



УДК 639.3.043.2: 636.085.62:(633.367.3+633.85.494)

DOI:10.31677/2311-0651-2023-39-1-71-81

ВЛИЯНИЕ ЛЮПИНА БЕЛОГО НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Н.В. Гапонов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
С.М. Шляпников, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
Ю.П. Чугуев, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

*Научно-исследовательский институт медицинской приматологии
НИЦ «Курчатовский институт»*

E-mail: nv.1000@bk.ru

Ключевые слова: форель, комбикорма, люпин белый, прирост, эффективность.

Реферат. Проблемы, возникающие в последнее время перед рыбоводным хозяйством России, часто требуют нетрадиционных решений, основанных на внедрении передовых технологий кормления. Поэтому в процессе исследований нами были изучены рыбоводно-биологические, морфологические и биохимические характеристики радужной форели породы Адлер при выращивании в индустриальных условиях с использованием в кормлении в качестве источника протеина люпина белого нативного (с оболочкой) и без оболочки. Полученные в результате опытов данные свидетельствуют о более интенсивных приростах в опытных группах. Самый высокий прирост получен в 3-й опытной группе, где в структуре рациона содержался люпин белый без оболочки в количестве 22 %, абсолютный прирост в этой группе был выше на 28,89 %. Во 2-й опытной группе прирост был выше на 2,55 %, а в 4-й опытной – на 5,74 %. Сохранность форели во всех опытных группах была практически одинаковой. Себестоимость в 3-й опытной группе по отношению к контрольной была ниже на 32,24 %, во 2-й опытной – на 7,94 и в 4-й – на 21,33 %. Прибыль от реализации также была выше в 3-й опытной группе по отношению к контрольной на 106 %, во 2-й опытной – на 17,76 и в 4-й опытной – на 47,9 %. Изучение люпина белого в структурах рационов может стать основой как для фундаментального расширения знаний о биохимии протеинового питания рыб, так и для практических рекомендаций по использованию белого люпина в комбикормах для радужной форели.

INFLUENCE OF WHITE LUPINE ON THE PRODUCTIVITY OF RAINBOW TROUT

N.V. Gaponov, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher
S.M. Shlyapnikov, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher
Yu.P. Chuguyev, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher

*Research Institute of Medical Primatology
National Research Center "Kurchatov Institute"*

Keywords: trout, feed, white lupine, gain, efficiency.

Abstract. *The problems that have recently faced the Russian fish farm often require non-traditional solutions based on the introduction of advanced feeding technologies. Therefore, in the research process, the authors studied the fish-breeding, biological, morphological and biochemical characteristics of the rainbow trout of the Adler breed when grown in industrial conditions using native white lupine (with a shell) and without a shell as a source of protein in feeding. The data obtained from the experiments indicate more intensive gains in the experimental groups. The highest increase was obtained in the 3rd experimental group, where the diet structure contained white lupine without a shell in the amount of 22%. The absolute increase in this group was higher by 28.89%. In the 2nd experimental group, the growth was higher by 2.55%, and in the 4th experimental group, by 5.74%. The safety of trout in all experimental groups was almost the same. The cost in the 3rd experimental group to the control was lower by 32.24%, in the 2nd experimental group - by 7.94% and in the 4th - by 21.33%. The profit from the sale was also higher in the 3rd experimental group compared to the control group by 106%, in the 2nd experimental group - by 17.76% and in the 4th experimental group - by 47.9%. The study of white lupine in diet structures can become the basis for a fundamental expansion of knowledge about the biochemistry of fish protein nutrition and practical recommendations on using white lupine in mixed feed for rainbow trout.*

Снабжение населения качественной рыбопродукцией стало в последние годы не столько экономической, сколько социальной проблемой, ведь количество морепродуктов в рационе напрямую связано с уровнем жизни, а значит, и здоровьем населения. Главными факторами, определяющими качество продукции, всегда были ее органолептические пищевые свойства. Однако в настоящее время все большее значение придается экологической чистоте продукции, и недооценка этого фактора чревата серьезным ущербом для производителей и реализаторов рыбопродукции [1, 2]. Для получения экологически чистой продукции люпин может сыграть ключевую роль.

