення, продуктивність, економічні показники.

### ВСТУП

Користь вживання риби і морепродуктів була доведена вченими з різних країн світу. Білок риби легше засвоюється організмом людини, ніж м'ясо. Завдяки поліненасиченим жирним кислотам  $\omega$ -3, які у великій кількості містяться у рибі та морепродуктах, людина може поліпшити роботу мозку і нервової системи, а голов-

не — попередити виникнення злоякісних пухлин. Продукти аквакультури у своєму складі містять: йод, залізо, кальцій, калій, марганець, фосфор, цинк, та інші макро- і мікроелементи, вітаміни А, С, Е, D, РР і групи В [1; 2].

Як зазначають вчені, споживання риби на душу населення в світі поступово зростає: від 9,9 кг/людину/рік у 1960 р. до 20,3 кг у 2017 р. У 2018 р. загальний обсяг

© В. М. Кондратюк, 2021

продукції світового рибного господарства (за винятком водних рослин) становив 171,2 млн т, у т. ч. — 93,4 млн т за рахунок промислового рибальства [3–5].

У 2014 р. вперше населенням нашої планети було спожито більше штучно вирощеної, а не виловленої риби. Це індикатор підвищення рівня технологій промислової світової аквакультури, не остання роль в якій належить і форелівництву. Саме цій важливій підгалузі тваринництва відводиться одна з ключових ролей у забезпеченні продовольчої безпеки населення України [3; 6; 7].

Успішне та рентабельне виробництво продукції форелівництва можна отримати лише за умови контролю росту і розвитку організму риб на усіх етапах її вирощування. Тому чинник годівлі й збалансованості раціонів за усіма поживними речовинами, в т.ч. і амінокислотним складом, відіграє ключову роль у цьому. Нестача таких незамінних амінокислот, як лізин і метіонін, так само, як і їхній надлишок у раціоні форелі, можуть негативно впливати на показники продуктивності риб, і в кінцевому результаті — на економічну ефективність виробництва продукції рибництва [8–11].

Метою досліджень передбачалося встановити вплив різних рівнів амінокислотного живлення цьоголітків райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss*) на показники їхньої продуктивності.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Як зазначають ряд дослідників, рівні лізину і метіоніну, а також їхнє співвідношення у повнораціонних комбікормах для вирощування райдужної форелі дещо відрізняються у різних країнах світу і у кожного конкретного виробника комбікорму [7; 11–13]. Збалансованість раціонів за усіма поживними речовинами істотно впливає на продуктивність райдужної форелі на усіх етапах її вирощування [5; 14–18]. Наявність у раціоні риб протеїну високої якості, збалансованого за амінокислотним складом, у поєднанні з потрібною кількістю обмінної енергії, є одним із лімітую-

чих факторів для отримання показників оптимального росту та витрат корму на одиницю продукції [19–21]. Але, якщо у комбікормі вміст білка та амінокислот знаходиться у надлишку, тоді це може також призвести до погіршення показників продуктивності риб та до визначення невірних потреб у поживних речовинах [8; 22].

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

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження на цьоголітках райдужної форелі *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) проведені в умовах господарства «Шипот» Перечинського р-ну Закарпатської обл.

Метою науково-господарського дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів лізину та метіоніну у комбікормі для вирощування цьоголітків форелі на показники їхньої продуктивності.

Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп (табл. 1).

У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи, де рівні лізину і метіоніну відповідали встановленим нормам [8; 11].

В основний період молодь усіх груп отримували подібний раціон, за винятком рівня лізину і метіоніну у ньому. Згадані амінокислоти додавали у тій чи іншій пропорції, що було передбачено схемою дослідження.

Поживність експериментальних комбікормів, які споживала риба, наведено у табл. 2.

