

**ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
ЦЬОГОЛІТКІВ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ****В. М. КОНДРАТЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент<https://orcid.org/0000-0002-4246-2639>,*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: vadmcondratyuk@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.008>

Анотація. У статті розглянуто питання ефективності використання повнораціонних комбікормів з різним рівнем обмінної енергії за вирощування цьоголітків райдужної форелі. Метою дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення форелі на показники її продуктивності. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп цьоголітків. У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі коливався від 15 до 19 МДж у 1 кг. У результаті проведених досліджень встановлено, що використання у годівлі цьоголітків форелі комбікормів з підвищеною енергетичною поживністю (19 МДж) супроводжується збільшенням їхньої маси на 10,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,9-13,2 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із поживністю 17 МДж. Зменшення цього показника до 15 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 10,7 %, та зниженню інтенсивності росту на 5,3-12,7 %. Доведено, що витрати корму на 1 кг приросту маси у цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 19 МДж, були меншими на 3,9 %, а за її вмісту 15 МДж – на 6,7 % більшими, порівняно з рибами, які споживали корм із вмістом енергії 17 МДж/кг. При цьому збереженість піддослідних риб упродовж усього дослідження була на високому рівні 74,3-76,7 %. Аналізом отриманих рибницьких результатів встановлено, що найбільш економічно доцільним є вирощування цьоголітків форелі, які споживають комбікорм із поживністю 17 МДж обмінної енергії, порівняно із зниженням або підвищенням цього показника до 15 та 19 МДж відповідно.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, обмінна енергія, продуктивність, економічна ефективність

Актуальність статті та аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах сучасного ведення рибництва питання управління якістю продукції, поряд із досягненням високої продуктивності риб, посідають одне із ключових місць у наукових дослідженнях. При цьому

підвищується роль системи наукового супроводу технологічного процесу виробництва, важливе значення у якому займає саме годівля риб [4, 8]. Повноцінно збалансована годівля, з дотриманням оптимальних умов вирощування, є ключовим фактором, що впливає на інтенсивність росту

Кондратюк В. М.

риби та економічні показники ведення галузі [1, 5].

У ряді робіт доведено, що за рахунок оптимізації енергетичного живлення райдужної форелі, можливо забезпечити високий рівень продуктивності та покращити якість їхньої продукції [6, 9, 10].

Відомо, що практичні завдання форелівництва, які тісно пов'язані з визначенням потреби риб на всіх періодах вирощування у поживних та біологічно-активних речовинах, можна вирішити тільки на основі комплексного ґрунтового вивчення усіх процесів в їхньому організмі та, зокрема, особливостей живлення [7].

Таким чином, вивчення питання впливу різного енергетичного живлення цьоголітків райдужної

форелі в сучасних промислових умовах холодноводних рибиницьких господарств України є необхідним та актуальним.

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

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

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

1. Схема науково-господарського досліду

Групи риб	Щільність посадки на початок досліду, екз./м ²	Середня маса на початок досліду, г	Періоди досліду	
			зрівняльний (5 діб)	основний (40 діб)
			рівень обмінної енергії в 1 кг комбікорму, МДж	
1- контрольна	200	1,16±0,107	17,0	17,0
2- дослідна	200	1,14 ± 0,098		15,0
3- дослідна	200	1,17 ± 0,093		16,0
4- дослідна	200	1,13 ± 0,101		18,0
5- дослідна	200	1,14± 0,099		19,0

У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень обмінної енергії в комбікормах форелі дослідних груп регулювали за рахунок зміни окремих компонентів

комбікормів (з використанням комбінованих математичних методів оптимізації розрахунку за допомогою програми AgroSoft WinOpti). Поживність експериментальних комбікормів наведено у таблиці 2.

2. Вміст у 1 кг комбікорму, %

Показник	Групи риб				
	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
Лізин	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Метіонін	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Вітамін А, тис. МО	15	15	15	15	15
Вітамін D ₃ , тис. МО	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Вітамін Е, мг	250	250	250	250	250

Годівлю цьоголітків райдужної форелі проводили 6 раз на добу, в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси молоді та температури середовища на момент годівлі.

Щільність посадки піддослідних риб на початку досліду становила 200 екз./м². Вирощування молоді проводили в ставах за рівня води в них 1 м. Умови утримання цьоголітків протягом періоду досліду відповідали загальновизнаним у форелівництві [2].

Контрольні лови піддослідної форелі проводили раз на 5 діб. Зважуванню на електронних вагах піддавали по 100 екз. молоді з кожної групи. Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [3] за допомогою програмного забезпечення MS Excel і

STATISTICA 7.0. з використанням вбудованих статистичних функцій.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що у основний період досліду, за рахунок різного енергетичного живлення цьоголітків форелі, спостерігалися помітні зміни у показниках наростання їхньої маси (табл. 3).