Основной задачей товарного рыбоводства является выращивание рыбы в наиболее короткий срок и с минимальными затратами. Одними из основных факторов, влияющих на быстрый рост рыбы, являются поддержание оптимальных условий выращивания и полноценность кормления. Очевидная актуальность проблемы интенсивного воспроизводства естественных популяций лососевых рыб вызывает необходимость совершенствовать технологию их разведения и выращивания с применением полноценных комбикормов и современных технических средств производства [3–5].

При интенсивном выращивании первостепенное значение приобретает полноценное сбалансированное кормление рыбы, являющееся залогом успеха в получении качественной товарной рыбопродукции. Экономически выгодным, альтернативным животному источником белка служат продукты растительного происхождения, которые, однако, не характерны для естественной пищи хищных рыб. В связи с этим при индустриальном выращивании рыбы большое значение приобретает применение биологически активных веществ, способствующих усваиванию растительных белков [3, 6, 7].

Рассматривая отдельные секторы аквакультуры, отметим, что наряду с традиционными технологиями выращивания товарной рыбы наиболее важное место занимают интенсивные формы рыбоводства, при которых вопросы организации полноценного кормления имеют главное значение [8–12].

Для кормления молоди можно использовать корма отечественного и импортного производства с высоким содержанием белка – не менее 48 – 55 % [13]. Поставки комбикормов, в первую очередь для ценных видов рыб, осуществляются из-за рубежа (Дания, Голландия, Финляндия, Франция, Германия и др.). Повышение эффективности отрасли рыбоводства, наряду с решением технических проблем, настоятельно требует самого серьезного внимания к процессу кормления и использования экономически выгодных кормовых средств для всех возрастных групп разводимых рыб [14, 15].

Ввиду низкой рентабельности рыбоводных хозяйств, занятых в настоящее время выращиванием традиционных объектов рыбоводства – карпа и растительноядных рыб, необходимо повышение эффективности их работы за счет производства деликатесной продукции ценных пород рыб и повышения ее выхода до 10 – 15 ц/га [16].

Для повышения эффективности выращивания ценных видов рыб необходимо применять корма, составленные с учетом потребностей этих видов в основных элементах питания, витаминах и минеральных веществах. Для этого в рыбоводстве применяются высокопротеиновые корма растительного происхождения из бобовых культур [17–21].

В настоящее время изучение эффективности применения и влияния люпина белого на рост, развитие и товарные качества рыбы может стать основой как для фундаментального расширения знаний о биохимии протеинового питания рыб, так и для практических рекомендаций по использованию люпина белого в комбикормах для радужной форели.

Цель исследований – повысить продуктивность выращивания радужной форели за счёт введения в рацион люпина белого.

В 2022 г. на базе АО «Племенной форелеводческий завод «Адлер» нами проводились исследования по изучению влияния белого люпина на продуктивность радужной форели. В качестве объекта исследований использовались особи радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) породы Адлер.

Для проведения научно-хозяйственного опыта была отобрана молодь радужной форели по принципу аналогов массой около 55,5 г и сформированы четыре группы: контрольная и три опытных по 200 особей в каждой [22, 12, 18].

Контрольная группа получала полнорационный гранулированный комбикорм, а опытные – тот же комбикорм, но с замещением части высокопротеиновых кормов на люпин белый. Продолжительность эксперимента составила 16 недель.

Кормление радужной форели в период лабораторных исследований производилось в дневное время 6 раз в сутки через равные промежутки. В период научно-хозяйственного опыта кормление производилось так же. В кормлении использовался гранулированный комбикорм с диаметром гранул в соответствии с массой рыбы.

Состав корма и питательность соответствовали периоду выращивания рыбы. Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике с учётом температуры воды и массы рыбы.

Затраты корма рассчитывали в целом за опыт как отношение количества корма, внесенного в рыбоводную ёмкость, к единице прироста массы [5]:

$$З = \frac{Ев}{R}, \quad (1)$$

где Ев – количество вносимого корма, кг;

R – полученная продукция, кг.

Еженедельно проводили исследования темпов роста и развития радужной форели на основании результатов контрольных обловов. Не менее 10 экземпляров подвергали взвешиванию на электронных весах.

Для характеристики интенсивности роста использовались показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов, а также коэффициент упитанности рыбы [5].

Абсолютный прирост рассчитывали по разности между начальной и конечной массой рыбы за период.