Цьоголітків форелі впродовж вегетаційного періоду годували 6 разів на добу. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді та температури середовища на момент годівлі. Вирощування цьоголітків

Таблиця 1. Схеми науково-господарського досліджу

Група риб	Щільність посадки молоді на початок досліджу, екз./м <sup>2</sup>	Середня маса молоді на початок досліджу, г	Періоди досліджу			
			зрівняльний (5 діб)		основний (50 діб)	
			вміст в 1 кг комбікорму, %			
			лізину	метіоніну	лізину	метіоніну
1 – контрольна	200	10,21±0,375			2,9	0,95
2 – дослідна	200	10,26±0,334			2,7	0,85
3 – дослідна	200	10,52±0,269	2,9	0,95	2,8	0,90
4 – дослідна	200	10,28±0,398			3,0	1,00
5 – дослідна	200	10,49±0,416			3,1	1,05

Таблиця 2. Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Групи риб				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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
Лізін	2,9	2,7	2,8	3,0	3,1
Метіонін	0,95	0,85	0,90	1,00	1,05
Вітамін А, тис. МО	15	15	15	15	15
Вітамін D <sub>3</sub> , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Вітамін Е, мг	250	250	250	250	250

проводили в ставах за щільності посадки 200 екз./м<sup>2</sup> за рівня води в них 1 м.

Зважування піддослідної молоді форелі проводили раз на 5 діб. Умови утримання цьоголітків відповідали загальноновизнаним у форелівництві [23; 24].

Дослідження темпу росту цьоголітків райдужної форелі здійснювали за результатами контрольних ловів. Не менше 100 екз. із кожної групи піддавали зважуванню на електронних вагах. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [25] за допомогою програмного забезпечення MS Excel і STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що різний амінокислотний рівень живлення цьоголітків райдужної форелі впродовж усього періоду досліджу позначився на показниках їхньої маси (табл. 3).

Наприкінці досліджу на 55-ту добу вищої маси досягли цьоголітки 4-та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 2,11 і 1,27 г, або на 9,4 й 5,6%. У цей самий час цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп за згаданим показником поступалися рибама контрольної групи відповідно на 2,12 (p<0,05) і 1,05 г, або на 9,4 й 4,7%. Різниця між показниками маси риб 2- і

Таблиця 3. Маса піддослідних цьоголітків форелі за різного амінокислотного живлення, г

Доба досліді	Групи риб				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
1	10,21±0,375	10,26±0,334	10,52±0,269	10,28±0,398	10,49±0,416
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

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

4-ї груп по завершенні досліді становила 4,23 г ( $p < 0,001$ ), або 20,8% — на користь останніх.

Ріст цьоголітків форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. У віковому проміжку часу (функція  $x$ ), залежно від рівня лізину (Л) і метіоніну (М) у комбікормі, можна спрогнозувати масу цьоголітків ( $y$ ):

1 група (2,9% Л, 0,95% М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,2839x + 9,7878 \\ (R^2 = 0,9967);$$

2 група (2,7% Л, 0,85% М):

$$y = -0,0012x^2 + 0,2588x + 9,8672 \\ (R^2 = 0,9981);$$

3 група (2,8% Л, 0,9% М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,2607x + 10,099 \\ (R^2 = 0,9973);$$

4 група (3,0% Л, 1,0% М):

$$y = -0,0009x^2 + 0,3275x + 9,5253 \\ (R^2 = 0,9964);$$

5 група (3,1% Л, 1,05% М):

$$y = -0,0008x^2 + 0,3021x + 9,8529 \\ (R^2 = 0,9965).$$

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень амінокислотного живлення цьоголітків форелі до часу входження в зимівлю з високою часткою достовірності ( $p < 0,01$ ) впливав на масу піддослідних риб. Частка впливу цього чинника становить 65,7%, що майже у 2 рази більше, ніж вплив інших чинників.

Розрахунки показали, що впродовж періоду вирощування характер змін у середньодобових приростах маси цьоголітків форелі залежав від рівня лізину і метіоніну в комбікормах та відповідної зміни маси риби (табл. 4).

Слід зазначити, що загалом за основний період досліді більшими середньодобовими приростами маси характеризувались цьоголітки форелі 4- і 5-ї дослідних груп, які за цим показником переважали контрольних відповідно на 40 і 18 мг. Аналоги 2- і 3-ї дослідних груп поступалися контрольним за згаданим показником у основний період досліді відповідно на 45 й 29 мг. Різниця між рибами 2- і 4-ї груп за середньодобовими приростами маси за основний період досліді становила 85 мг.