На час закінчення досліду (45 доба) найвищої маси досягли цьоголітки 4- та 5-ї груп, які переважали аналогів контрольної групи відповідно на 5,5 та 10,4 % ($p < 0,05$). У цей же час цьоголітки 2- і 3-ї дослідних груп поступалися за згаданим показником контрольним ровесникам відповідно на 1,19 і 0,52 г, або на 10,7 ($p < 0,05$) і 4,7 %. Різниця між показниками маси риб 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.

3. Маса піддослідних цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення, г

Доба досліджу	Групи риб				
	1-а	2-а	3-я	4-а	5-а
1	1,16±0,107	1,14 ± 0,098	1,17 ± 0,093	1,13 ± 0,101	1,14± 0,099
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

Опис росту цьоголітків форелі за допомогою математичних методів

підтвердив висхідну форму кривої росту (рис.).

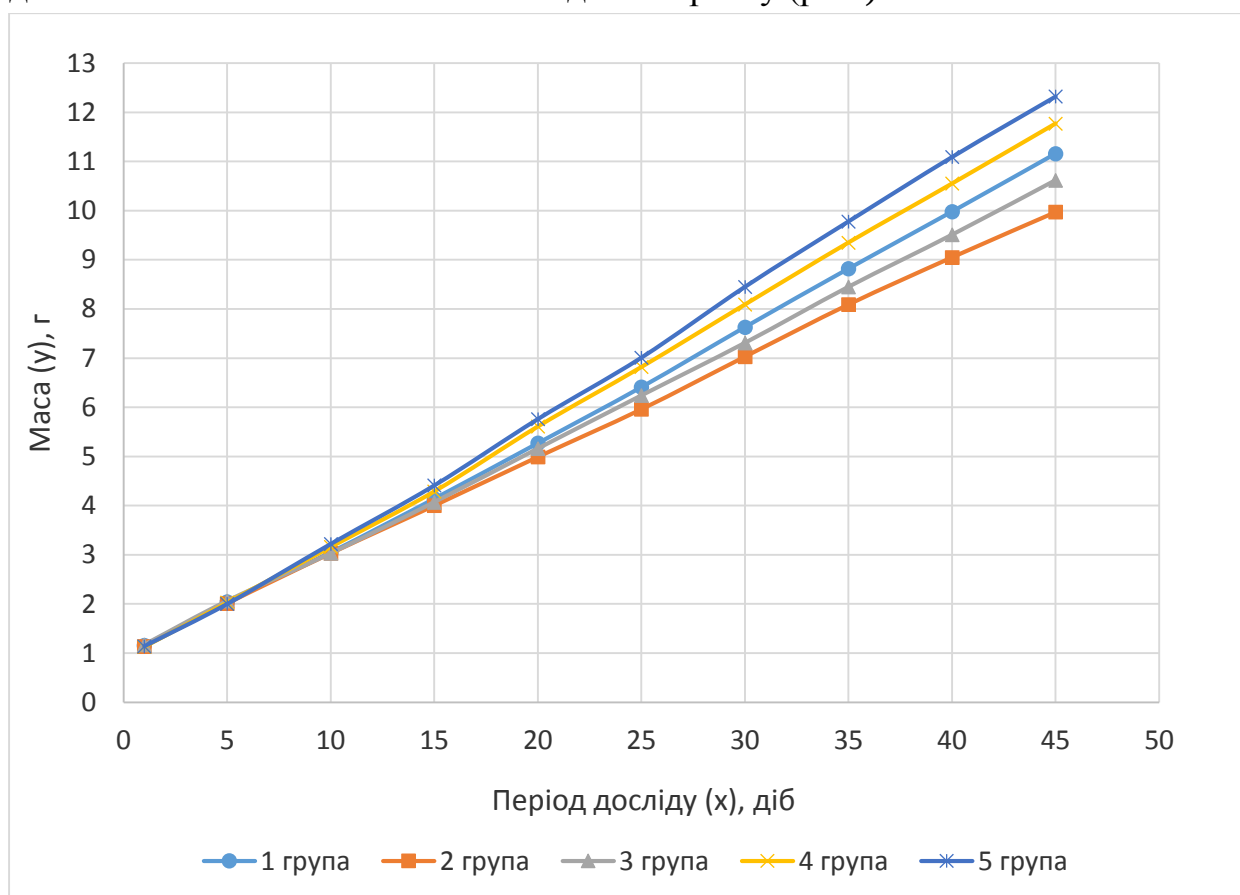


Рис. Графічна модель росту цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

Кондратюк В. М.