Относительный прирост определяли по формуле

$$M = \frac{M_n - M_0}{M_0} 100\%, \quad (2)$$

где M_0 , M_n – средняя масса рыбы в начале и конце периода соответственно.

Среднесуточный прирост, или удельную скорость роста (C_w), рассчитывали по формуле

$$C_w = \frac{2(M_n - M_0)}{(M_t + M_0)t} 100\%, \quad (3)$$

где t – продолжительность периода, сут.

Коэффициент упитанности определялся по формуле Т. Фультона:

$$K_y = \frac{M}{L^3} 100\%, \quad (4)$$

где M – масса рыбы, г;

L – длина рыбы по Ф.А. Смитту (1886).

Ежедневно определяли поедаемость корма и сохранность рыбы. Контрольная группа получала полнорационный тонущий гранулированный комбикорм (ОР). Молодь 1, 2 и 3-й опытных групп получала тот же комбикорм, но высокопротеиновые компоненты растительного и животного происхождения в нем были замещены на люпин белый (табл. 1).

Таблица 1

Схема кормления форели в ходе опыта (n=200)
Trout feeding scheme during the experiment (n=200)

Группа	Условия кормления
1-я (контрольная)	Основной рацион (ОР)
2-я (опытная)	ОР – содержание люпина 10 %. Замещены на нативный люпин: мука рыбная – на 1 %, кукуруза – на 9 %
3-я (опытная)	ОР – содержание люпина 22 %. Замещены на люпин без оболочки: мука рыбная – на 14 %, жмых соевый – на 1, кукуруза – на 5, пшеница – на 2 %
4-я (опытная)	ОР – содержание люпина 25 %. Замещены на люпин без оболочки: мука рыбная – на 19 %, жмых соевый – на 1, кукуруза – на 7, пшеница – на 3 %

Гидрохимические исследования проводились в начале и конце экспериментов согласно общепринятым в рыбоводстве методикам. Отбор проб производился из поверхностного слоя воды. Определение состава и свойств воды проводилось двумя методами – титриметрическим и колориметрическим по существующим методикам [22].

Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным ПДК определялось по общепринятому ОСТ 15.312.87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы для выращивания радужной форели.

Определение химического состава люпина белого сорта Дега, компонентов корма и полнорационного комбикорма проводили в начале исследований по стандартным методикам зооанализа. Содержание алкалоидов в белом люпине определяли в лаборатории физиологии растений НИИ люпина.

Гематологические показатели определяли в начале и конце опыта на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе марки ChemWell 2910V (Combi). Пробы крови у рыб на анализ брали из сердца в начале и в конце исследований в период лабораторных исследований – у 3 особей, в период научно-производственного опыта – у 10 особей из каждой группы.

Полученные результаты обрабатывали статистически в программе GraphPadPrizm 8.0 (США) и выражали в виде средних арифметических и их стандартных ошибок. Статистическую значимость различий определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа

с последующими апостериорными поправками на множественные сравнения по методу Тьюки и Сидак. Принятый уровень статистической значимости $p < 0,05$.

Эффективность выращивания рыб определяется физико-химическими свойствами воды, так как у них протекание всех жизненных функций зависит от состояния водной среды. Поэтому вода по своему составу должна отвечать нормам ОСТ 15.372.87. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы, которые обеспечивают сохранность вида, плодовитость и качество потомства, способствуют проявлению потенциальных возможностей роста и не создают условий для развития различных заболеваний. Одним из главных, определяющих рост рыбы факторов является температура воды. Наилучшее усвоение корма у радужной форели происходит при температуре воды 10 – 14 °С, а наибольший темп роста при менее эффективном использовании энергии корма наблюдается при температуре 16 – 18 °С.

Таблица 2

Результаты гидрохимического анализа воды
Results of hydrochemical analysis of water

Показатели качества воды	Результат анализа	Норматив по ОСТ 15 372-87
Водородный показатель, pH	7,60±0,31	6,5 – 9,0
Азот аммонийный, мг NH_4^+ /л	0,20±0,03	0,5
Нитриты, мг NO_2^- /л	0,010±0,002	0,02
Нитраты, мг NO_3^- /л	0,20±0,01	2,0
Фосфаты, мг Р/л	<0,05	0,15
Перманганатная окисляемость, мг O_2 /л	4,00±0,12	До 15,0
Хлориды, мг/л	8,90±1,04	300,0
Сульфаты, мг/л	28,10±5,12	100,0
Железо общее, мг/л	<0,05	0,5
СПАВ*, мг/л	0,017±0,007	0,5
Жёсткость, мг-экв/л	4,00±0,97	<2,5

*Синтетические поверхностно-активные вещества.