Окрім того, збільшення вмісту лізину та метіоніну у комбікормі від 2,7 і 0,85% відповідно до 3,0 й 1,0% сприяє зменшенню

Таблиця 4. Середньодобові прирости маси цьоголітків форелі за різного амінокислотного живлення, г

Періоди дослідів, діб	Групи риб				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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 дослідів (6–55 діб)	0,227	0,182	0,198	0,267	0,245

витрат корму на одиницю приросту маси. Так, у середньому, за основний період дослідів, витрати корму у цьоголітків 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.

Згідно з проведеними дослідженнями, встановлено, що використання для го-

дівлі цьоголітків форелі повнораціонних комбікормів із різними рівнями лізину і метіоніну істотно не позначилось на збереженості форелі (табл. 5). Цей показник у досліді був високим і коливався у межах 82,0–83,1%.

За результатами проведених досліджень встановлено, що вирощування цьоголіт-

Таблиця 5. Збереженість цьоголітків форелі за різного амінокислотного живлення, %

Доба дослідів	Групи риб				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
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

Таблиця 6. Економічна ефективність вирощування цьоголітків форелі за різного амінокислотного живлення

Показник	Групи риб				
	1-ша	2-га	3-тя	4-та	5-та
Іхтіомаса на початок основного періоду досліджу, кг	222,91	221,6	227,34	220,92	225,86
Збереженість, %	82,6	82,9	82	83,1	82,2
Іхтіомаса в кінці досліджу, кг	375,17	337,57	351,45	408,69	390,45
Приріст іхтіомаси за основний період досліджу, кг	152,26	115,97	124,11	187,77	164,59
Витрати корму на 1 кг приросту іхтіомаси, кг	0,934	1,094	1,042	0,838	0,895
Витрати корму 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 згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	10951,66	9747,51	9947,50	12131,78	11370,71
Вартість корму, 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 р.

ків форелі з використанням комбікормів із різними рівнями лізину і метіоніну позначалось на показниках як їхньої продуктивності, так і економічної ефективності вирощування (табл. 6).

Найвищий приріст іхтіомаси за основний період досліджу був характерний для риб 4-ї групи, які споживали 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 позначились на собівартості 1 кг приросту іхтіомаси риб. Зокрема, найнижчим цей показник був у форелі, яка отримувала корм із вмістом лізину й метіоніну на рівні 3 і 1% відповідно (4-та група). Собівартість 1 кг приросту маси у цій групі становила 92,3 грн, що було нижче на 11,3; 30,1; 24,1 і 6,9%, ніж у риб 1-, 2-, 3- і 5-ї груп відповідно.

Зважаючи на одержані результати, можна стверджувати, що вирощування цьоголітків форелі масою понад 10 г до часу переведення їх на зимівлю, найбільш економічно доцільним є за рівнів лізину та ме-

тіоніну у комбікормі відповідно 3 і 1%, тоді як навіть незначне підвищення цих рівнів призводить до надлишкових витрат.

## ВИСНОВКИ

Зменшення вмісту лізину до 2,7% і метіоніну до 0,85% у комбікормі для цьоголітків форелі спричиняє достовірне ( $p < 0,05$ ) зменшення показників продуктивності риб. Зокрема, встановлено, що згодовування цьоголіткам форелі з масою понад 10 г комбікормів із зазначеними вище рівнями амінокислот сприяє зменшенню маси на 10,4%, та зниженню інтенсивності росту на 9,1–19,9%, порівняно з рибами, яким згодовували корм із вмістом лізину та метіоніну на рівні 2,9 і 0,95% відповідно. Підвищення згаданих показників у кормах для цьоголітків форелі супроводжується деякою позитивною тенденцією до збільшення їхньої продуктивності, проте достовірної різниці не встановлено. Доведено, що різний рівень амінокислотного живлення цьоголітків форелі достовірно ( $p < 0,01$ ) впливав на наростання маси піддослідних риб. Частка впливу цього чинника стано-

вила 65,7%, що майже у 2 рази більше, ніж вплив інших чинників. Встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом лізину 3,0% та метіоніну 1,0%, були меншими на 10,3%, а за вмісту цих амінокислот на рівні 2,7 і 0,85% відповідно — на 17,1% більшими, порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом лізину 2,9 та метіоніну 0,95%. До того ж,

збереженість піддослідних риб перебувала у межах 82,0–83,1%. На основі аналізу результатів виробництва продукції форелівництва за показниками максимальної продуктивності й економічними критеріями оптимізації, для годівлі цьоголітків форелі рекомендовано використовувати повнораціонні комбікорми з рівнем лізину — 3,0% та метіоніну — 1,0%.

