
Научная статья

УДК 633.11

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-59-66>

EDN JWFJMD

Влияние белкового концентрата рапса на рыбоводно-биологические и физиологические показатели радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*)

Ирина Васильевна Поддубная[✉],

Анна Владимировна Анподист, Юлия Николаевна Зименс

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова,
Саратов, Россия, poddubnayaiv@yandex.ru[✉]

Аннотация. Представлены результаты исследований по использованию в кормлении радужной форели в условиях бассейнового выращивания альтернативного растительного источника белка – белкового концентрата рапса, введенного в комбикорма в количестве 4 и 6 % взамен тождественного количества соевого шрота. Отражены химические составы опытных комбикормов и результаты влияния белкового концентрата на ростовые процессы и гематологические показатели радужной форели. По результатам исследований выявлено, что опытная группа рыб, получавшая 6 % концентрата рапсового белка, опережала в росте контрольную группу по средней массе тела с середины опыта и до конца исследования, достигнув значения $1\ 910,0 \pm 4,4$ г, что на 160 г больше по сравнению с контролем. Наилучший абсолютный прирост был отмечен в опытной группе, получавшей 6 % концентрата рапсового белка, – 1 666,0 г за опыт, что выше аналогичного показателя в контрольной группе на 11,4 %. У особей радужной форели этой же опытной группы наиболее высокий среднесуточный прирост – 8,3 г, что на 0,8 г выше по сравнению с контролем, а также выживаемость, достигшая 99,6 %. В связи со сбалансированностью по питательным веществам комбикормов морфологические показатели крови и гемоглобин находились в пределах референсных значений и достоверно не выходили за их границы во всех подопытных группах. Ферменты печени АСТ и АЛТ в опытных группах имеют тенденцию к снижению относительно контроля. Коэффициент де Ритиса в контрольной группе составил 1,5, в первой и второй опытных группах он был равен 1,07 и 1,6 соответственно, что свидетельствует о нормальном состоянии сердца и печени. Количество билирубина, креатинина, щелочной фосфатазы, глюкозы и фосфора в опытных группах было на уровне контрольных значений и достоверных отличий не имело. Введение концентрата рапсового белка в рационы радужной форели способствует увеличению приростов, повышению выживаемости и поддерживает гематологические показатели на оптимальном физиологическом уровне.

Ключевые слова: радужная форель, комбикорма, кормление, белковый концентрат рапса

Для цитирования: Поддубная И. В., Анподист А. В., Зименс Ю. Н. Влияние белкового концентрата рапса на рыбоводно-биологические и физиологические показатели радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 59–66. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-59-66>. EDN JWFJMD.

Original article

The effect of rapeseed protein concentrate on fish-biological and physiological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Irina V. Poddubnaya[✉], Anna V. Anpodist, Yulia N. Zimens

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov,
Saratov, Russia, poddubnayaiv@yandex.ru[✉]

Abstract. The paper presents the results of studies on the use of an alternative plant protein source in feeding rainbow trout – rapeseed protein concentrate introduced into compound feeds in the amount of 4 and 6% instead of an identical amount of soybean meal under pool growing conditions. The paper reflects the chemical compositions of the experimental compound feeds and the results of the effect of protein concentrate on growth processes and hematological parameters of rainbow trout. According to the research results, it was revealed that the experimental group of fish receiving 6% rapeseed protein concentrate outpaced the control group in growth in average body weight from the middle of

the experiment to the end of the study, reaching a value of 1910.0 ± 4.4 g, which is 160 g more than the control. The best absolute increase was noted in the experimental group receiving 6% rapeseed protein concentrate and amounted to 1666.0 g per experiment, which is 11.4% higher than the same indicator in the control group. The rainbow trout individuals of the same experimental group had the highest average daily gain - 8.3 g, which is 0.8 g higher than the control, as well as the survival rate, which reached 99.6%. Due to the balanced nutritional content of the compound feed, the morphological parameters of the blood and hemoglobin were within the reference values and did not reliably exceed their limits in all experimental groups. The liver enzymes AST and ALT in the experimental groups tend to decrease relative to the control. The de Ritis coefficient in the control group was 1.5, in the first and second experimental groups it was 1.07 and 1.6, indicating a normal state of the heart and liver. The amount of bilirubin, creatinine, alkaline phosphatase, glucose and phosphorus in the experimental groups was at the level of control values and did not have reliable differences. The introduction of rapeseed protein concentrate into rainbow trout diets maintains hematological parameters at an optimal physiological level.

