



Ж. В. Кошак, Е. Е. Рыбкина

*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГО-ПРОТЕИНОВОГО ЧИСЛА КОМБИКОРМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты эффективности комбикорма с разным энерго-протеиновым числом. Разработаны рецептуры комбикормов для радужной форели с энерго-протеиновым числом 9.6, 7.7 и 6.5. Установлено, что с увеличением температуры воды выращивания радужной форели энерго-протеиновое отношение уменьшается, так как с увеличением температуры возрастает потребность форели в белке, а также снижаются энергетические затраты корма. Как показали исследования, максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикорма с энерго-протеиновым числом 9.6. Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6. Выявлено, что высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикорма с энерго-протеиновым числом 6.5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7.7 и 9.6.

Ключевые слова: комбикорм, радужная форель, экструдирование, энерго-протеиновое число, кормовой коэффициент

Zhanna V. Koshak, Evgeniya E. Rybkina

*Fish Industry Institute, the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

STUDY AND EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE ENERGY-PROTEIN NUMBER OF COMPOUND FEED ON THE EFFICIENCY OF RAINBOW TROUT GROWING

Abstract. The article considers the results of the effectiveness of compound feed with different energy-protein numbers. The formulas of compound feed for rainbow trout with the energy-protein numbers of



9.6, 7.7 and 6.5 have been developed. It has been established that with an increase in the temperature of the water for growing rainbow trout, the energy-protein ratio decreases, since with an increase in temperature, the trout's need for protein increases, and the energy costs of the feed decrease. As studies have shown, the maximum absolute and relative growth of rainbow trout was noted in the variant with the use of compound feed with an energy-protein number of 9.6 in the trout diet. Analysis of feed costs showed that the lowest feed coefficient was observed when feeding rainbow trout with compound feed with an energy-protein number of 9.6. It was revealed that a high protein content in the blood serum was noted for the variant of compound feed with an energy-protein number of 6.5, hemoglobin with an energy-protein number of 7.7 and 9.6.

Keywords: compound feed, rainbow trout, extrusion, energy-protein number, feed coefficient

Введение. В настоящее время активно развивается направление разработки эффективных комбикормов для радужной форели. Однако, из-за недостаточного знания физиологии радужной форели и ее взаимосвязи с составом комбикормов, отечественные комбикорма уступают импортным по эффективности и качеству. Ряд производителей для снижения стоимости комбикормов вместо рыбьего жира используют различные растительные масла, фосфатиды, твердые и жидкие жиры животного происхождения, а также другие жировые компоненты, представленные на рынке, однако их влияние на организм радужной форели и эффективность выращивания на таких комбикормах остается не изученной.

Энерго-протеиновое число — это количество килокалорий корма на 1 г белка, рассчитывается с использованием калорийных коэффициентов, установленных Филлипсом (Philips A. M. Trout feed and feeding. Manual of Fish Culture. Part 3 management.sec. B., Hatchery operations, ch.5, 1970:49p.) для форели и отражающие обменную энергию (то есть энергию, которая усваивает рыба из корма): при потреблении 1 г белка — 3,9 ккал, 1 г жира — 8,0 ккал и 1 г углеводов (сырой крахмал) — 1,6 ккал. Полученную калорийность 100 г корма, выраженную в ккал, делим на количество граммов белка в 100 г корма. И, таким образом, получаем энерго-протеиновое число рациона. В настоящее время энерго-протеиновое число комбикорма для рыб у нас в стране не определяется, в отличие от зарубежных стран.



Определение оптимального энерго-протеинового числа комбикорма в зависимости от условий выращивания радужной форели является актуальным, т. к. полученные новые научные результаты позволят создать линейку комбикормов различного состава, которые позволят при различных условиях выращивания получить максимальные весоростовые показатели радужной форели при минимальных затратах кормов.

В связи с вышеизложенным, целью работы является изучение влияния энерго-протеинового числа комбикорма на эффективность выращивания радужной форели в зависимости от температуры воды, качества протеина и жира в составе комбикорма.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служили: комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9.6, комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7.7 и комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6.5.