## ЛІТЕРАТУРА

- Bureau D.P., Kaushik S.J. and Cho C.Y. Bioenergetics. In Fish Nutrition, 3rd ed., [JE Halver and RW Hardy, editors]. San Diego, CA: Academic Press. 2003. P. 1–59.
- Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.
- El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 224 p.
- Huysman N., Krebs E. and 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.
- Khan K., Rodrigues A. and Cleber M. 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.
- Галоян Л.Л., Грициняк І.І., Драган Л.П. Вплив згодювання комбікорму «Aller Aqua» на вміст вільних амінокислот у м'язах і печінці струмкової (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) та райдужної (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) форелей. *Рибозосподарська наука України*. 2017. № 4. С. 112–119.
- Сгоров Б.В., Фігурська Л.В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. *Зернові продукти і комбікорми*. 2011. № 2. С. 37–39.
- Желтов Ю.А. Протеини і амінокислоти в кормах для вирощування різного виду і візраста риб. Луганск: АСТРА-Плюс, 2014. 156 с.
- Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. Санкт-Петербург: ГОНИОРХ, 2001. 372 с.
- Шерман І.М., Гринжевський М.В., Желтов Ю.О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: уч. посіб. Київ: Вища освіта, 2002. 128 с.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва: ВНИРО, 2006. 360 с.
- Mahmud S., Chakraborty S.C. and Das M. Performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on different dietary protein with fixed energy ratio. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 1996. № 9(1). P. 31–35.
- Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, DC: The National Academies Press. 2011. 392 p.
- Bae J.Y., Ok I.H., Lee S.S. and Hung S.O. 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.
- Barnes M.E., Brown M.L. and 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 (2). P. 69–77.
- Cowey C.B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177–189.
- Jones S., Karpol A. and Friedman S. Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Current Opinion in Biotechnology*. 2020. № 61. P. 189–197.
- Van Larebeke M., Dockx G. and Larondelle Y. 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. P. 42–56.
- Alami-Durante H., Wrutniak-Cabello C. and Kaushik S.J. Skeletal muscle cellularity and expression of myogenic regulatory factors and myosin heavy chains in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects of changes in dietary plant protein sources and amino acid profiles. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*. 2010. № 156. P. 561–568.
- Glencross B. A comparison of the digestibility of diets and ingredients fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) or barramundi (*Lates calcarifer*) — the potential for inference of digestibility values among species. *Aquaculture Nutrition*. 2010. № 17 (2). P. 207–215.
- Karabulut H.A., Yandi I. and 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.

22. Bureau D.P. and Encarnaçao P.M. Adequately Defining the Amino Acid Requirements of Fish. *The Case Example of Lysine. Materiales del VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* (Noviembre 15–17, 2006). Int. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México, 2006. P. 29–54.
23. Інструкція по розведенню радужної форелі / сост. А.Н. Канидєв. Москва: ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
24. СОУ – 05.01.–37–385:2006. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с.
25. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 246 с.