Keywords: rainbow trout, compound feed, feeding, rapeseed protein concentrate

For citation: Poddubnaya I. V., Anpodist A. V., Zimens Yu. N. The effect of rapeseed protein concentrate on fish-biological and physiological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2025;2:59-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-59-66>. EDN JWFJMD.

Введение

Использование в кормлении объектов аквакультуры альтернативных источников белка как животного, так и растительного происхождения набирает темп в настоящее время в связи с недостатком, удешевлением и ненадлежащим качеством основных белковых компонентов комбикормов, таких как рыбная мука и соевый шрот. Поиски новых источников альтернативного растительного белка, имеющих достаточный набор незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов и низкую себестоимость, привели к широкому использованию бобовых и масличных культур в кормлении различных культивируемых видов рыб [1]. Введение в рационы рыб горохового, соевого, люцернового белкового концентрата, соевого белкового гидролизата, обработанных зерен люпина по отдельности или в комплексе дает возможность увеличить продуктивность рыб наряду с получением качественной рыбной продукции со сниженной стоимостью [2–8].

Среди перечисленных растительных источников белка заслуживает внимания белковый концентрат рапса, получаемый путем спиртовой экстракции рапсового шрота [9].

Целью исследований явилась оценка влияния концентрата рапсового белка в составе комбикормов на ростовые процессы и гематологические показатели годовиков радужной форели в условиях бассейнового выращивания.

Материал и методика исследований

Исследования проводились на рыбозаводном предприятии IRON FISH PCO Осетия-Алания г. Ардон и на базе кафедры «Генетика, разведение, кормление животных и аквакультура» Вавиловского университета на протяжении 190 суток. Объектом исследования явились годовики радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) средней массой 250 г. Радужную форель распределили на 3 группы: контрольную и две опытные (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Схема исследования

Research scheme

Группа	Период опыта, количество дней	Тип кормления
Контрольная	190	Полнорационный комбикорм (основной рацион (OP))
Опытная I		OP с 9 % соевого шрота и 4 % концентрата рапсового белка
Опытная II		OP с 7 % соевого шрота и 6 % концентрата рапсового белка

Контрольная группа получала полнорационный комбикорм (OP) для лососевых рыб серии «Рост», первая опытная группа получала концентрат рапсового белка в количестве 4 %, вторая опытная группа получала концентрат рапсового белка в количестве 6 % в составе комбикорма. Контрольный и опытные комбикорма разработаны и производились на ком-

бикормовом заводе ООО «Прометрика» г. Саратов.

Особи форели были размещены в 3 бетонных чека для выращивания в среднем по 4 135 особей. Каждый чек имел размеры: ширина 3,25 м и длина 30 м, глубина составила 1,5 м. Температура воды в период выращивания поддерживалась на уровне 14–16 °C (рис. 1).



Рис. 1. Выращивание радужной форели в бетонных чеках

Fig. 1. Cultivation of rainbow trout in concrete checks

Контрольный и опытные комбикорма радужной форели с различным количеством белкового кон-

центратра рапса имели следующий состав (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Компонентный состав комбикормов, %

Component composition of compound feeds, %

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II
Зародыш пшеничный		6,0	
Мука пшеничная		8,0	
Соевая мука		7,0	
Шрот соевый	13,0	9,0	7,0
Глютен кукурузный		11,0	
Рыбная мука		20,0	
Мясная мука		10,0	
Мяскостная мука		4,0	
Рыбий жир		17,0	
Концентрат рапсового белка	—	4,0	6,0
Премикс форелевый		1,0	
Функциональные добавки		3,0	

Химический состав комбикормов представлен в табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Химический состав комбикормов, %

Chemical composition of compound feeds, %

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II
Сырой протеин	45,75	43,44	42,0
Сырой жир	21,2	23,0	24,0
Сырая клетчатка		1,8	
Сырая зола	10,9		9,0

Снижение содержания протеина в опытных комбикормах связано с более низким количеством

протеина в концентрате рапсового белка (табл. 4).