Химический состав комбикорма определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина – титриметрическим методом по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ 13496.4-93; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги – методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), сырая клетчатка – методом удаления из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.2-91); аминокислотный состав методом определения аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (МВИ.МН 1363-2000); жирнокислотный состав методом газовой хроматографии (ГОСТ 31663-2012); витамины определяли по ГОСТ 30627.4-98, ГОСТ 7047-55, ГОСТ EN 14152-2013, МВИ.МН 2052-2004, ГОСТ Р 54635-2011, СТБ EN 12822-2012.

Коэффициент видимой переваримости сырого протеина и жира – расчетным путем по формуле

$$K_{ВП} = \frac{П_k \cdot C_k - П_э \cdot C_э}{П_k \cdot C_k} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $П_k$ и $П_э$ – содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %; C_k и $C_э$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.



Оценку влияния комбикормов на темп роста радужной форели, ее выживаемости и кормовым затратам проводили по различным рыбохозяйственным показателям.

1. Абсолютный прирост вычисляли по формуле [1]

$$P_{\text{аб}} = m_1 - m_0, \quad (2)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

2. Относительный прирост к первоначальной массе вычисляли по формуле [1]

$$P_{\text{от}} = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} \cdot 100 - 100\%, \quad (3)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

3. Выживаемость выражали в процентах от общего количества наблюдаемых рыб.

4. Кормовые затраты определяли путем отношения количества затраченного корма на прирост с учетом ее отхода за весь период наблюдения [2].

Биохимический состав мышечной ткани радужной форели определяли по следующим методам: влагу — высушиванием при 105 °С, сухое вещество по ГОСТ 31640-2012, белок по Кьельдалю, жир по Сокслету, золу по ГОСТ 31727-2012, гликоген в печени и мышцах рыб методом фотометрии.

Гематологические показатели крови:

- содержание гемоглобина определяли на гемометре Сали;
- скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли микрометодом Панченкова;
- общий белок сыворотки крови определяли рефрактометрическим методом;
- количество эритроцитов определяли методом подсчета в камере Горяева.

Результаты исследований. Потребность семейства лососевых в белке и энергии зависит главным образом от температуры выращивания рыбы [3–5]. Так как оптимальная температура воды для выращивания форели составляет 14–18 °С, были разработаны ре-



цепты комбикормов с разным энерго-протеиновым числом комбикорма для выращивания форели с температурой воды 12, 16 и 19 °С представленные в табл. 1.

Таблица 1. Рецепты комбикормов для радужной форели с разным энерго-протеиновым числом

Table 1. Recipes of compound feed for rainbow trout with different energy-protein content

Компонент	Состав комбикорма, %		
	рецепт № 1 Т – 12 °С ЭПЧ – 9,6	рецепт № 1 Т – 16 °С ЭПЧ – 7,7	рецепт № 1 Т – 19 °С ЭПЧ – 6,5
Мука рыбная	36,00	43,00	45,00
Мука гороховая крахмальная «Амилон» 40	7,00	5,00	7,00
Мука мясокостная	8,50	7,50	8,50
Молоко сухое обезжиренное	3,00	7,00	3,00
Шрот соевый	2,00	2,00	2,00
Пшеница	4,00	4,00	4,00
Мука пшеничная	3,00	3,00	3,00
Дрожжи кормовые	3,00	3,00	3,00
Глютен кукурузный	7,00	3,00	7,00
Альбумин	2,00	5,00	6,00
Премикс Д-ПК-100 (ценные виды)	1,00	1,00	1,00
Жир рыбий	22,00	15,00	9,00
СинерджиСорб Лиграфикс (за- крепитель гранул)	0,50	0,50	0,50
Метионин кормовой	0,50	0,50	0,50
Лизин	0,50	0,50	0,50

Анализируя данные табл. 1 можно обнаружить, что с увеличением температуры воды выращивания радужной форели энерго-протеиновое отношение уменьшается, так как с увеличением температуры возрастает потребность форели в белке, а также снижаются энергетические затраты корма.

На лабораторной линии по разработанным рецептам были изготовлены комбикорма для радужной форели с разным энерго-протеиновым числом. Показатели качества изготовленных комбикормов представлены в табл. 2.