## REFERENCES

1. Bureau, D.P., Kaushik, S.J. & Cho, C.Y. (2003). Bioenergetics. In Fish Nutrition, 3rd ed., [JE Halver and RW Hardy, editors]. San Diego, CA: Academic Press [in English].
2. Jobling, M. (2016). Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*, 24, 767–786 [in English].
3. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos [The state of world fisheries and aquaculture. Contribution to food security and nutrition for all.]*. Roma: FAO [in Spanish].
4. Huysman, N., Krebs, E. & Voorhees, J.M. (2019). Use of a large vertically-suspended rod array in circular tanks during juvenile rainbow trout rearing. *International Journal of Marine Biology and Research*, 4, 1–5 [in English].
5. Khan, K., Rodrigues, A. & Cleber, M. et al. (2019). Dietary protein quality and proper protein to energy ratios: a bioeconomic approach in aquaculture feeding practices. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 47 (2), 232–239 [in English].
6. Haloian, L.L., Hrytsyniak, I.I. & Drahan, L.P. (2017). Vplyv zghodovuvannya kombikormu «Aller Aqua» na vmist vilnykh aminokyslot u miazakh i pechintsi strumkovoi (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) ta raduzhnoi (*Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1792) forelej [The effect of feeding «Aller Aqua» feed on the content of free amino acids in the muscles and liver of brown (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758) and rainbow (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) trout]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy – Fisheries science of Ukraine*, 4, 112–119 [in Ukrainian].
7. Yehorov, B.V. & Fihurska, L.V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnytstva u rybovodnykh hospodarstvakh Ukrainy [Status and prospects of trout development in fish farms of Ukraine]. *Zernovi produkty i kombikormy – Grain products and compound feeds*, 2, 37–39 [in Ukrainian].
8. Zheltov, Yu.A. (2014). *Protein i aminokisloty v kormah dlya vyiraschivaniya raznogo vida i vozrasta ryib [Protein and amino acids in feed for growing different species and ages of fish]*. Luhansk: ASTRA-Plus [in Russian].
9. Ostroumova, I.N. (2001). *Biologicheskie osnovy kormleniya ryb [Biological bases of fish feeding]*. St. Petersburg: GONIORKH [in Russian].
10. Sherman, I.M., Hrynzhevskiy, M.V. & Zheltov, Yu.O. (2002). *Naukoze obhruntuvannya ratsionalnoi hodivli ryb [Scientific substantiation of rational feeding of fishes]*. Kyiv: Higher education [in Ukrainian].
11. Shcherbina, M.A. & Gamygin, E.A. (2006). *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakulture [Feeding fish in freshwater aquaculture]*. Moscow: VNIRO [in Russian].
12. Mahmud, S., Chakraborty, S.C. & Das, M. (1996). Performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on different dietary protein with fixed energy ratio. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9 (1), 31–35 [in English].
13. NRC (National Research Council). (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Washington, DC: The National Academies Press [in English].
14. Bae, J.Y., Ok, I.H., Lee, S.S. & Hung, S.O. (2011). Reevaluation of dietary methionine requirement by plasma methionine and ammonia concentrations in surgically modified rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24 (7), 974–981 [in English].
15. Barnes, M.E., Brown, M.L. & Rosentrater, K.A. (2012). Juvenile rainbow trout responses to diets containing distillers dried grain with solubles, phytase, and amino acid supplements. *Open Journal of Animal Sciences*, 2 (2), 69–77 [in English].
16. Cowey, C.B. (1992). Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*, 100, 177–189 [in English].
17. Jones, S., Karpol, A. & Friedman, S. (2020). Recent advances in single cell protein use as a feed ingredient in aquaculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 61, 189–197 [in English].
18. Van Larebeke, M., Dockx, G. & Larondelle, Y. (2018). Relative influence of dietary protein and energy contents on lysine requirements and voluntary feed intake of rainbow trout fry. *British Journal of Nutrition*, 119, 42–56 [in English].
19. Alami-Durante, H., Wrutniak-Cabello, C. & Kaushik, S.J. (2010). Skeletal muscle cellularity and expression of myogenic regulatory factors and myosin heavy chains in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects of changes in dietary plant protein sources and amino acid profiles. *Comparative Biochemistry and physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 156, 561–568 [in English].
20. Glencross, B.A. (2010). 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*, 17(2), 207–215 [in English].
21. Karabulut, H.A., Yandi, I. & Aras, N.M. (2010). 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*, 9 (22), 2818–2823 [in English].
22. Bureau, D.P. & Encarnação, P.M. (2006). Adequately Defining the Amino Acid Requirements of Fish. *The Case Example of Lysine. Materiales del VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* (pp. 29–54). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México [in English].
23. Kanid'ev, A.N. (1985). *Instrukciya po razvedeniyu raduzhnoj foreli [Instructions for breeding rainbow trout]*. Moscow: VNIIPRKh [in Russian].
24. Voda rybohospodarskykh pidpriemstv. Zahalni vymohy ta normy [Water of fishery enterprises. General requirements and norms]. (2006). SOU – 05.01.–37–385:2006. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine [in Ukrainian].
25. Plohinskij, N.A. (1969). *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [A guide to biometrics for zootechnicians]*. Moscow: Kolos [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 09.10.2020

---