Таблица 4

Table 4

Химический состав концентрата рапсового белка и соевого шрота, %

Chemical composition of rapeseed protein concentrate and soybean meal, %

Показатель	Концентрат рапсового белка	Соевый шрот
Влага	7,3	8,6
Сырой протеин	44,63	49,80
Сырой жир	14,10	1,20
Сырая клетчатка	6,00	3,46

Концентрат рапсового белка превосходит соевый шрот по доле сырого жира, дополнительного источника энергии в корме, почти на 12 %, но уступает по количеству сырого протеина на 5,17 %, а количество сырой клетчатки, напротив, выше почти в 2 раза. В целом количество протеина в составе концентрата рапсового белка и соевого шрота было примерно на одном уровне, что и позволило в исследовании заменить часть соевого шрота на концентрат рапсового белка в комбикорме для радужной форели.

Кормление радужной форели в период исследования проводилось 4 раза в день. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыбы и температуры воды согласно общепринятой технологии выращивания. Суточную норму делили на частоту кормления и определяли разовую норму корма. Внесение кормов осуществляли вручную, при этом задавали его маленькими порциями и следили за поедаемостью. Кормовой коэффициент изменялся в пределах 1,05–1,25, в зависимости от температуры воды и массы рыбы.

Ихтиомассу определяли каждые 10 дней путем взвешивания на торсионных весах с погрешностью

в 1 г в трех повторностях по 10 особей и рассчитывали среднюю массу рыбы.

Для клинического анализа крови было проведено определение гемоглобина методом Сали, количество лейкоцитов и эритроцитов путем подсчета в камере Горяева. Сывороточные показатели крови определялись на биохимическом и иммуноферментном анализаторе автоматического типа Chem Well 2009 (Т).

Полученные экспериментальные данные подвергнуты статистической обработке общепринятыми методами, с применением программно-вычислительного пакета MS Excel 2007. Достоверность различий выборок оценивали по критерию Стьюдента [10].

Результаты и обсуждение

В период исследования регулярно определялись физико-химические параметры воды в рыбоводных емкостях, где выращивалась радужная форель. Кислород был на уровне 10,0 мг/л, pH – 7,0, температура поддерживалась в пределах 14–16 °C (табл. 5).

Таблица 5

Table 5

Физико-химический анализ воды

Physico-chemical analysis of water

Показатель	Значение
Температура, °C	14,0–16,0
pH	7,0
Кислород, мг/л	10,0
Углекислота, мг/л	8,0
Солевой аммиак, мг/л	0,1
Нитриты, мг/л	0,2
Нитраты, мг/л	0,5
Общее железо, мг/л	0,7
Хлориды, мг/л	2,0
Сульфаты, мг/л	3,0
Щелочность, мг/л	1,5

Анализ воды соответствовал нормам, необходимым для выращивания радужной форели, и не имел

значительных отличий от установленных стандартов качества воды.

На протяжении опыта велся количественный учет рыбы и в конце опыта рассчитывалась выживаемость.

Динамика средней массы рыбы позволяет наиболее полно отразить положительное влияние внесения в состав корма концентрата рапсового белка.

Так, вторая опытная группа рыб, получавшая 6 % концентрата рапсового белка, с 14 декады уже стабильно опережает в росте контрольную группу, и превосходство по средней массе тела остается вплоть до конца исследования (рис. 2).

Рис. 2. Динамика средней массы радужной форели при выращивании в индустриальных условиях

Fig. 2. Dynamics of the average weight of rainbow trout when grown in industrial conditions

В конце опыта особи второй опытной группы достигают средней массы $1\ 910,0 \pm 4,4$ г, что на

160 г больше по сравнению с контролем (табл. 6).

Таблица 6

Table 6

Рыбоводно-биологические показатели выращивания радужной форели

Fish farming and biological indicators of rainbow trout cultivation

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II
Ихтиомасса в начале опыта, кг	1 055,7	1 032,5	1 007,7
Ихтиомасса в конце опыта, кг	7 196,0	7 307,6	7 857,7
Валовый прирост ихтиомассы, кг	6 140,3	6 275,0	6 850,0
Масса начальная 1 особи, г	$255,0 \pm 3,79$	$250,3 \pm 2,90$	$244,0 \pm 3,46$
Масса конечная 1 особи, г	$1\ 750,0 \pm 2,6$	$1\ 778,0 \pm 4,04^*$	$1\ 910,0 \pm 4,4^{**}$
Абсолютный прирост 1 особи, г	1 495,0	1 528,0	1 666,0
Среднесуточный прирост 1 особи, г	7,5	7,4	8,3
Выживаемость, %	99,3	99,5	99,6

* $P \geq 0,99$; ** $p \geq 0,999$.