Таблица 2. Показатели качества комбикормов для радужной форели, %
Table 2. Quality indicators of compound feed for rainbow trout, %

Наименование комбикорма	Влажность	Сухое вещество	Содержание сырого протеина (на сух. в-во)	Содержание сырого жира (на сух. в-во)	Содержание сырой клетчатки (на сух. в-во)	Содержание углеводов
Комбикорм для форели с энерготрениновым числом 9.6	10,99±0,10	89,01±0,10	42,50±0,20	24,22±0,06	1,90±0,03	11,93±0,15
Комбикорм для форели с энерготрениновым числом 7.7	10,53±0,06	89,47±0,06	45,70±0,19	20,43±0,16	1,85±0,09	12,14±0,12
Комбикорм для форели с энерготрениновым числом 6.5	10,58±0,01	89,43±0,01	50,00±0,23	14,20±0,20	1,98±0,06	10,97±0,24



Анализ табл. 2 показал, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание сырого жира, а протеина уменьшается. Содержание же сырой клетчатки и углеводов изменяется между образцами незначительно.

Определены кислотность и pH комбикормов для радужной форели (табл. 3).

Таблица 3. Кислотность и pH комбикормов для радужной форели
Table 3. Acidity and pH of feed for rainbow trout

Наименование комбикорма	pH	Кислотность, град.
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9.6	6,13±0,06	7,22±0,07
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7.7	6,18±0,04	7,08±0,05
Комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6.5	6,49±0,02	6,95±0,08

Установлено, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается кислотность комбикорма и уменьшается его pH. Изменение кислотности комбикорма и pH можно объяснить различным качественным и количественным содержанием жира в его составе.

Аминокислотный состав изготовленных комбикормов с разным энерго-протеиновым числом представлен в табл. 4.

Таблица 4. Аминокислотный состав комбикормов для радужной форели
Table 4. Amino acid composition of feed for rainbow trout

Аминокислота	Единица измерения	Комбикорм для форели		
		энерго-протеиновое число 9.6	энерго-протеиновое число 7.7	энерго-протеиновое число 6.5
Аспарагиновая	мг/100 г	3185,2	3397,3	4629,4
Глутаминовая		5883,0	6535,4	7403,3
Серин		2475,3	2245,6	2499,0
Треонин		2646,9	2850,6	3064,5
Глицин		1919,3	1940,7	1937,7
Аланин		3403,5	3737,4	4113,6
Аргинин		2152,0	2301,7	2753,2
Пролин		2632,6	2742,7	2879,5
Валин		3420,3	3949,9	3978,2



Аминокислота	Единица измерения	Комбикорм для форели		
		энерго-протеиновое число 9.6	энерго-протеиновое число 7.7	энерго-протеиновое число 6.5
Валин	мг/100 г	3420,3	3949,9	3978,2
Метионин		1008,3	866,7	668,1
Изолейцин		1329,4	1421,2	1534,0
Лейцин		4041,8	4614,5	4965,5
Фенилаланин		1737,8	1839,7	2081,1
Цистеин		255,6	481,4	528,1
Лизин		2348,2	2566,5	3047,1
Гистидин		1809,6	1755,4	1940,1
Тирозин		656,7	868,3	838,5

Анализ табл. 4 установил, что с уменьшением энерго-протеинового числа большая часть аминокислот увеличивается или изменяется незначительно. Высокое содержание протеина в комбикорме для радужной форели с энерго-протеиновым числом 6.5 объясняет увеличение содержания количества аминокислот.

В табл. 5 представлен жирнокислотный состав комбикормов для радужной форели.