Ріст цьоголіток форелі описаний математичною моделлю з нелінійною характеристикою. За зміною періоду

дослідів (х) залежно від рівня енергії у комбікормі можна спрогнозувати масу цьоголітків (функція – у):

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):

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

Дані дисперсійного аналізу свідчать, що різний рівень енергетичного живлення цьоголітків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на масу піддослідних риб. Частка впливу даного фактору становить 79,7 %, що майже у 4 рази вище за вплив решти чинників.

Розрахунки середньодобових приростів маси цьоголітків форелі показали, що впродовж періоду

вирощування характер їхніх змін залежав від рівня обмінної енергії в комбікормі та відповідної динаміки росту риб (табл. 4). Встановлено, що майже в усі періоди дослідів цьоголітки, які споживали більш енергетичні корми, переважали за середньодобовими приростами аналогів, яким згодовували комбікорм з меншою енергетичною поживністю.

4. Середньодобові прирости маси цьоголіток форелі за різного енергетичного живлення, г

Періоди дослідів, діб	Групи риб				
	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

Кондратюк В. М.

Слід зазначити, що загалом за основний період дослідів більшими середньодобовими приростами маси характеризувались цьоголітки 4- і 5-ї дослідних груп, що отримували комбікорм з 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 з вмістом обмінної енергії на рівні 15 і 16 МДж, у основний період дослідів поступалися контрольним за згаданим показником відповідно на 12,7 і 6,1 %. Різниця між ровесниками 2- і 5-ї груп за середньодобовими приростами маси за основний період дослідів становила 29,6 %.

Аналіз витрат кормів свідчить про те, що використання за основний період дослідів для годівлі цьоголіток форелі комбікормів із вмістом обмінної енергії 19 МДж (5-а група) сприяло зниженню їхніх витрат на одиницю приросту маси, порівняно з рибами, які споживали корми із нижчим рівнем енергії. Так, витрати корму на 1 кг приросту маси 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.

Слід зазначити, що збереженість піддослідних риб упродовж усього періоду дослідів була достатньо високою і перебувала в межах від 74,3 до 76,7 %.

Аналізуючи показники ефективності вирощування цьоголіток форелі, залежно від вмісту в кормах обмінної енергії, можна стверджувати, що за різного енергетичного живлення ці показники відрізнялися між собою (табл. 5). Зокрема, можна констатувати той факт, що підвищення поживності комбікормів з 15 (2-а група) до 19 МДж (5-а група) призводить до збільшення приросту іхтіомаси за основний період дослідів на 6,9-37,5 %. У результаті неоднакових витрат корму на одиницю приросту маси риб, цей показник і його вартість на загальний приріст іхтіомаси помітно різнилися за дослідними групами. Усе це, в кінцевому результаті, вплинуло на собівартість одиниці приросту іхтіомаси цьоголіток форелі, виявилася найнижчою у риб, які споживали корм із поживністю 17 МДж (1-а група). Зокрема, за згаданим показником, вони переважали аналогів усіх інших груп, відповідно (за схемою дослідів) на 17,0; 19,4; 2,9 і 2,1 %.

5. Економічна ефективність вирощування цьоголітків форелі за різного енергетичного живлення

Показник	Групи риб				
	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 корму 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 згодованого комбікорму на загальний приріст іхтіомаси, грн	6859,50	6749,67	7494,57	7635,20	8099,36
Вартість корму, 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

Таким чином, з економічної точки зору, при вирощуванні цьоголітків форелі годівлю їх слід проводити комбікормами з рівнем обмінної енергії 17 МДж, зниження вмісту енергії у кормі до 16 МДж є економічно не доцільним.

Висновки

1. Використання у годівлі цьоголітків форелі комбікормів з підвищеною енергетичною поживністю (19 МДж) супроводжується збільшенням їхньої маси на 10,4 % ($p < 0,05$) та інтенсивності росту – на 5,9-13,2 %, порівняно з аналогами, що споживали корм із поживністю 17 МДж. Зменшення цього показника до 15 МДж/кг сприяє вірогідному зменшенню ($p < 0,05$) маси на 10,7 %, та

зниженню інтенсивності росту на 5,3-12,7 %.

2. Доведено, що різний рівень енергетичного живлення цьоголітків форелі високодостовірно ($p < 0,001$) впливав на наростання маси піддослідних риб. Частка впливу даного фактору становила 79,7 %, що у 4 рази більше за вплив інших чинників.