При выращивании радужной форели до товарной массы в бетонных чеках за 190 дней наилучший абсолютный прирост был отмечен в опытной

группе II и составил 1 666,0 г за опыт, что выше аналогичного показателя в контрольной группе на 11,4 %. Также у особей этой опытной группы

наиболее высокий среднесуточный прирост – 8,3 г, что на 0,8 г выше по сравнению с контролем. Такой положительный эффект связан с тем, что в опытных группах рыб дополнительное количество жира за счет включения в состав корма концентрата рапсового белка ведет к повышению его калорийности, снижению расхода белка на энергетические цели, что увеличивает интенсивность роста рыб.

Выживаемость рыб составила чуть более 99 % во всех подопытных группах, но наибольшая отме-

чена в группе, где вводился концентрат рапсового белка в количестве 6 %.

В конце исследований был проведен забор крови из сердца 3-х особей из каждой группы и определены гематологические клинические и биохимические показатели.

При анализе гематологических параметров радужной форели было выявлено, что клинические показатели крови напрямую зависят от полноценного питания, возраста рыбы и условий содержания (табл. 7).

Таблица 7

Table 7

Клинические показатели крови радужной форели

Clinical blood parameters of rainbow trout

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$37,97 \pm 2,15$	$38,27 \pm 0,67$	$38,97 \pm 2,45$
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	$1,39 \pm 0,07$	$1,40 \pm 0,09$	$1,43 \pm 0,08$
Гемоглобин, г/л	$87,33 \pm 4,91$	$89,67 \pm 5,53$	$90,67 \pm 5,70$

В связи со сбалансированностью по питательным веществам комбикормов морфологические показатели и гемоглобин находились в пределах референсных значений и достоверно не выходили за их границы. Незначительное повышение числа эритроцитов и гемоглобина в контрольной и опытных группах, по-видимому, связано с высокогорными условиями выращивания.

Исследуя биохимические параметры крови радужной форели, выращиваемой в условиях прямо-

точных бетонных чеков с использованием в кормлении концентрата рапсового белка, были получены результаты по активности ферментов печени: аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ), по количеству прямого и общего билирубина, сывороточного белка, креатинина, щелочной фосфатазы, глюкозы, кальция и фосфора (табл. 8).

Таблица 8

Table 8

Некоторые биохимические показатели сыворотки крови радужной форели

Some biochemical parameters of blood serum of rainbow trout

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I	Опытная группа II
Билирубин общий, мкмоль/л	$7,40 \pm 1,06$	$10,47 \pm 2,03$	$9,0 \pm 1,68$
Билирубин прямой, мкмоль/л	$1,5 \pm 0,50$	$1,6 \pm 0,23$	$1,8 \pm 0,27$
АСТ, ед./л	$46,93 \pm 4,28$	$31,17 \pm 5,70$	$40,10 \pm 0,93$
АЛТ, ед./л	$31,13 \pm 1,73$	$29,27 \pm 2,44$	$24,57 \pm 1,49^*$
Белок общий, г/л	$69,33 \pm 2,51$	$87,97 \pm 1,61^{**}$	$81,93 \pm 3,05^*$
Креатинин, мкмоль/л	$92,80 \pm 5,26$	$104,33 \pm 6,36$	$104,00 \pm 4,66$
Щелочная фосфатаза, ед./л	$57,83 \pm 3,32$	$58,77 \pm 5,34$	$53,0 \pm 6,08$
Глюкоза, ммоль/л	$4,1 \pm 0,15$	$3,57 \pm 0,26$	$4,40 \pm 0,36$
Кальций, ммоль/л	$3,13 \pm 0,09$	$3,87 \pm 0,12^{**}$	$3,40 \pm 0,26$
Фосфор, ммоль/л	$3,13 \pm 0,45$	$3,80 \pm 0,47$	$3,7 \pm 0,40$

* $P \geq 0,95$; ** $p \geq 0,99$.

Данные по билирубину показывают, что процессы, происходящие в печени, остаются на нормальном уровне, без патологии. Количество прямого билирубина незначительно во всех подопытных группах.

Ферменты печени АСТ и АЛТ в опытных группах имеют тенденцию к снижению относительно контроля. Лишь во второй опытной группе активность АЛТ достоверно ниже контрольных цифр на 6,56 ед./л.