Таблица 5. Жирнокислотный состав комбикормов для радужной форели
Table 5. Fatty acid composition of feed for rainbow trout

Жирная кислота (ЖК)	Формула	Содержание ЖК в % от суммы жирных кислот		
		комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Насыщенные кислоты				
Лауриновая	C12:0	0,1	0,1	0,1
Миристиновая	C14:0	8,0	7,1	6,9
Пентадекановая	C15:0	0,5	0,4	0,4
Пальмитиновая	C16:0	15,3	15,7	14,6
Гептадекановая	C17:0	0,4	0,4	0,3
Стеариновая	C18:0	2,6	3,5	3,2
Арахиновая	C20:0	0,2	0,2	0,2
Бегеновая	C22:0	0,1	0,2	0,2
Трикозановая	C23:0	0,3	0,3	0,3



Окончание табл. 5

Жирная кислота (ЖК)	Формула	Содержание ЖК в % от суммы жирных кислот		
		комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Мононенасыщенные кислоты				
Миристолеиновая	C14:1	0,1	0,1	0,1
Пальмитолеиновая	C16:1	7,2	6,9	6,8
Гептадеценовая	C17:1	0,3	0,3	0,3
Олеиновая	C18:1	22,1	22,0	21,7
Эйкозеновая	C20:1	10,0	9,8	9,4
Эруковая	C22:1	12,3	11,2	10,9
Нервоновая	C24:1	0,5	0,5	0,4
Полиненасыщенные кислоты				
Линолевая	C18:2 н6	5,1	4,5	4,3
α-Линоленовая	C18:3 н3	1,1	1,0	1,0
Эйкозодиеновая	C20:2 н6	1,9	1,8	1,6
Эйкозатриеновая	C20:3 н3	0,2	0,2	0,2
Эйкозапентаеновая	C20:5 н3	6,2	6,2	6,0
Докозапентаеновая	C22:5 н3	0,5	0,5	0,5
Докозагексаеновая	C22:6 н3	5,0	4,6	4,5

В комбикорме с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание таких незаменимых полиненасыщенных жирных кислот как линолевая на 15,7 %, эйкозодиеновая на 15,8 %, докозагексаеновая на 10 %.

Витаминный состав комбикормов для радужной форели представлен в табл. 6.

Таблица 6. Витаминный состав комбикормов для радужной форели
Table 6. Vitamin composition of feed for rainbow trout

Наименование показателя, единицы измерения	Содержание витамин		
	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 9,6	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 7,7	комбикорм для форели с энерго-протеиновым числом 6,5
Витамин Е, мг/100 г	2,5	2,5	2,5
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,03	0,04	0,04
Витамин В ₂ , мг/100 г	0,19	0,18	0,18
Витамин В ₆ , мг/100 г	0,024	0,021	0,022



Анализируя данные табл. 6, установлено, что содержание витаминов в комбикормах с разным энерго-протеиновым числом изменяется незначительно. Большее содержание витамина В₂ и В₆ находится в комбикорме с энерго-протеиновым числом 9.6.

Испытания комбикормов с различным энерго-протеиновым отношением проводили на радужной форели в условиях аквариальной института. В каждом варианте опыта было задействовано по 1 аквариуму. Использованы аквариумы объемом по 80 л каждый. В каждый аквариум посадили по 10 экз. радужной форели. Во время проведения эксперимента велся контроль за температурой воды, pH среды и содержанием растворенного в воде кислорода. Температура воды за время эксперимента в аквариуме, где кормилась форель комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6, находилась в пределах 11,0–12,4 °С, комбикормом с энерго-протеиновым числом 7.7 в пределах 15,4–16,8 °С, комбикормом с энерго-протеиновым числом 6.5 в пределах 18,1–20,0 °С, pH воды находилось в пределах – 7,6–7,8, содержание растворенного кислорода находилось в пределах 8,2–8,5 мг/л. Кормление форели осуществлялось ежедневно 3 раза в день с интервалом 3 часа по поедаемости в дозе 1,0–3,5 % от массы посаженной рыбы. Учет расхода комбикорма велся ежедневно. Всего эксперимент продолжался 25 дней. Результаты испытаний различных рецептур комбикормов с энерго-протеиновым числом 6.5, 7.7 и 9.6 на рост форели отражены в табл. 7.