Результаты гидрохимического анализа воды (табл. 2) показали, что концентрации веществ, растворенных в воде, не превышают регламентируемые значения. На этом основании был сделан вывод о полной пригодности воды для рыбоводных целей и целесообразности проведения планируемых исследований. Это в дальнейшем положительно повлияло на сохранность и динамику массы форели.

Сбалансированное питание рыб является важным фактором, обеспечивающим нормальную жизнедеятельность и правильный обмен веществ форели. Организация биологически полноценного кормления позволяет получить максимальный среднесуточный прирост при минимальных кормовых затратах и высокой сохранности, способствует максимальному проявлению генетического потенциала форели.

В данном эксперименте использовались различные компоненты полнорационного комбикорма: шрот соевый, шрот подсолнечниковый, кукуруза, пшеница, мука рыбная, премикс П-5- 1, трикальцийфосфат. Биохимический состав компонентов корма анализировали по стандартным методикам зооанализа (табл. 3).

Таблица 3

Питательность полнорационных комбикормов для форели
Nutritional value of complete feed for trout

Показатели	Полнорационный корм (ПК)	ПК – люпин с оболочкой 10 %	ПК – люпин без оболочки 22 %	ПК – люпин без оболочки 25 %
ЭКЕ	1,31	1,31	1,30	1,30
ОЭ, МДж	13,20	13,06	13,00	12,80
Сухое вещество, г	877,90	880,90	881,40	883,70
Сырой протеин, г	403,50	403,91	403,91	404,00
Переваримый протеин, г	343,00	340,29	324,89	315,22
Лизин, г	64,60	69,28	54,04	55,93
Метионин+цистин, г	106,67	116,87	99,30	113,33
Триптофан, г	103,22	114,88	98,76	114,34
Сырой жир, г	95,03	99,24	93,17	104,58
Сырая клетчатка, г	14,08	12,84	11,50	11,54
Крахмал, г	126,21	119,46	137,10	126,62
Сахар, г	95,12	109,58	85,75	87,77
Кальций, г	77,80	75,59	67,50	70,38
Фосфор, г	128,60	130,35	122,05	135,48
Магний, г	78,35	87,79	75,46	87,51
Калий, г	14,95	14,11	12,42	12,57
Сера, г	28,51	31,27	27,18	31,04
Железо, мг	56,12	45,18	39,60	33,38
Медь, мг	12,52	12,34	9,27	8,33
Цинк, мг	61,68	55,38	51,37	47,86
Марганец, мг	17,72	19,61	20,04	20,09
Кобальт, мг	4,28	6,38	4,69	4,56
Йод, мг	37,90	44,20	35,37	41,72
Каротин, мг	6,66	7,13	6,47	7,44
Витамины				
А, МЕ	18,13	19,41	17,69	20,30
В ₁ , МЕ	42,80	38,66	31,93	29,72
В ₂ , МЕ	10,62	7,92	7,16	5,90
В ₃ , МЕ	1,91	1,82	1,33	1,09
В ₄ , МЕ	3,02	2,64	2,07	1,72
В ₅ , МЕ	7,27	5,90	4,94	4,10
В ₆ , МЕ	73,77	28,93	48,01	37,86
В ₇ , МЕ	104,12	126,55	73,25	59,52
В ₁₂ , мкг	119,06	102,59	81,55	68,20

Основной рацион предприятия включает корма растительного, животного происхождения, а также премикс и минеральные добавки. В основном рационе 17 % приходится на долю шрота соевого, количество шрота подсолнечникового составляет 16 %, кукурузы – 14, пшеницы – 7 %. Источником протеина животного происхождения являлась мука рыбная (60 – 65 %), в рецептуре полнорационного комбикорма на её долю приходилось 44 %. Недостаток в рецепте витаминов, микроэлементов и макроэлементов кальция и фосфора компенсировали введением трикальцийфосфата в количестве 1 % и премикса 1 % согласно рекомендациям.

В опытных рецептурах полнорационных комбикормов основная задача заключалась в замене на люпин белый самого дорогостоящего белкового компонента, т.е. муки рыбной. В первом опытном рецепте количество люпина нативного составило 10 %, муки рыбной (60 – 65 %) – 37, шрота соевого – 20, шрота подсолнечникового – 16, кукурузы – 5, пшеницы – 10, трикальцийфосфата – 1 и премикса – 1 %. Поскольку в данном опытном рецепте использовался люпин нативный с оболочкой, то замена рыбной муки на люпин увеличила содержание клетчатки в рецепте. Она необходима для правильного осуществления пищеварительных процессов у рыб, придаёт объёмность концентрированным кормам, усиливает перистальтику кишечника и частично активизирует переваривание основных питательных веществ, но её содержание не должно превышать 3 %. Поэтому введение в структуру рецепта 10 % люпина с оболочкой позволило снизить на 7 % содержание муки рыбной, но увеличило содержание шротов.

Второй опытный рецепт в своей структуре содержал люпина белого без оболочки 22 %, муки рыбной (60 – 65 %) – 30, шрота соевого – 16, шрота подсолнечникового – 16, кукурузы – 9, пшеницы – 5, трикальцийфосфата – 1 и премикса – 1 %. Введение в структуру рецепта люпина без оболочки позволило снизить содержание рыбной муки на 14 %, шрота соевого – на 1, кукурузы – на 5, пшеницы – на 2 %.

Третий опытный рецепт содержал люпина без оболочки 25 %, муки рыбной (60 – 65 %) – 25, шрота соевого – 17, шрота подсолнечникового – 18, кукурузы – 8, пшеницы – 5, трикальцийфосфата – 1 и премикса – 1 %. Введение в структуру рецепта комбикорма люпина без оболочки в количестве 25 % позволило снизить содержание рыбной муки на 19 %, но для сбалансированного содержания аминокислот, дефицитных в люпине, но имеющих повышенное содержание в шротах, было незначительно увеличено их содержание в рецепте.

Количество скармливаемых рыбе кормов зависит от температуры воды, насыщения ее кислородом и массы рыбы, в связи с этим в наших исследованиях суточная дача кормов корректировалась через каждые две недели.

Таблица 4

Рыбоводные показатели выращивания радужной форели
Fish breeding performance of rainbow trout

Показатели	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Средняя ихтиомасса в начале, кг	11,10±03,79	11,06±4,11	11,00±4,31	11,20±3,91
Средняя ихтиомасса в конце, кг	26,73±2,81	27,09±3,82	31,148±1,12*	27,73±2,85
Прирост, кг	15,63	16,03	20,15	16,53
Сохранность, %	96	97	98	97
Относительный прирост, %	240,83	244,94	283,16	247,59
Среднесуточная удельная скорость роста по И.И. Шмальгаузену, г	1,10	1,11	1,28	1,14
% к контролю	100	101,00	116,36	103,63
Затраты корма, кг/кг	2,27	2,25	1,98	2,21
% к контролю	100	98,86	87,15	97,05
Затраты ОЭ, МДж/кг	30,03	29,37	25,77	28,26
% к контролю	100	97,82	85,83	94,11
Затраты протеина г/кг	917,90	908,40	800,78	891,97
% к контролю	100	98,97	87,24	97,17

*P<0,05 по сравнению с контрольной группой.

Интенсивность роста радужной форели определяли по показателям абсолютного прироста живой массы. Полученные в результате опытов данные (табл. 4), свидетельствуют о более

интенсивных приростах в опытных группах. Самым высоким прирост был в 3-й опытной группе, где в структуре рациона содержался белый люпин без оболочки в количестве 22 %, абсолютный прирост в этой группе был выше на 28,89 %. Во 2-й опытной группе прирост оказался выше на 2,55 %, а в 4-й опытной группе – на 5,74 %. Сохранность форели во всех опытных группах была практически одинаковой.

Для суждения о сравнительной скорости необходимо вычислить относительный прирост, или относительную скорость роста. Выражение скорости роста не в абсолютных, а в относительных величинах позволяет оценить напряженность процесса роста. Высокий относительный прирост наблюдался в 3-й опытной группе – больше, чем в контрольной, на 17,52 %, во 2-й опытной – на 1,71 и в 4-й – на 2,81 %. Полученные данные указывают, что за период исследования рост был интенсивным.

Среднесуточная удельная скорость роста рыб показывает процентное изменение их массы за каждые сутки периода. Наибольший среднесуточный прирост был в 3-й опытной группе – на 16,36 % выше, чем в контрольной, во 2-й опытной – на 1,0 и в 4-й – на 3,63 %.

Подобная тенденция отмечена и в показателях затрат корма, в том числе обменной энергии и протеина на единицу прироста форели. Самые низкие затраты корма на единицу продукции наблюдались в 3-й опытной группе – меньше на 12,85 %, во 2-й – на 1,14 и в 4-й – на 2,95 % по сравнению с контрольной. Затраты обменной энергии были ниже на 14,17; 2,18 и 5,89 %, а затраты протеина на 12,76; 1,03 и 2,83 % соответственно.

Проанализировав данные табл. 4, можно заключить, что использование белого люпина как с оболочкой, так и без оболочки в структурах полнорационных комбикормов для форели позволяет увеличить скорость роста и снизить затраты кормов на получение единицы продукции.

Заключительным этапом анализа эффективности использования белого люпина в кормлении радужной форели был экономический расчет рентабельности производства (табл. 5).

Таблица 5

Экономическая эффективность выращивания радужной форели
Economic efficiency of rainbow trout farming

Показатели	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Масса в начале опыта, кг	11,10±03,79	11,06±4,11	11,00±4,31	11,20±3,91
Масса в конце, кг	26,73±2,81	27,09±3,82	31,148±1,12*	27,73±2,85
Прирост, кг	15,63	16,03	20,15	16,53
Стоимость посадочного материала, тыс. руб.	2 553	2 544	2 530	2 576
Кормовой коэффициент	2,27	2,25	1,98	2,21
Стоимость комбикорма, руб.	5 084	4 666	4 140	3 778
Всего затрат, руб.	7 637	7 210	6 670	6 354
Выручка от реализации рыбы, руб.	11 724	12 023	15 111	12 398
Себестоимость, кг/руб.	489	450	331	384
Прибыль от реализации рыбы, руб.	4 087	4 812	8 441	6 044
Дополнительно полученная прибыль от реализации, руб.	0	726	4 355	1 957
Рентабельность, %	53,51	66,75	126,56	95,12

Примечание. Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 2021 г.

Анализ экономической эффективности использования белого люпина в полнорационных комбикормах при выращивании товарной радужной форели показывает целесообразность его

использования. Включение в полнорационный комбикорм белого люпина позволило снизить себестоимость корма. Наименьшей себестоимостью 1 кг товарной форели была в 3-й опытной группе, в структурах рациона которой присутствовал белый люпин без оболочки в количестве 22 %. Себестоимость в 3-й опытной группе по отношению к контрольной была ниже на 32,24 %, во 2-й – на 7,94 и в 4-й – на 21,33 %. Прибыль от реализации также была выше в 3-й опытной группе по отношению к контрольной – на 106 %, во 2-й опытной – на 17,76 и в 4-й – на 47,9 %. Дополнительно полученная прибыль в 3-й опытной группе была выше, чем в контрольной, на 4355 руб., во 2-й – на 726 и в 4-й – на 1957 руб. Уровень рентабельности составил в контрольной группе 53,51 %, а в опытных группах где применялся белый люпин, был выше: в 3-й – на 73,05, во 2-й – на 13,24 и в 4-й – на 41,61 %.

Расчет экономических показателей выращивания форели указывает, что несмотря на более низкую себестоимость кормов с белым люпином без оболочки в количестве 25 % в структуре полнорационного комбикорма показатели прироста, а следовательно, и эффективности корма, были выше в 3-й опытной группе, где в структуре комбикорма присутствовал белый люпин без оболочки в количестве 22 %, что отражается на экономических показателях производства товарной форели. Таким образом, с экономической точки зрения, применение белого люпина без оболочки в количестве 22 % в структурах комбикормов для форели экономически наиболее целесообразно.

Анализ полученных в исследованиях данных приводит к выводу, что использование белого люпина как в нативной форме, так и без оболочки позволяет улучшить продуктивность радужной форели. Наибольший среднесуточный прирост был получен в 3-й опытной группе, где полнорационный комбикорм содержал белый люпин без оболочки в количестве 22 %. Высокая адаптивная способность форели к различным кормовым компонентам бобовых культур позволяет без ущерба для здоровья рыб заменить до 25 % протеиновой части рациона на белый люпин. Но наиболее целесообразно, как показывают исследования, вводить в структуру рациона 22 % белого люпина без оболочки.

Таким образом, замена в полнорационных рецептурах кормов животного происхождения и соевых кормов на белый люпин в количестве 22 и 25 % при товарном откорме позволяет получить выход товарной форели на 28 и 6 % больше, чем в контроле, с нормальными физиологическими показателями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Артюхов А.И., Гапонов Н.В.* Энергосахаропротеиновый концентрат и способ его приготовления: Патент на изобретение RU 2461211 С2, 20.09.2012. Заявка № 2010144896/13 от 02.11.2010.
2. *Власов В.А., Ельшов А.В.* Использование биологически активных добавок в кормлении рыб // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 123–130.
3. *Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Моркнига, 2013. – 417 с.
4. *Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н.* Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб: метод. рекомендации / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации. – М., 2004. – 136 с.
5. *Щербина М.А., Гамыгин Е.А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 360.
6. *Влияние* препарата «Аквапурин ТМ» на скорость роста молоди осетра / И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, С.В. Глушко // Вестник НГАУ. – 2014. – № 4. – С. 42–47.
7. *Скляр В.Я.* Научное обеспечение, резервы развития аквакультуры Юга России // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 15–17.
8. *Новые технологии в рыбохозяйственных исследованиях* / Н.В. Войнова, В.А. Чистяков, И.В. Корниенко, В.А. Барминцев. – Ростов-н/Д: Эверест, 2002. – 112 с.

9. Гапонов Н.В. Значение люпина в продовольственной безопасности страны // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 4 (30). – С. 101–107.
10. Минияров Ф.Т. Развитие интенсивной прудовой аквакультуры осетровых рыб в Нижнем Поволжье // Проблемы современного товарного осетроводства: сб. докл. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2000. – С. 64–72.
11. Руцкая В.И., Гапонов Н.В. Опыт использования люпина и продуктов его переработки в пищевой промышленности (обзор) // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 83–89.
12. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. – М.: ВНИИПРХ, 1990. – 50 с.
13. Перспективы развития аквакультуры Юга России / В.Я. Складов, Л.Г. Бондаренко, Ю.И. Коваленко, В.И. Петрашов, А.В. Каширин, Е.Н. Черных // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – № 9. – С. 3–8.
14. Казанчев С.Ч., Хабжогов А.Б. Применение макро- и микроэлементов в рыбоводстве // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 1, № 9. – С. 63–67.
15. Кононенко С.И., Юрина Н.А., Максим Е.А. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1, Т. 53. – С. 30–34.
16. Малышев П.В. Рынок осетровых: состояние и перспективы // Экономика и менеджмент. – 2012. – № 1. – С. 15–17.
17. Остроумова И.Н. Высококачественные корма условие эффективного воспроизводства // Рыбовод и рыболов. – 1996. – № 2. – С. 22–23.
18. Щербина М.А. Методические указания, по физиологической оценке, питательности кормов для рыб. – М., 1983. – 63 с.
19. Gaponov N.V., Yagovenko G.L. The lupine significance for forage production: lupin-and rape concentrate as a source of valuable nutrients for animal feeding // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference “Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science”. – 2021. – P. 022005. – DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022005.
20. Influence of propolis biologically active substances on blood biochemical parameters and morphometric indicators of intestines of store pigs / N.V. Gaponov, G.L. Yagovenko, A.N. Stepanova, O.P. Neverova, O.V. Gorelik // E3S Web of Conferences 222. – 2020. – P. 02005. – DOI: 10.1051/e3sconf/202022202005.
21. The use of white lupine in complete feed for trout / N.V. Gaponov, O.G. Loretts, O.P. Neverova, P.V. Sharaviev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference “Environmental Problems of Food Security”. – 2022. – P. 012051. – DOI: 10.1088/1755-1315/1043/1/012051.
22. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 385 с.

REFERENCES

1. Artyuhov A.I., Gaponov N.V. Energosaharoproteinovyj koncentrat i sposob ego prigotovleniya (Energy-saccharoprotein concentrate and its preparation method), Patent RF, no 2461211 C2, 2012.
2. Vlasov V.A., El'shov A.V. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2019, No. 1, pp. 123–130. (In Russ.)
3. Ponomarev S.V., Grozesku Yu.N., Bahareva A.A. *Korma i kormlenie ryb v akvakul'ture* (Feed and feeding of fish in aquaculture.), Moscow: Morkniga, 2013, 417 p.
4. Chebanov M.S., Galich E.V., Chmyr' Yu.N. *Rukovodstvo po razvedeniyu i vyrashchivaniyu osetrovyyh ryb: metod. Rekomendacii* (Guide to the breeding and cultivation of sturgeon fish: method. Recommendations), M-vo sel. hoz-va Ros. Federacii, Moscow, 2004, 136 p.
5. Shcherbina M.A., Gamygin E.A. *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture* (Fish feeding in freshwater aquaculture), Moscow: VNIRO, 2006, p. 360.
6. Moruzi I.V., Pishchenko E.V., Nozdrin G.A., Ivanova A.B., Glushko S.V., *Vestnik NGAU*, 2014, No. 4, pp. 42–47. (In Russ.)

7. Sklyarov V.Ya. *Rybnoe hozyajstvo*, 2015, No. 5, pp. 15–17. (In Russ.)
8. Vojnova N.V., Chistyakov V.A., Kornienko I.V., Barmincev V.A. *Novye tekhnologii v rybohozyajstvennyh issledovaniyah* (New technologies in fisheries research), Rostov-on-Don: Everest, 2002, 112 p.
9. Gaponov N.V. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2020, No. 4 (30), pp. 101–107. (In Russ.)
10. Miniyarov F.T. *Problemy sovremennogo tovarnogo osetrovodstva* (Problems of modern commodity sturgeon breeding), Collection of Reports of Scientific and Practical Conference, Astrakhan, 2000, pp. 64–72. (In Russ.)
11. Ruckaya V.I., Gaponov N.V., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, No. 1 (37), pp. 83–89. (In Russ.)
12. Sechin Yu.T. *Metodicheskie ukazaniya po ocenke chislennosti ryb v presnovodnyh vodoyomah* (Methodological guidelines for assessing the number of fish in freshwater reservoirs.), Moscow: VNIIPRH, 1990, 50 p.
13. Sklyarov V.Ya., Bondarenko L.G., Kovalenko Yu.I., Petrashov V.I., Kashirin A.V., Chernyh E.N., *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2015, No. 9, pp. 3–8. (In Russ.)
14. Kazanchev S.Ch., Habzhokov A.B., *Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva*, 2016, Vol. 1, No. 9, pp. 63–67. (In Russ.)
15. Kononenko S.I., Yurina N.A., Maksim E.A., *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 1, Vol. 53, pp. 30–34. (In Russ.)
16. Malyshev P.V. *Ekonomika i menedzhment*, 2012, No. 1, pp. 15–17. (In Russ.)
17. Ostroumova I.N. *Rybovod i rybolov*, 1996, No. 2, pp. 22–23. (In Russ.)
18. Shcherbina M.A. *Metodicheskie ukazaniya, po fiziologicheskoy ocenke, pitatel'nosti kormov dlya ryb* (Methodological guidelines on the physiological assessment of the nutritional value of fish feed), Moscow, 1983, 63 p.
19. Gaponov N.V., Yagovenko G.L. The lupine significance for forage production: lupin-and rape concentrate as a source of valuable nutrients for animal feeding, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science"*, 2021, P. 022005, DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022005.
20. Gaponov N.V., Yagovenko G.L., Stepanova A.N., Neverova O.P., Gorelik O.V. Influence of propolis biologically active substances on blood biochemical parameters and morphometric indicators of intestines of store pigs, *E3S Web of Conferences 222 – 2020*, P. 02005, DOI: 10.1051/e3sconf/202022202005.
21. Gaponov N.V., Loretts O.G., Neverova O.P., Sharaviev P.V. The use of white lupine in complete feed for trout, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference "Environmental Problems of Food Security"*, 2022, P. 012051, DOI: 10.1088/1755-1315/1043/1/012051.
22. Alekin O.A., Semenov A.D., Skopincev B.A. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu vod sushi* (A guide to the chemical analysis of land waters), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, 385 p.