Коэффициент де Ритиса при подсчете отношения АСТ к АЛТ показывает, насколько состояние печени, сердца и мышечной ткани отклоняется от нормы. Коэффициент де Ритиса у рыб в норме должен находиться в пределах от 1,3 до 1,75. Если этот показатель более 2, это говорит о поражении сердца, коэффициент меньше 1 свидетельствует о болезни печени [11]. Коэффициент де Ритиса в контрольной группе составил 1,5, в первой и второй опытных группах он был равен 1,07 и 1,6. Снижение коэффициента де Ритиса в опытной группе I было связано со снижением активности АСТ в плазменной составляющей крови.

Содержание общего белка в сыворотке крови в опытных группах I и II достоверно превосходит этот показатель в контрольной группе на 18,64 и 12,6 г/л соответственно.

Количество креатинина, щелочной фосфатазы, глюкозы и фосфора достоверно не отличалось от контроля. Содержание кальция в сыворотке крови первой опытной группы достоверно было выше по сравнению с контролем на 0,74 ммоль/л.

Содержание АЛТ и щелочной фосфатазы, участ-

вующих в кальциево-фосфорном обмене, подтверждает, что обмен кальция и фосфора не нарушался [11].

Заключение

Полученные данные по введению концентрата рапсового белка в комбикорма с частичной заменой соевого шрота для кормления радужной форели позволяют сделать вывод о положительном влиянии альтернативного растительного белка на ростовые процессы и гематологические показатели рыб. Концентрат рапсового белка превосходит соевый шрот по доле жира, выполняющего роль источника энергии в корме, почти на 12 %. Увеличение количества жира в рационе ведет к сохранности белка от энергетических трат и освобождает белок для ростовых процессов рыб. Энергетическое превосходство кормов опытных групп рыб позволило добиться лучших результатов в приросте и выживаемости рыб по сравнению с контролем. Введение концентрата рапсового белка в рационы радужной форели поддерживает гематологические показатели на оптимальном физиологическом уровне.

Список источников

1. Пахомов В. И., Хлыстунов В. Ф., Брагинец С. В., Бахчевников О. Н. Состояние и перспективы использования растительного сырья в кормах для аквакультуры (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23 (3). С. 281–294.
2. Hekmatpour F., Mozanzadeh M. T. Legumes, Sustainable Alternative Protein Sources for Aquafeeds // Legumes. London: IntechOpen, 2021. 372 p.
3. Øverland M., Sørensen M., Storebakken T., Penn M., Krogdahl A., Skrede A. Pea protein concentrate substituting fish meal or soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) – Effect on growth performance, nutrient digestibility, carcass composition, gut health, and physical feed quality // Aquaculture. 2009. V. 288 (3-4). P. 305–311.
4. Coburn J., Wells M. S., Phelps N. B., Gaylord T. G., Samac D. A. Acceptance of a Protein Concentrate from Alfalfa (*Medicago sativa*) by Yellow Perch (*Perca flavescens*) Fed a Formulated Diet // Fishes. 2021. V. 6 (2). P. 9.
5. Кучихин Ю. А., Бахарева А. А., Размочаев Е. А., Сергазиева О. Д. Эффективность добавления масла льняного горячего отжима и белого люпина, прошедшего барогидротермическую обработку, в комбикорма для радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2024. № 3. С. 42–49.
6. Гапонов Н. В., Шляпников С. М., Чугуев Ю. П. Влияние люпина белого на продуктивность радужной форели // Инновации и продовольственная безопасность. 2023. № 1. С. 71–81.
7. Максимова О. С., Гусева Ю. А. Оценка темпа роста радужной форели, выращенной с использованием в рационах кормления гидролизата соевого белка // Аграр. науч. журн. 2017. № 3. С. 14–17.
8. Guseva Y. A., Vasiliev A. A., Poddubnaya I. V., Zabelina M. V., Fedorov I. P., Dikusarov V. G., Randelin D. A. Growth Rate And Commercial Qualities Of The Muscle Tissue Of Rainbow Trout With Hydrolysate Of Soya Protein Used For Feedin // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. V. 10 (8). P. 1956–1958.
9. Jia S., Li X., He W., Wu G. Protein-sourced feedstuffs for aquatic animals in nutrition research and aquaculture // Recent Advances in Animal Nutrition and Metabolism. Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer, Cham., 2022. V. 1354. P. 237–261.
10. Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 367 с.
11. Гулиев Р. А., Мелякина Э. И. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 85–91.