Таблица 7. Влияние комбикормов с разным энерго-протеиновым числом на рост радужной форели (25 дней кормления)

Table 7. Effect of compound feeds with different energy-protein content on the growth of rainbow trout (25 days of feeding)

Комбикорм с энерго- протеиновым числом	Среднестуточная масса, г		Прирост радужной форели за опыт	
	начало опыта	конец опыта	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %
6.5	39,50±3,13	55,40±5,95	15,90±3,27	38,58±5,39
6.5	39,40±3,36	55,40±5,90	16,00±2,92	39,43±4,61
6.5	40,10±3,33	56,80±5,55	16,70±2,75	41,48±4,68
Среднее по варианту ±Sx*	39,67±0,22	55,87±0,47	16,20±0,25**	39,83±0,86



Окончание табл. 7

Комбикорм с энерго- протеиновым числом	Среднештучная масса, г		Прирост радужной форели за опыт	
	начало опыта	конец опыта	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %
7.7	41,40±4,84	58,40±4,55	17,00±1,13	47,98±7,76
7.7	43,40±4,62	60,50±5,46	17,10±1,10	42,50±4,31
7.7	44,30±4,98	61,50±5,68	17,20±1,14	43,07±5,38
Среднее по варианту ±Sx	43,03±0,86	60,13±0,91	17,10±0,06**	44,52±1,74
9.6	40,60±4,16	64,20±5,03	23,60±1,13	62,37±5,43
9.6	41,20±4,27	64,20±5,03	23,00±0,92	60,31±5,50
9.6	41,50±4,19	65,40±5,03	23,90±1,09	61,75±5,31
Среднее по варианту ±Sx	41,10±0,26	64,60±0,40	23,50±0,26	61,48±0,61

* ±Sx — ошибка средней.

** — P<0,05.

Как показали исследования, максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикорма с энерго-протеиновым числом 9.6.

Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6, что отражено в табл. 8.

Таблица 8. Кормовые затраты при использовании комбикормов с разным энерго-протеиновым числом на радужной форели (25 дней кормления)
Table 8. Feed costs when using compound feeds with different energy-protein values for rainbow trout (25 days of feeding)

Наименование варианта	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффици- ент, ед.
	начало кормления	конец корм- ления			
6.5	395,00	554,0	159,00	215,20	1,35
6.5	394,00	554,00	160,00	214,70	1,34
6.5	401,00	568,00	167,00	218,50	1,31
Среднее по варианту ±Sx*	396,67±2,19	558,67±4,67	162,00±2,52	216,13±1,19	1,33±0,01**
7.7	414,00	584,00	170,00	225,60	1,33
7.7	434,00	605,00	171,00	236,50	1,38
7.7	443,00	615,00	172,00	241,40	1,40
Среднее по варианту ±Sx	430,33±8,57	601,33±9,13	171,00±0,58	234,50±4,67	1,37±0,02**



Окончание табл. 8

Наименование варианта	Общая масса, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления			
9.6	406,00	642,00	236,00	221,30	0,94
9.6	412,00	642,00	230,00	224,50	0,98
9.6	415,00	654,00	239,00	226,20	0,95
Среднее по варианту $\pm S_x$	411,00\pm2,65	646,00\pm4,00	235,00\pm2,65	224,00\pm1,44	0,96\pm0,01

* $\pm S_x$ — ошибка средней;** — $P < 0,05$.

Физиологическое состояние рыбы оценивали по гематологическим показателям крови. Изменение состава рациона отражается на составе крови рыб. Использование полноценных комбикормов положительно влияет на основные гематологические показатели и общее физиологическое состояние рыб. В процессе исследования физиологического состояния рыб, получающих искусственные корма, выделена группа показателей, наиболее чувствительных к неполноценности пищи. Это содержание гемоглобина, эритроцитов, а также белка в сыворотке крови. Высокое содержание белка в сыворотке крови является благоприятным признаком, наиболее показательным и стабильным.

Забор крови радужной форели и ленского осетра из опытных групп проводили в течение 30 секунд после извлечения из воды, так как увеличение этого времени приводит к изменениям многих показателей крови. Кровь брали путем отсечения хвостового стебля и стерильным шприцом непосредственно из сердца. В качестве антикоагулянта использовали гепарин.