3. Встановлено, що витрати корму на 1 кг приросту маси цьоголітків форелі, які отримували комбікорми із вмістом енергії на рівні 19 МДж були меншими на 3,9 %, а за її вмісту 15 МДж – на 6,7 % більшими, порівняно з рибами, що споживали корм із вмістом енергії 17 МДж/кг. При цьому збереженість піддослідних риб упродовж усього дослідів

Кондратюк В. М.

перебувала на високому рівні (74,3-76,7 %).

4. Аналіз одержаних результатів показав, що найбільш економічно доцільним є вирощування цього літків форелі, з використанням комбікормів із поживністю 17 МДж обмінної енергії, порівняно із зниженням чи підвищенням цього показника до 15

Список використаних джерел

1. Єгоров Б. В., Фігурська Л. В. Стан та перспективи розвитку форелівництва у рибоводних господарствах України. Зернові продукти і комбікорми. 2011. № 2. С. 37-39.
2. Инструкция по разведению радужной форели / сост. Канидьев А. Н. Москва : ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
3. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Н. А. Плохинский. М. Колос, 1969. 246 с.
4. Шерман І.М., Гринжевський М.В., Желтов Ю.О. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риб: учебное пособие. Вища освіта, 2002. С. 128.
5. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО, 2006. 360 с.
6. Cowey C. B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. Aquaculture. 1992. № 100. P. 177-189.
7. 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. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 224
8. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. Aquaculture International. 2016. № 24. P. 767-786.
9. 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.
10. Kim J. D., Kaushik S. J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for

та 19 МДж відповідно.

5. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням впливу різного енергетичного живлення товарної райдужної форелі на закономірності її фізіолого-біохімічних та морфологічних показників.

growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 1992. № 106 (2). P. 161-169.

References

1. Yehorov B. V., Fihurska L. V. (2011). Stan ta perspektyvy rozvytku forelivnytstva u rybovodnykh hospodarstvakh Ukrainy. Zernovi produkty i kombikormy. № 2. S. 37-39.
2. Kanydev A. N. (1985). Ynstruktsiya po razvedeniyu raduzhnoi forely. Moskva : VNIIPRKh., 59 s.
3. Plokhynskiy N. A. (1969). Rukovodstvo po byometryy dlia zootekhnykov. M. Kolos. 246.
4. Sherman I.M., Hrynzhhevskiy M.V., Zheltov Yu.O. (2002). Naukove obhruntuvannia ratsionalnoi hodivli ryb: uchebnoe posobyе. Vyshcha osvita. S. 128.
5. Shcherbyna M. A., Hamyhyn E. A. (2006.) Kormlenye ryb v presnovodnoi akvakulture. M.: VNIRO, 2006. 360 s.
6. Cowey C. B. (1992). Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. Aquaculture. № 100. P. 177-189.
7. 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. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 224
8. Jobling M. (2016). Fish nutrition research: Past, present and future. Aquaculture International. № 24. P. 767-786.
9. 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

Кондратюк В. М.

Animal and Veterinary Advances. № 9(22). P. 2818–2823.

10. Kim J. D., Kaushik S. J. (1992). Contribution of digestible energy from

carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. № 106 (2). P. 161–169.

THE INFLUENCE OF ENERGY NUTRITION ON THE PRODUCTIVITY OF RAINBOW TROUTS

V. Kondratiuk

Abstract. *The article considers the issue of efficiency of use of complete feed with different level of metabolic energy for growing rainbow trout this year. The purpose of the experiment was to establish the influence of different levels of energy supply of trout on its productivity. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the level of metabolic energy in trout feed ranged from 15 to 19 MJ per 1 kg. As a result of research, it was found that the use of trout feed with high energy nutrition (19 MJ) in the feeding of this year is accompanied by an increase in their weight by 10.4 % ($p < 0.05$) and growth intensity - by 5.9-13.2 % , compared with analogues that consumed feed with a nutritional value of 17 MJ. Reduction of this indicator to 15 MJ/kg contributes to a probable decrease ($p < 0.05$) in weight by 10.7 % , and a decrease in growth intensity by 5.3-12.7 %. It is proved that the cost of feed per 1 kg of weight gain in this year's trout, which received feed with an energy content of 19 MJ was lower by 3.9 % , and with its content of 15 MJ - 6.7 % higher compared to fish, which consumed feed with an energy content of 17 MJ/kg. The safety of experimental fish throughout the experiment was at a high level of 74.3-76.7 %. However, it was found that the most economically feasible is the cultivation of trout this year, which consume feed with a nutritional value of 17 MJ of metabolic energy, compared with a decrease or increase of this indicator to 15 or 19 MJ, respectively.*

Key words: *rainbow trout, fish feeding, mixed feeds, metabolic energy, productivity, economic efficiency*