References

1. Pakhomov V. I., Khlystunov V. F., Braginets S. V., Bakhchevnikov O. N. Sostoianie i perspektivy ispol'zovaniia rastitel'nogo syr'ia v kormakh dlja akvakul'tury (obzor) [The state and prospects of using plant raw materials in feed for aquaculture (review)]. Agrarnaia nauka Evro-Severo-Vostoka, 2022, vol. 23 (3), pp. 281-294.
2. Hekmatpour F., Mozanzadeh M. T. Legumes, Sustainable Alternative Protein Sources for Aquafeeds. Legumes. London, IntechOpen, 2021. 372 p.
3. Øverland M., Sørensen M., Storebakken T., Penn M., Krogdahl A., Skrede A. Pea protein concentrate substituting fish meal or soybean meal in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) – Effect on growth performance, nutrient digestibility, carcass composition, gut health, and physical feed quality. Aquaculture, 2009, vol. 288 (3-4), pp. 305-311.

4. Coburn J., Wells M. S., Phelps N. B., Gaylord T. G., Samac D. A. Acceptance of a Protein Concentrate from Alfalfa (*Medicago sativa*) by Yellow Perch (*Perca flavescens*) Fed a Formulated Diet. *Fishes*, 2021, vol. 6 (2), p. 9.
5. Kuchikhin Iu. A., Bakhareva A. A., Razmochaev E. A., Sergazieva O. D. Effektivnost' dobavleniya masla l'nanogo goriachego otzhima i belogo liupina, proshedshego barogidrotermicheskuiu obrabotku, v kombikorma dlja raduzhnoi foreli (*Oncorhynchus mykiss*) [The effectiveness of adding hot-pressed linseed oil and hydrothermally treated white lupine to mixed feed for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2024, no. 3, pp. 42-49.
6. Gaponov N. V., Shliapnikov S. M., Chuguev Iu. P. Vlijanie liupina belogo na produktivnost' raduzhnoi foreli [The effect of white lupine on the productivity of rainbow trout]. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2023, no. 1, pp. 71-81.
7. Maksimova O. S., Guseva Iu. A. Otsenka tempa rosta raduzhnoi foreli, vyrazshchennoi s ispol'zovaniem v ratsionakh kormleniya gidrolizata soevogo belka [Assessment of the growth rate of rainbow trout raised using soy protein hydrolysate in feeding diets]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2017, no. 3, pp. 14-17.
8. Guseva Y. A., Vasiliev A. A., Poddubnaya I. V., Zabelina M. V., Fedorov I. P., Dikusarov V. G., Randelin D. A. Growth Rate And Commercial Qualities Of The Muscle Tissue Of Rainbow Trout With Hydrolysate Of Soya Protein Used For Feedin. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, vol. 10 (8), pp. 1956-1958.
9. Jia S., Li X., He W., Wu G. Protein-sourced feedstuffs for aquatic animals in nutrition research and aquaculture. Recent Advances in Animal Nutrition and Metabolism. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Springer, Cham., 2022. Vol. 1354. Pp. 237-261.
10. Plokhinskii N. A. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. 367 p.
11. Guliev R. A., Meliakina E. I. Nekotorye biokhimicheskie pokazateli krovi ryb del'ty Volgi [Some biochemical parameters of the blood of fish of the Volga Delta]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 2, pp. 85-91.

Статья поступила в редакцию 28.01.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принятa к публикации 04.06.2025
The article was submitted 28.01.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 04.06.2025

Информация об авторах / Information about the authors

Ирина Васильевна Поддубная – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; poddubnayaiv@yandex.ru

Анна Владимировна Анподист – аспирант кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; prometricafish@yandex.ru

Юлия Николаевна Зименс – кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры генетики, разведения, кормления животных и аквакультуры; Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; usya-21@mail.ru

Irina V. Poddubnaya – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Nutrition and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; poddubnayaiv@yandex.ru

Anna V. Anpodist – Postgraduate Student of the Department of Genetics, Breeding, Animal Nutrition and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; prometricafish@yandex.ru

Yulia N. Zimens – Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Genetics, Breeding, Animal Nutrition and Aquaculture; Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov; usya-21@mail.ru