Оценку результатов проводили, ориентируясь на нормативные показатели крови форели и осетра [6] и научную литературу [7–9]. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Основные гематологические показатели крови радужной форели
Table 9. Main hematological parameters of rainbow trout blood

Образец	Общий белок сыворотки, г/л	Количество гемоглобина, г/л	СОЭ, мм/ч	Содержание эритроцитов, $10^{12}/л$
Энерго-протеиновое число 6.5	30,1 \pm 2,2	83,0 \pm 0,6	3,0 \pm 0,3	1,1 \pm 0,05
Энерго-протеиновое число 7.7	29,2 \pm 2,9	90,0 \pm 0,8	2,5 \pm 0,2	1,0 \pm 0,1



Окончание табл. 9

Образец	Общий белок сыворотки, г/л	Количество гемоглобина, г/л	СОЭ, мм/ч	Содержание эритроцитов, $10^{12}/л$
Энерго-протеиновое число 9.6	28,2±1,4	89,0±1,4	2,6±0,2	1,0±0,05
Норматив	15,0–62,0	30–115	1–4	0,8–1,6

Как показали результаты исследований в табл. 9, по всем гематологическим показателям кровь радужной форели соответствует нормативным показателям. Наиболее достоверно высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикорма с энерго-протеиновым числом 6.5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7.7 и 9.6.

Был изучен биохимический состав радужной форели после кормления. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10. Биохимический состав тела форели
Table 10. Biochemical composition of the trout body

Образец	Содержание в теле рыбы, %				
	влажность	сухое вещество	белок	зольность	жирность
Энерго-протеиновое число 6.5	74,32	25,68	17,66	2,05	5,97
	74,56	25,44	18,07	2,03	5,34
Среднее значение	74,44±0,24	25,56±0,24	17,87±0,41	2,04±0,02	5,66±0,63
Энерго-протеиновое число 7.7	71,54	28,46	19,87	3,06	5,53
	72,62	27,38	19,35	2,90	5,13
Среднее значение	72,08±1,08	27,92±1,08	19,61±0,52	2,98±0,16	5,33±0,40
Энерго-протеиновое число 9.6	72,49	27,51	17,97	2,64	6,90
	73,40	26,60	17,15	2,24	7,21
Среднее значение	72,95±0,91	27,05±0,91	17,56±0,82	2,44±0,40	7,06±0,31

Анализ полученных данных показал, что наибольшее количество сухого вещества и протеина отложено в мышцах форели при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 7.7. Наибольшая жирность рыбы наблюдается при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6.

Выводы.

Установлено, что с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание сырого жира, а протеина уменьшает-



ся. Содержание же сырой клетчатки и углеводов изменяется между образцами незначительно. С увеличением энерго-протеинового числа увеличивается кислотность комбикорма и уменьшается его pH. Изменение кислотности комбикорма и pH можно объяснить различным качественным и количественным содержанием жира в его составе. Выявлено, что с уменьшением энерго-протеинового числа большая часть аминокислот увеличивается или изменяется незначительно. В комбикорме с увеличением энерго-протеинового числа увеличивается содержание таких незаменимых полиненасыщенных жирных кислот как линолевая на 15,7 %, эйкозадиеновая на 15,8 %, докозагексаеновая на 10 %. Установлено, что содержание витаминов в комбикормах с разным энерго-протеиновым числом изменяется незначительно. Большее содержание витамина B₂ и B₆ находится в комбикорме с энерго-протеиновым числом 9.6. Максимальный абсолютный и относительный прирост радужной форели отмечен в варианте с использованием в рационе форели комбикорма с энерго-протеиновым числом 9.6. Анализ кормовых затрат показал, что наименьший кормовой коэффициент наблюдается при кормлении радужной форели комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6. По всем гематологическим показателям кровь радужной форели соответствует нормативным показателям. Наиболее достоверно высокое содержание белка в сыворотке крови отмечено для варианта комбикорма с энерго-протеиновым числом 6.5, гемоглобина с энерго-протеиновым числом 7.7 и 9.6. Наибольшее количество сухого вещества и протеина отложено в мышцах форели при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 7.7. Наибольшая жирность рыбы наблюдается при кормлении комбикормом с энерго-протеиновым числом 9.6.

Список использованных источников

1. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин ; под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищевая пром-сть, 1966. — 376 с.
2. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — М. : С.-х. технологии, 2015. — 292 с.



3. Джабаров, М. И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий / М. И. Джабаров. — М. : Изд-во ВНИРО, 2006. — 213 с.
4. Продукт переработки масличных культур — ингредиент комбикормов для осетровых рыб / С. В. Чехранова, О. В. Жаркова, А. В. Загоруйко, В. А. Московцева // Инновационные технологии и ветеринарная защита при интенсивном производстве продукции животноводства : материалы нац. конф., Волгоград, 18–20 мая 2016 г. / Волгогр. гос. аграр. ун-т ; редкол.: А. С. Овчинников (гл. ред.) [и др.]. — Волгоград, 2016. — С. 56–60.
5. Verstegen, M. W. A. Crystalline amino acids and nitrogen emission / M. W. A. Verstegen, A. W. Jongbloed // Amino Acids in Animal Nutrition / ed. by J. P. F. DrMello. — 2nd ed. — Wallingford, 2003. — P. 449–458.
6. Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб) / Н. Т. Иванова. — М. : Лег. и пищевая пром-ть, 1982. — 184 с.
7. Сkläров, В. А. Кормление рыб : справочник / В. А. Сkläров, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рожков. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1984. — 120 с.
8. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб // Методические указания и рекомендации по лабораторным диагностическим исследованиям. — М., 1999. — С. 69–85.
9. Практикум по ихтиопатологии / Н. А. Головина, Е. В. Авдеев, Е. Б. Евдокимова [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. — М. : МОР-КНИГА, 2016. — 416 с.

Reference

1. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guidelines for the study of fish (mainly freshwater)]. 4th ed. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p. (in Russian).
2. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Fish feeding in freshwater aquaculture]. Moscow, Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii Publ., 2015. 292 p. (in Russian).
3. Dzhabarov M. I. *Aminokisloty i sostav tkanei razlichnykh vidov ryb v ontogeneze i pri izmenenii ehkologicheskikh uslovii* [Amino acid composition of tissues of various fish species in ontogenesis and under changing environmental conditions]. Moscow, VNIRO Publ., 2006. 213 p. (in Russian).
4. Chekhranova S. V., Zharkova O. V., Zagoruiko A. V., Moskovtseva V. A. The product of processing oilseeds is an ingredient in compound feeds for sturgeon fish. *Materialy natsional'noi konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii i veterinarnaya zashchita pri intensivnom proizvodstve produktov zhivotnovodstva»* [Proc. of the Nat. conf. «Innovative technologies and veterinary protection in intensive production of livestock products»]. Volgograd, 2016, pp. 56–60 (in Russian).



5. Verstegen M. W. A., Jongbloed A. W. Crystalline amino acids and nitrogen emission. *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. Wallingford, 2003, pp. 449–458.
 6. Ivanova N. T. *Atlas kletok krovi ryb (sravnitel'naya morfologiya i klassifikatsiya formennykh ehlementov krovi ryb)* [Atlas of fish blood cells (comparative morphology and classification of shaped elements of fish blood)]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1982. 184 p. (in Russian).
 7. Sklyarov V. A., Gamygin E. A., Rozhkov L. P. *Kormlenie ryb* [Fish feeding]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1984. — 120 p. (in Russian).
 8. Guidelines for conducting hematological examination of fish. *Metodicheskie ukazaniya i rekomendatsii po laboratornym diagnosticheskim issledovaniyam* [Guidelines and recommendations for laboratory diagnostic tests]. Moscow, 1999, pp. 69–85 (in Russian).
- Golovina N. A., Avdeeva E. V., Evdokimova E. B., Kazimirchenko O. V., Kotlyarchuk M. Yu. *Praktikum po ikhtiopatologii* [Ichthyopathology Workshop]. Moscow, Morkniga Publ., 2016. — 416 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Кошак Жанна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Рыбкина Евгения Евгеньевна — научный сотрудник лаборатории кормов, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: zenarybkina599@gmail.com.

Information about the authors

Zhanna V. Koshak — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@Gmail.com

Evgeniya E. Rybkina — Junior Researcher, Feed Laboratory, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru