

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 306-320.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 306-320.

Научная статья
УДК 636.5:633.367:668.3
doi: 10.33284/2658-3135-109-3-306

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) в рационах цыплят-бройлеров как способ улучшения физиолого-биохимических показателей и экспрессии генетического потенциала продуктивности

Николай Васильевич Гапонов¹

¹Всероссийский НИИ люпина-филиал Федерального научного центра «ВИК им. В.Р. Вильямса», Мичуринский, Брянская область, Россия

¹nv.1000@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5086-7943>

Аннотация. В данном исследовании анализируется способ устранения дефицита белка в полнорационных комбикормах для цыплят-бройлеров за счет использования в рецептах люпина белого (*Lupinus albus* L.) без оболочки сорта Дега с целью повышения их питательной ценности и реализации генетического потенциала продуктивности цыплят-бройлеров. Изучено влияние нутриентов экспериментальных полнорационных комбикормов на основе люпина белого на питательную ценность рационов, зоотехнические показатели, переваримость питательных веществ, азотный баланс, биохимический состав крови и активность ферментов. Установлено, что добавление 15, 20 и 25 % без оболочной формы люпина белого в рецепты полнорационных комбикормов позволяет частично или полностью заменить традиционные дорогостоящие источники белка – рыбную муку, жмыхи и шроты – и обеспечить сбалансированность рационов по основным питательным веществам. Зафиксировано увеличение среднесуточного прироста живой массы в экспериментальных группах 2, 3 и 4 на 4,43, 5,01 и 6,04 % соответственно по отношению к контролю. В физиологических экспериментах зафиксировано улучшение усвояемости питательных веществ в рационах опытных групп. Коэффициенты переваримости клетчатки и сырого жира в группах 2, 3 и 4 превышали контрольные на 1,34 и 2,04%; 2,72 и 3,06 %; 3,55 и 4,08 % соответственно. Аналогичная динамика прослеживалась по переваримости безазотистых экстрактивных веществ, а также по усвояемости кальция и фосфора у экспериментальных групп. Лучшую конверсию питательных веществ корма в продукцию и ретенцию азота в теле бройлеров обеспечили экспериментальные комбикорма на базе белого люпина в опытных группах 2, 3 и 4 ретенция азота была выше на 3,60, 5,67, 9,27 % соответственно, что способствовало более эффективному использованию азота экспериментальными группами по отношению к потребленному с кормом: во 2 группе – на 1,54 %, в 3 – на 2,42 % и в 4 – на 3,96 %. Результаты биохимического анализа крови и ферментативной активности не выявили отклонений; все параметры оставались в пределах физиологической нормы, что указывает на хорошее физиологическое состояние, метаболический статус и экспрессию генетического потенциала продуктивности цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, люпин белый, ретенция, абсорбция, конверсия, баланс азота, переваримость, протеин

Для цитирования: Гапонов Н.В. Люпин белый (*Lupinus albus* L.) в рационах цыплят-бройлеров как способ улучшения физиолого-биохимических показателей и экспрессии генетического потенциала продуктивности // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 306-320. [Gaponov NV. White lupin (*Lupinus albus* L.) in the diets of broiler chickens as a way to improve physiological and biochemical parameters and express the genetic potential for productivity. 2026;109(3):306-320. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-306>

Original article

White lupin (*Lupinus albus* L.) in the diets of broiler chickens as a way to improve physiological and biochemical parameters and express the genetic potential for productivity

Nikolay V Gaponov¹

¹All-Russian Lupine Scientific Research Institute – branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology, Michurinskiy, Bryansk region, Russia

¹nv.1000@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5086-7943>

Abstract. This study analyzes a way to eliminate protein deficiency in complete feeds for broiler chickens by using white lupin (*Lupinus albus* L.) of the Dega variety in recipes to increase their nutritional value and realize the genetic productivity potential of broiler chickens. The influence of nutrients in experimental complete feeds based on white lupine on the nutritional value of the diets, zootechnical parameters, nutrient digestibility, nitrogen balance, blood biochemistry, and enzyme activity was studied. It was found that the addition of 15, 20, and 25% of the white lupine without shell to complete feed recipes allows for the partial or complete replacement of traditional expensive protein sources—fishmeal, oilcakes, and meals—and ensures a balanced diet in terms of essential nutrients. An increase in the average daily live weight gain in experimental groups 2, 3, and 4 by 4.43, 5.01, and 6.04%, respectively, compared to the control was recorded. In physiological experiments, an improvement in the digestibility of nutrients in the diets of the experimental groups was recorded. The coefficients of digestibility of fiber and crude fat in groups 2, 3 and 4 exceeded the control ones by 1.34 and 2.04%; 2.72 and 3.06%; 3.55 and 4.08%, respectively. Similar dynamics were observed for the digestibility of nitrogen-free extractive substances, as well as for the digestibility of calcium and phosphorus in the experimental groups. The experimental white lupine-based compound feeds provided better conversion of feed nutrients into production and nitrogen retention in the broiler body. In experimental groups 2, 3, and 4, nitrogen retention was higher by 3.60, 5.67, and 9.27%, respectively. This contributed to more efficient nitrogen utilization by the experimental groups relative to that consumed with feed: by 1.54% in group 2, 2.42% in group 3, and 3.96% in group 4. The results of blood biochemistry and enzymatic activity analysis revealed no abnormalities; all parameters remained within physiological norms, indicating good physiological condition, metabolic status, and expression of the genetic potential for broiler chicken productivity.

Keywords: broiler chickens, white lupin, retention, absorption, conversion, nitrogen balance, digestibility, protein

For citation: Gaponov NV. White lupin (*Lupinus albus* L.) in the diets of broiler chickens as a way to improve physiological and biochemical parameters and express the genetic potential for productivity. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):306-320. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-306>

Введение.

За последнее время российские ученые достигли заметных успехов в изучении и применении генетического потенциала для повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы. Поскольку цикл выращивания цыплят-бройлеров – довольно короткий, необходимо обеспечить полное раскрытие их генетического потенциала продуктивности в сжатые сроки. Ключевую роль в реализации генетически обусловленной продуктивности играют научно обоснованные, сбалансированные рационы кормления и высокая биологическая полноценность протеина в полнорационных комбикормах. Поэтому для успешного развития промышленного выращивания бройлеров крайне важно постоянно совершенствовать технологии производства кормов и разрабатывать научно обоснованные рецепты полнорационных комбикормов. Увеличение объемов производства мяса цыплят-бройлеров требует повышенного внимания к кормопроизводству. При этом важна не только цена кормов, но и их качество. Одним из способов улучшения питательности является использование нетрадиционных кормов с пониженным содержанием антипитательных веществ, производимых внутри страны. В качестве перспективного

высокопротеинового источника для отечественного кормопроизводства выступает белый люпин. Люпин может заменить дорогие и дефицитные источники протеина в рационах, снижая себестоимость комбикормов без ущерба для их питательной ценности (Гапонов Н.В., 2025).

Белый люпин, очищенный от оболочки (декортикация), представляет перспективную альтернативу, поскольку снижение содержания клетчатки позволяет увеличить его долю в рецептах комбикормов для бройлеров разного возраста. А меньшее содержание ингибиторов протеолитических ферментов (трипсина и химотрипсина) по сравнению с соей и другими зернобобовыми обеспечивает высокую перевариваемость, особенно протеина (80–92 %), по сравнению с соей (76–84 %). Биологическая ценность протеина люпина (67–88 %, в зависимости от сорта) сопоставима с соевым (64–80 %), а после декортикации с барогидротермической обработкой – с кормами животного происхождения (Гапонов Н.В. и Буряков Н.П., 2026; Кублин И.М. и др., 2024).

Ограничением для использования люпина в кормлении являлось содержание алкалоидов. ГОСТ Р 54632-2011 устанавливает, что содержание алкалоидов в кормовом люпине 1-го класса не должно превышать 0,1 %, а для 3-го класса – 0,3 %. Современные сорта люпина характеризуются низким содержанием алкалоидов (до 0,07 %). Барогидротермическая обработка снижает содержание алкалоидов в зерне люпина вдвое, что позволяет использовать его в объемах, обеспечивающих сбалансированность рациона по протеину (Агеев Б.В. и др., 2021).

Российские ученые (Егоров И.А. и Топорков Н.В., 2008) установили, что в рацион бройлеров можно включать до 20 % белого люпина. Эти данные подтверждаются опытами, где добавление 20 % люпина не оказывало негативного влияния на продуктивность (Proskina L et al., 2021). Однако, по нашему мнению, этот показатель не является предельным, так как достижения российских селекционеров ВНИИ люпина-филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в создании новых сортов люпина позволили снизить содержание антипитательных веществ (алкалоидов). Это открывает перспективы для дальнейших исследований в области физиологии пищеварения и разработки новых норм использования люпина в рационах.

Цель исследования.

Изучить влияние люпина белого (*Lupinus albus* L.) сорта Дега без оболочки на питательность и переваримость полнорационных комбикормов, показатели продуктивности, биомаркеры и биохимические показатели крови, а также на метаболические процессы в организме цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса «Кобб 500».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. В экспериментах был применен люпин белый сорта Дега – универсальный сорт, включенный в Государственный реестр в 2004 году, разработанный РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Продолжительность вегетационного периода составляет 120 дней. Содержание сырого протеина в семенах варьировалось от 37 до 45 %, а уровень алкалоидов – 0,02 % (Гатаулина Г.Г. и Медведева Н.В., 2008).

Чтобы снизить количество клетчатки, люпин подвергали декортикации – удалению внешней оболочки – при помощи дисковой центробежной шелушильной машины ДШЛ-500д («Агро-продмаш», Россия).

Биохимический анализ люпина белого без оболочки, а также разработанных рецептур полнорационных комбикормов и биологических выделений выполнялся согласно стандартным методикам.

В рамках намеченных целей исследования, обозначенных для достижения поставленных

задач, на предприятии АО «Куриное Царство-Брянск» Брянской области РФ проводились практические научно-хозяйственные исследования. Материалом для изучения выступали люпин белый сорта «Дега» без оболочки, а также цыплята-бройлеры кросса «Кобб 500» в суточном возрасте, отобранные исходя из показателей продуктивности и живой массы. Условия выращивания птицы — освещенность, температурный режим и влажность воздуха — соблюдали требования, установленные ВНИТИП (Егоров А.И. и др., 2015). Кормление проводилось гранулированным полнорационным комбикормом, соответствующим стандарту ГОСТ Р 51899-2002. Состав полнорационных рецептов комбикормов по содержанию основных питательных веществ и макро- и микроэлементов был научно обоснован и сбалансирован согласно рекомендациям ВНИТИП (Егоров А.И. и др., 2018). Структура полнорационных комбикормов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Схема научного опыта
 Table 1. Experimental scheme

Группа / Group	Структура рецептов корма/ The structure of feed recipes
1 контрольная / 1 control	Основной рацион (ОР) хозяйства/ Basic ration (BR)
2 опытная / 2 experimental	ОР – люпин без оболочки 15 %. Замещены люпином: соевый шрот на 42,86 %, подсолнечниковый жмых на 57,14 %, рыбная мука на 25,00 %./ (BR) – lupine without shell 15%. Replaced by lupine: soybean meal by 42.86%, sunflower cake by 57.14%, fish meal by 25.00%.
3 опытная / 3 experimental	ОР – люпин без оболочки 20 %. Замещены люпином: соевый шрот на 52,38 %, подсолнечниковый жмых на 85,71 %, рыбную муку на 50,00 %./ (BR) – lupine without shell 20 %. Replaced with lupine: soybean meal by 52.38%, sunflower meal by 85.71%, fish meal by 50.00%.
4 опытная / 4 experimental	ОР – люпин без оболочки 25 %. Замещены люпином: подсолнечниковый жмых на 100 %, соевый шрот на 90,48 %, рыбную муку на 57,50 %./ (BR) – lupine without shell 25 %. Replaced with lupine: sunflower oil cake by 100%, soybean meal by 90.48%, fish meal by 57.50%.

Для учета показателей продуктивности и затрат кормов проводили хозяйственный опыт. В качестве подопытных выбран кросс «Кобб 500», его разделили на четыре группы схожего уровня развития (1 контрольная и 3 экспериментальные); каждая группа насчитывала 20 голов. На завершающей стадии периода выращивания для оценки уровня переваримости и метаболизма азота полнорационных комбикормов на основе люпина без оболочки, согласно методике, разработанной ВНИИТиП (Егоров А.И. и др., 2013), был проведен физиологический эксперимент. Из 21-дневных цыплят-бройлеров по 5 голов сформировали группы. Цыплятам-бройлерам устанавливались идентификационные метки (кольца), проводилось взвешивание, а затем, применяя случайный метод, распределяли их по группам в модернизированные клеточные батареи типа 2Б-3 вивария для проведения запланированных исследований.

Физиологический эксперимент состоял из двух частей: подготовительной (продолжительностью 5 дней), направленной на устранение влияния предыдущего рациона, и основной (также 5 дней). Собранные сведения позволили вычислить коэффициенты переваримости, баланс азота и уровень протеосинтеза в организме цыплят-бройлеров.

После завершения физиологического исследования от каждой группы было взято по 5 образцов крови бройлеров из подкрыльцовой вены для проведения биохимических анализов. Биохимические показатели крови бройлеров на протяжении опыта находились в пределах референтных значений (Егоров И.А. и др., 2018; Околелова С.В. и др., 2023).

Оборудование и технические средства. Исследования сыворотки крови проводились в лаборатории биоаналитических исследований Курчатовского комплекса медицинской приматологии (г. Сочи). Содержание алкалоидов в белом люпине (*Lupinus albus L.*) сорта Дега исследовалось в лаборатории физиологии растений ВНИИ люпина - филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (п. Мичуринск).

Содержание влаги люпина белого и полнорационного комбикорма определяли согласно ГОСТ Р 57059-2016, сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012, золы – по ГОСТ 26226-95, жира – на основе обезжиренного остатка в соответствии с ГОСТ 13496.15-2016, белка – по ГОСТ 13496.4-2019, кальция – оксалатным методом, регламентированным ГОСТ 26570-95, фосфора – колориметрическим способом, описанным в ГОСТ 26657-97, а количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) рассчитывали расчетным путем. Для оценки концентрации прочих макро- и микроэлементов, аминокислот и витаминов, в отношении которых не существуют стандартные методики, использовали автоматизированный жидкостной хроматограф Agilent 1100 (США) и спектральный анализатор Инфраскан-М, модификация 4200 (ООО «ЭКАН», Санкт-Петербург, Россия),

Для определения биохимических показателей сыворотки крови использовали реактивы фирмы «High Technology Inc» (США) и полуавтоматический анализатор BioChem SA (США), строго следуя рекомендациям производителя.

Статистическая обработка. Анализ статистических показателей полученных результатов осуществлялся с применением программного комплекса «GraphPad Prizm 8.0» («GraphPad Software Inc.», США). Данные представлены как средние арифметические значения с указанием погрешности. Оценка достоверности различий между образцами проводилась посредством однофакторного дисперсионного анализа с использованием апостериорных тестов Тьюки и Сидака для устранения ошибок множественного сравнения. Уровень значимости был установлен на уровне $P < 0,05$.

Результаты исследования.

Для достижения высоких показателей продуктивности и рентабельности в птицеводстве необходимо тщательно подбирать ингредиенты корма и обязательно учитывать их питательную ценность. Обработка люпина белого с использованием современных технологий, например, удаления оболочки – основного источника клетчатки, позволяет существенно снизить зависимость от дорогих высокопротеиновых кормов растительного и животного происхождения и снизить антипитательный фактор, улучшая усвоение нутриентов из корма и способствуя повышению выхода продукции. Структура полнорационного комбикорма представлена в таблице 2.

Таблица 2. Структура и питательность комбикорма, %
Table 2. Structure and nutritional value of compound feed, %

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контро- льная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 experi- mental</i>	3 опытная/ <i>3 experi- mental</i>	4 опытная/ <i>4 experi- mental</i>
1	2	3	4	5
Люпин белый «Дега»/ <i>White Lupin "Dega"</i>	-	15	20	25
Соевый шрот/ <i>Soy meal</i>	21	12	10	2
Подсолнечниковый жмых/ <i>Sunflower cake</i>	7	3	1	-
Рыбная мука (60-65 %)/ <i>Fish meal (60-65%)</i>	4	3	2	1,7
Пшеница/ <i>Wheat</i>	51	52	54	59
Овёс/ <i>Oats</i>	5	3	2	2
Кукуруза/ <i>Corn</i>	5,73	5,73	5	5
Масло растительное/ <i>Vegetable oil</i>	3	3	2,73	2
Мел/ <i>Chalk</i>	1	1	1	1
Премикс (П-5-1)/ <i>Premix (P-5-1)</i>	1	1	1	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Монокальцийфосфат/ <i>Monocalcium phosphate</i>	1	1	1	1
Соль/ <i>Salt</i>	0,27	0,27	0,27	0,3
Итого/ <i>Total</i>	100	100	100	100
ЭКЕ/ <i>EFU</i>	1,40	1,40	1,39	1,40
ОЭ, МДж/ <i>ME, MJ</i>	14,10	14,00	13,99	14,05
Сырой протеин, г/ <i>Crude protein, g</i>	23,71	23,68	23,70	23,69
Сырая зола, г/ <i>Raw ash, g</i>	5,51	5,41	5,31	5,27
Сырой жир, г / <i>Raw fat, g</i>	7,80	7,96	8,12	8,95
Сырая клетчатка, г / <i>Raw fiber, g</i>	3,70	3,59	3,30	3,18
Крахмал, г / <i>Starch, g</i>	37,60	35,05	34,14	34,63
Сахар, г / <i>Sugar, g</i>	28,3	27,0	25,48	25,71
Лизин, г / <i>Lysine, g</i>	6,90	6,87	6,41	6,74
Метионин+цистин, г / <i>Methionine+cysteine, g</i>	0,65	0,74	0,73	0,80
Триптофан, г / <i>Tryptophan, g</i>	0,48	0,57	0,60	0,57
Кальций, г / <i>Calcium, g</i>	1,46	1,62	1,49	1,83
Фосфор, г / <i>Phosphorus, g</i>	0,51	0,54	0,71	0,65
Магний, мг / <i>Magnesium, mg</i>	0,30	0,33	0,42	0,48
Калий, мг / <i>Potassium, mg</i>	0,65	0,62	0,66	0,70
Железо, мг/ <i>Iron, mg</i>	0,76	0,87	0,82	0,89
Медь, мг/ <i>Copper, mg</i>	0,26	0,78	0,61	0,74
Цинк, мг/ <i>Zinc, mg</i>	0,23	0,27	0,26	0,31
Марганец, мг/ <i>Manganese, mg</i>	0,26	0,23	0,21	0,20
Кобальт, мг/ <i>Cobalt, mg</i>	0,23	0,27	0,26	0,25
Йод, мг/ <i>Iodine, mg</i>	0,028	0,029	0,031	0,029
Каротин, мг/ <i>Carotene, mg</i>	0,075	0,061	0,059	0,060
Витамин А, МЕ/ <i>Vitamin A, ME</i>	0,060	0,081	0,054	0,043
Витамин Д, МЕ/ <i>Vitamin D, ME</i>	0,67	0,65	0,69	0,62
Витамин Е, мг/ <i>Vitamin E, mg</i>	0,56	0,59	0,61	0,72
В1, мг/ <i>B1, mg</i>	0,83	0,76	0,71	0,77
В2, мг/ <i>B2, mg</i>	0,35	0,45	0,39	0,32
В3, мг/ <i>B3, mg</i>	0,64	0,83	0,71	0,69
В4, мг/ <i>B4, mg</i>	1,65	1,73	1,53	1,49
В5, мг/ <i>B5, mg</i>	3,88	2,98	3,65	3,01
В12, мг/ <i>B12, mg</i>	4,99	4,75	4,81	4,97

Для контрольной группы цыплят-бройлеров применялся полнорационный комбикорм, используемый на птицеводческом предприятии. Разработку экспериментальных рецептов полнорационных комбикормов проводили из кормов, входивших в состав структуры комбикорма контрольной группы, но частично заменяя или замещая источники высокопротеинового корма (жмыхи, шроты и рыбная мука) на люпин белый без оболочки. Данные о замене и замещении на люпин белый представлены в схеме опыта. Включение безоболочной формы люпина белого позволило также сбалансировать рационы по белку и основным питательным веществам. Витамины и макро- и микроэлементы добавлялись в полнорационные комбикорма посредством премикса и трикальцийфосфата.

Основным показателем реализации генетического потенциала продуктивности цыплят-бройлеров считается динамика среднесуточных приростов. Данные о влиянии экспериментальных комбикормов с люпином белым декортированным на привес бройлеров в опытных группах представлены в таблице 3.

Таблица 3. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров ($X \pm S_x$, $n=20$)
 Table 3. Zootechnical parameters of broiler chickens ($X \pm S_h$, $n=20$)

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контро- льная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 Experi- mental</i>	3 опытная/ <i>3 Experi- mental</i>	4 опытная/ <i>4 Experimental</i>
Сохранность поголовья, %/ <i>Livestock safety, %</i>	100	100	100	100
Средняя живая масса: <i>Average live weight:</i>				
в суточном возрасте, г/ <i>in</i> <i>daily age, g</i>				
в 21 день, г/ <i>on day 21, g</i>	41,60 $\pm$ 0,13	41,80 $\pm$ 0,11	42,0 $\pm$ 0,08	41,9 $\pm$ 0,07
в 35 дней, г/ <i>in 35 days, g</i>	991,16 $\pm$ 8,45	1031,11 $\pm$ 9,35	1075,37 $\pm$ 8,67	1102,98 $\pm$ 6,39
в т.ч. ♂ петушки, г/ <i>incl.</i> <i>♂ cockerels, g</i>	1991,95 $\pm$ 24,3	2078,51 $\pm$ 23,9	2090,04 $\pm$ 21,7*	2110,11 $\pm$ 21,4*
♀ курочки, г/ <i>♀ chickens, g</i>	2105,95 $\pm$ 23,10	2192,58 $\pm$ 22,49	2204,24 $\pm$ 22,73	2224,41 $\pm$ 23,41
Валовый прирост за опыт, г/ <i>Gross experimental gain, g</i>	1877,95 $\pm$ 19,84	1964,44 $\pm$ 20,59	1975,84 $\pm$ 21,80	1995,81 $\pm$ 20,58
Среднесуточный прирост, г/ <i>Average daily increase, g</i>	1950,35 $\pm$ 21,08	2036,71 $\pm$ 19,98	2048,04 $\pm$ 20,76	2068,21 $\pm$ 20,85*
% к контролю/ <i>% to control</i>	55,72 $\pm$ 0,28	58,19 $\pm$ 0,24	58,52 $\pm$ 0,19*	59,09 $\pm$ 0,15*
Потребление корма 1 гол., г/ <i>Feed consumption of 1 head, g</i>	100	104,43	105,01	106,04
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг/ <i>Feed costs per</i> <i>1 kg of live weight gain, kg</i>	3240	3230	3234	3229
	1,661	1,586	1,579	1,561

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки. * – $P \leq 0,05$ по сравнению с контрольной группой

Note: the data are presented as an average value and a standard error. * – $P \leq 0.05$ compared with the control group

Результаты исследования, содержащегося в таблице 3, указывают на то, что добавление в корм 35-дневных цыплят-бройлеров декортикованного люпина белого в пропорциях 15 %, 20 % и 25 % стимулирует более интенсивный набор массы по сравнению с контрольной группой. Самый значительный среднесуточный прирост наблюдался в 4 группе (25 % люпина) – на 6,04 %, в 3 группе (20 %) – на 5,01 %, а во 2 группе (15 %) – на 4,43 %. Помимо этого, включение белого люпина оказало благоприятное воздействие на сохранность поголовья бройлеров, которая во всех экспериментальных группах достигла 100 %. Улучшение эффективности преобразования корма в продукцию (конверсия) было выявлено в экспериментальных группах и выразилось в снижении потребления корма на килограмм прироста живой массы. По сравнению с контрольной группой потребление корма снизилось во 2 группе на 4,54 %, в 3 группе – на 4,95 %, а в 4 группе – на 6,02 %.

Физиологический эксперимент позволил изучить влияние различных дозировок включения люпина белого в рецепты на процесс усвояемости питательных веществ полнорационных комбикормов, применяемых в опытных группах. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Переваримость питательных веществ корма, % (X±Se; n=5)**
 Table 4. **Digestibility of feed nutrients, % (X±Se; n=5)**

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контро- льная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 Experimental</i>	3 опытная/ <i>3 Experimental</i>	4 опытная/ <i>4 Experimental</i>
Сырой протеин/ <i>Crude protein</i>	83,88±1,02	84,19±1,10	84,70±0,98	85,30±0,95
Сырой жир/ <i>Raw fat</i>	71,83±1,00	73,87±0,95	74,89±0,82	75,91±0,57
Сырая клетчатка/ <i>Raw fiber</i>	21,02±0,22	22,39±0,19	23,77±0,28*	24,6±0,19*
Безазотистые экстрактивные вещества/ <i>Nitrogen-free extractive substances</i>	81,95±0,55	83,75±0,42	84,22±0,39	85,96±0,42
Кальций (Ca)/ <i>Calcium (Ca)</i>	58,12±0,12	59,7±0,15	60,57±0,12*	61,89±0,10*
Фосфор (P)/ <i>Phosphorus (P)</i>	37,92±0,17	38,95±0,14	39,89±0,20	40,29±0,15

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, n=5 для всех групп. * – P≤0,05 по сравнению с контрольной группой

Note: The data is presented as an average and standard error, n=5 for all groups. * – P≤0.05 compared to the control group

Опытные группы, потреблявшие полнорационные экспериментальные комбикорма, разработанные с учетом различной доли включения люпина белого без оболочки, продемонстрировали более высокую эффективность в усвоении питательных веществ по сравнению с контрольной группой. Введение люпина декортикованного, способствовало улучшению переваримости сырого протеина: увеличение составило во 2, 3 и 4 опытных группах – на 0,31 %, 0,82 % и 1,42 % соответственно по отношению к контрольной. Переваримость сырого жира и сырой клетчатки продемонстрировали тенденцию роста показателей: во 2, 3 и 4 опытных группах – на 2,04 % и 1,34 %, 3,06 % и 2,72 % и 4,08 % и 3,55 % соответственно. Коэффициенты переваримости безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) также оказались выше в экспериментальных группах: на 1,80 % – во 2, на 2,27 % – в 3 и на 4,01 % – в 4. Отмечено улучшение в усвоении кальция (Ca) и фосфора (P): коэффициент усвоения кальция увеличился на 1,58 % во 2 группе, на 2,45 % – в 3 и на 3,77 % – в 4 группах. Усвоение фосфора возросло во 2, 3 и 4 группах на 1,03 %, 1,97 % и 2,37 % соответственно по отношению к контрольной группе. Следовательно, увеличение продуктивности цыплят-бройлеров опытных групп на экспериментальных рационах с люпином обусловлено более эффективной абсорбцией питательных веществ в ЖКТ и их конверсией в организм цыплят-бройлеров.

Для оценки сбалансированности полнорационных рецептов комбикормов по протеину применяется такой показатель, как азотный баланс. Он отражает разницу между поступившим в организм азотом и выведенным, и является индикатором интенсивности белкового обмена у бройлеров. Результаты опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5. **Баланс и использование азота корма, г/гол./сут. (X±Se; n=5)**
 Table 5. **Nitrogen balance and use of feed, g/head/day (X±Se; n=5)**

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контро- льная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 Experi- mental</i>	3 опытная/ <i>3 Experi- mental</i>	4 опытная/ <i>4 Experi- mental</i>
Принято N с кормом, г/ <i>N taken with feed, g</i>	4,55±0,05	4,55±0,03	4,55±0,05	4,55±0,02
Выделено N с помётом, г/ <i>N excreted, g</i>	2,61±0,03	2,54±0,01	2,50±0,03	2,43±0,04*
Отложено N в теле, г/ <i>N deposited in the body, g</i>	1,94±0,06	2,01 ±0,04	2,05±0,02*	2,12±0,03
Коэф. использования N, %/ <i>N usage coefficient, %</i> % от принятого/ <i>% of accepted amount</i>	42,63±1,34	44,17±1,29	45,05±1,22	46,59±1,18

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, n=5 для всех групп. * – P<0.05 по сравнению с контрольной группой

Note: The data is presented as an average and standard error, n=5 for all groups. * – P<0.05 compared to the control group

В ходе физиологического исследования было установлено, что азотистый баланс положительный как в контрольной, так и в экспериментальных группах. Применение экспериментальных полнорационных комбикормов, содержащих белый люпин без оболочки, способствовало более эффективному преобразованию азота в ткани тела бройлеров. В результате у птиц в опытных группах наблюдалось увеличение ретенции азота по сравнению с контрольной группой: во 2 группе – на 3,60 %, в 3 – на 5,67 % и в 4 – на 9,27 %. Это свидетельствует об активизации процессов протеосинтеза в организмах цыплят-бройлеров, получавших экспериментальный рацион. При идентичном уровне потребления азота с кормом у опытных групп отмечалось снижение экскреции азота с пометом: во 2 группе – на 2,68 %, в 3 – на 4,21 % и в 4 – на 6,9 %. Использование в рационах люпина белого также улучшило степень усвоения азота от принятого: во 2 группе – на 1,54 %, в 3 – на 2,42 % и в 4 – на 3,96 %. Полученные результаты указывают на сбалансированный состав кормов с декортификатом люпина белого по содержанию протеина и их положительное влияние на азотистый обмен у цыплят-бройлеров.

У современных быстрорастущих бройлерных пород кур из-за генетической предрасположенности особенно остро проявляется оксидативный стресс. Его ключевое воздействие в значительной степени обусловлено повреждением клеток и нарушением баланса внутренней среды организма. Это проявляется в колебаниях биохимических параметров крови, а также в изменениях антиоксидантной защиты. В связи с этим, анализ активности ферментов крови, а именно аминотрансфераз и пищеварительных гидролаз, приобретает особую важность. Данные ферменты могут служить индикаторами физиологического состояния птицы, участвуя в реализации генетического потенциала, поддержании гомеостаза, а также в регуляции роста и развития продуктивных характеристик бройлеров. Кроме того, биохимические показатели крови обладают высокой чувствительностью к вариациям в составе и сбалансированности полнорационных комбикормов (табл. 6).

Таблица 6. Биохимические показатели и активность ферментов крови (X±Se, n=5)

Table 6. Biochemical parameters and activity of blood enzymes (X±Se, n=5)

Показатели/ Indicators	1 контрольная/ 1 control	2 опытная/ 2 Experimental	3 опытная/ 3 Experimental	4 опытная/ 4 Experimental
АЛТ, Ед/л/ ALT, Unit/L	11,34±0,94	11,58±0,88	11,78±0,74	12,07±0,63*
АСТ, Ед/л/ AST, Unit/L	201,15±9,71	204,17±8,27	207,92±8,53	217,24±8,30*
Липаза, Ед/л/ Lipase, Units/l	58,13±6,12	58,96±5,36*	59,38±6,22	60,91±5,48*
Амилаза, Ед/л/ Amylase, Units/l	273,82±30,01	278,94±29,17	280,04±28,01	287,73±26,3*
Трипсин, Ед/л/ Trypsin, Units/l	90,21±4,23	91,28±5,14	93,31±4,74*	95,96±4,11
Общий белок, г/л/ Total protein, g/l	38,30±2,36	38,99±2,51	39,54±2,38*	40,73±1,97*
Альбумин, г/л/ Albumin, g/l	18,00±0,35	18,36±0,29	18,61±0,33	18,98±0,24*
Глобулин, г/л/ Globulin, g/l	20,30±0,25	20,63±0,27	20,93±0,21	21,75±0,19
Мочевая кислота, ммоль/л/ Uric acid, mmol/l	198,67±36,11	197,17±34,21	196,27±30,24	194,23±31,27
Креатинин, ммоль/мл/ Creatinine, mmol/ml	29,45±2,41	29,34±3,04*	29,10±3,10*	28,02±2,76
Кальций, ммоль/л/ Calcium, mmol/l	2,61±0,03	2,64±0,01*	2,69±0,04	2,71±0,02*
Фосфор, ммоль/л/ Phosphorus, mmol/l	1,71±0,07	1,78±0,05	1,80±0,08	1,82±0,04

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, n=5 для всех групп. * – P<0,05 по сравнению с контрольной группой.

АЛТ – Аланинаминотрансфераза. АСТ – аспартатаминотрансфераза.

Note: The data is presented as an average and standard error, n=5 for all groups. * – P<0.05 compared to the control group. ALT – Alanine aminotransferase. AST – is an aspartate aminotransferase.

Аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ) имеют важное значение в процессах обмена веществ, особенно в метаболизме белков, являясь катализаторами окисли-

тельно-восстановительных реакций в клетках организма. Результаты исследования показали, что добавление белого люпина без оболочки в состав рационов вызвало незначительное повышение активности данных ферментов у экспериментальных групп бройлеров. Показатель АЛТ вырос во 2 группе на 2,12 %, в 3 – на 3,88 %, а в 4 группе – на 6,44 %. Аналогично, активность АСТ увеличилась во 2 группе на 1,50 %, в 3 – на 3,37 % и в 4 группе – на 8,00 %. Важно отметить, что все зарегистрированные отклонения находились в пределах референтных значений.

Попадание в кровь ферментов, таких как липаза, амилаза и трипсин, тесно связано с контролем секреторной деятельности поджелудочной железы. Их роль не ограничивается пищеварительной функцией; они также выполняют важные регуляторные функции. В связи с этим для оценки работы поджелудочной железы у цыплят-бройлеров было проведено измерение активности этих ферментов. Данный анализ позволяет получить информацию о состоянии и функциональной активности указанного органа, используя эти ферменты как биомаркеры. В результате исследований зафиксировано незначительное увеличение уровня липазы в сыворотке крови бройлеров в опытных группах 2, 3 и 4: на 1,43 %, 2,15 % и 4,78 % соответственно. Также у бройлеров во 2, 3 и 4 группах наблюдалось повышение активности амилазы по отношению к контрольной группе — на 1,87 %, 2,27 % и 5,08 % соответственно. Активность трипсина возрастала в экспериментальных группах по мере увеличения доли белого декортикатного люпина в рационе: содержание этого фермента превышало показатели контрольной группы на 1,19 % во 2 группе, 3,44 % – в 3 группе и 6,37 % – в 4 группе.

Учитывая положительную корреляцию между соотношением амилазы и протеазы в панкреатическом секрете и сыворотке крови, можно сделать вывод об отсутствии нарушений функции поджелудочной железы у цыплят-бройлеров в экспериментальных группах. Следовательно, патологии в процессе абсорбции эндогенных секреторных продуктов glanduloцитами из крови и их выделения в состав пищеварительных секретов не выявляются.

Уровень общего белка в сыворотке крови зависел от состава корма и его переваримости. В ходе исследования концентрация общего белка была выше в экспериментальных группах: во 2, 3 и 4 группах — на 1,80 %, 3,24 % и 6,34 % соответственно; аналогичная тенденция прослеживалась и для его фракций. Уровень альбуминов возрос во 2 группе на 2,01 %, в 3 – на 3,37 %, а в 4 группе – на 5,44 %. Уровень глобулинов увеличился во 2 группе на 1,62 %, в 3 – на 3,12 %, и в 4 группе – на 7,14 % относительно контрольной группы. Параллельно с повышением общего белка в крови отмечалось уменьшение показателей мочевой кислоты и креатинина; содержание мочевой кислоты в опытных группах было ниже по сравнению с контролем: во 2 группе – на 0,76 %, в 3 – на 1,21 %, и в 4 группе – на 2,23 %. Содержание креатинина также снижалось в экспериментальных группах по сравнению с контролем: во 2, 3 и 4 группах – на 0,37 %, 1,19 % и 4,86 %, что свидетельствует об активном протеосинтезе у цыплят-бройлеров.

Анализ уровня кальция (Ca) и фосфора (P) позволил оценить состояние минерального обмена веществ. Количество этих макроэлементов оказалось выше в опытных группах: в группах 2, 3 и 4 – на 1,15 и 1,75 %: 3,07 и 3,51 %: 3,83 и 5,85 % соответственно.

Обсуждение полученных результатов.

Результаты проведенного научного исследования констатируют, что добавление в полнорационные рецепты комбикормов белого люпина (*Lupinus albus L.*) без оболочки дает возможность сократить использование дорогостоящих высокопротеиновых кормов как животного, так и растительного происхождения и улучшить их питательность. Это, в свою очередь, способствует дальнейшему снижению себестоимости одного килограмма комбикорма в кормопроизводстве. Включение белого люпина в полнорационные комбикорма в количестве 15 %, 20 % и 25 % позволило увеличить среднесуточные привесы в опытных группах: во 2 группе – на 4,43 %, в 3 – на 5,01 %, а в 4 группе – на 6,04 % по сравнению с контрольной группой. При этом расход корма на единицу продукции был ниже в опытных группах: во 2 группе – на 4,54 %, в 3 – на 4,95 %, и в 4 группе – на 6,02 % при 100 % сохранности поголовья во всех группах. Аналогичная тенденция наблюдалась в

предыдущих исследованиях (Гапонов Н.В., 2025). Физиологический эксперимент подтвердил, что экспериментальные комбикорма с люпином оказали положительное влияние на продуктивность и обладали большей питательной полноценностью. В связи с этим в опытных группах наблюдали более высокие коэффициенты переваримости питательных веществ. Увеличение коэффициента переваримости сырого жира составило: во 2 группе – 2,04 %, в 3 – 3,06 %, а в 4 группе – 4,08 % по сравнению с контрольной группой. Также улучшилась переваримость сырой клетчатки и БЭВ во 2, 3 и 4 группах на 1,34 % и 1,80 %; 2,72 % и 2,27 %, а также 3,55 % и 4,01 % соответственно. Существенные изменения в минеральном обмене могут нарушить биохимические и метаболические процессы. Эксперимент показал, что усвоение кальция и фосфора было более эффективным в экспериментальных группах. Коэффициент усвоения кальция во 2 группе увеличился на 1,58 %, в 3 – на 2,45 %, и в 4 группе – на 3,77 %. Усвоение фосфора также возросло во 2, 3 и 4 группах на 1,03 %, 1,97 % и 2,37 % соответственно, по отношению к контрольной группе. Полученные данные о переваримости свидетельствуют о более интенсивной абсорбции питательных веществ в кишечнике у животных, получавших экспериментальные комбикорма с люпином белым. В соответствии с утверждением (Олль Ю.К., 1967), существует прямая связь между усвоением фосфора, кальция и азота. В текущем исследовании наблюдали положительный баланс азота как в контрольной, так и в опытных группах. Наиболее эффективное преобразование азота корма в белок тканей тела цыплят-бройлеров было достигнуто при использовании экспериментальных рационов на основе белого люпина без оболочки. Это позволило более эффективной ретенции азота в организме опытных групп бройлеров: во 2 группе – на 3,60 %, в 3 – на 5,67 % и в 4 – на 9,27 %. Усвоение азота от принятого с кормом было выше: во 2 группе – на 1,54 %, в 3 – на 2,42 % и в 4 – на 3,96 %. Полученные данные по балансу азота указывают на более интенсивные процессы ассимиляции в результате активного роста цыплят-бройлеров в опытных группах и сбалансированности рецептов с использованием белого люпина по протеину, что согласуется с результатами полученными в исследованиях (Егоров И.А. и др., 2018). В ходе изучения влияния добавления белого люпина без оболочки в состав полноценного комбикорма было отмечено небольшое повышение активности ферментов, участвующих в переаминировании (трансаминаз), у птиц из опытных групп. Показатель АЛТ вырос во 2 группе на 2,12 %, в 3 – на 3,88 %, а в 4 группе – на 6,44 %. Аналогично увеличилась активность АСТ: во 2 группе на 1,50 %, в 3 – на 3,37 % и в 4 группе – на 8,00 %. Также наблюдалось увеличение активности липазы и амилазы в сыворотке крови экспериментальных групп: во 2 группе на 1,43 и 1,87 %, в 3 группе – на 2,15 и 2,27 %, а в 4 группе – на 4,78 и 5,08 % соответственно. Учитывая отсутствие в составе люпина антипитательных веществ, ингибиторов трипсина, содержание фермента трипсина оказалось выше во 2, 3 и 4 опытных группах на 1,19, 3,44 и 6,37 %. При этом изменения активности всех исследуемых ферментов не выходили за рамки допустимых референтных значений. Полученные результаты согласуются с данными других исследований (Вертипрахова В.Г. и др., 2016). Увеличение содержания общего белка и пропорциональные изменения его фракций в крови обусловлены лучшей сбалансированностью полнорационных комбикормов подопытных групп по протеину и его лучшей усвояемостью в организме цыплят-бройлеров. Количество общего белка во 2 опытной группе было выше контрольного на 1,80 %, в 3 – на 3,24 %, а в 4 группе – на 6,34 %. На фоне увеличения общего белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров наблюдалось уменьшение содержания мочевой кислоты и креатинина во 2 группе на 0,76 % и 0,37 %, в 3 – на 1,21 % и 1,19 %, в 4 группе – на 2,23 % и 4,86 % соответственно. Данное снижение было в пределах нормы и связано с активными процессами синтеза белка в растущем организме молодняка. Это соответствует данным, полученным в исследованиях (Нечитайло К.С. и Сизова Е.А., 2021). В целом оценка биохимических параметров крови цыплят-бройлеров, получавших экспериментальные рационы, подтверждает безопасность и эффективность использования белого люпина без оболочки в качестве высокобелкового компонента полнорационного комбикорма для цыплят-бройлеров. Включение люпина в рацион не оказывает негативного влияния на основные показатели метаболизма и не вызывает патологических изменений в онтогенезе цыплят-бройлеров.

Заключение.

Изучение результатов продемонстрировало, что внедрение белого люпина (*Lupinus albus* L.) без оболочки в состав полнорационных комбикормов позволяет сбалансировать содержание сырого протеина и основных питательных веществ в рецептуре. Это способствует сокращению использования дорогостоящих высокобелковых кормов животного (например, рыбной муки) и растительного (жмыха, шротов) происхождения. Включение 15 %, 20 % и 25 % декортированного люпина белого сорта Дега в рецептуру комбикормов для бройлеров привело к увеличению среднесуточного привеса цыплят во 2, 3 и 4 опытных группах на 4,43 %, 5,01 % и 6,04 % соответственно по сравнению с контрольной группой. Анализ баланса азота, как надежного показателя синтеза белка, позволил установить оптимальный уровень сырого протеина в рецептурах и отследить изменения в метаболизме протеинов в организме. Наиболее эффективное преобразование азота корма в белок мышечной ткани было отмечено в полнорационных комбикормах с люпином белым без оболочки, что дало возможность опытным группам превысить показатели контроля по суточной ретенции азота в теле: на 3,60 % (2 группа), на 5,67 % (3 группа) и на 9,27 % (4 группа). Использование азота от потребленного объема также улучшилось: на 1,54 % (2 группа), на 2,42 % (3 группа) и на 3,96 % (4 группа). Результаты метаболических исследований подтверждают сбалансированность рациона на основе люпина по протеину и свидетельствуют о положительном воздействии опытных рационов на азотный обмен у цыплят-бройлеров. Коэффициенты переваримости сырой клетчатки и БЭВ во 2, 3 и 4 опытных группах составили 1,34 и 1,80 %, 2,72 и 2,27 %, и 3,55 и 4,01 % соответственно. Аналогичная динамика наблюдалась и в усвоении кальция (Ca) и фосфора (P): во 2 опытной группе показатели были выше на 1,58 и 1,03 %, в 3 – на 2,45 и 1,97 %, и в 4 – на 3,77 и 2,37 % соответственно по сравнению с контролем. Подобная тенденция наблюдалась и по переваримости сырого жира, которая также была выше в опытных группах. Полученные данные свидетельствуют о более интенсивной абсорбции питательных веществ из опытных рационов в кишечнике и преобладании анаболических процессов над катаболическими, что обуславливает лучшие показатели продуктивности в экспериментальных группах. Биохимический анализ крови не показал отклонений: все показатели находились в рамках физиологической нормы, что говорит о хорошем физиологическом состоянии цыплят-бройлеров и стимулирующем воздействии на обмен веществ в организме. Следовательно, использование белого люпина без оболочки в полнорационных комбикормах улучшает их питательность, повышает переваримость, улучшает конверсию корма и стимулирует метаболизм организма, что способствует экспрессии генетического потенциала продуктивности цыплят-бройлеров, а также снижает себестоимость производства комбикорма и мяса бройлеров.

Список источников

1. Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Долгорукова А.М. Активность ферментов поджелудочной железы у цыплят бройлеров на разных этапах пищеварения // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 4. С. 509-515. [Vertiprakhov VG, Grozin AA, Dolgorukova AM. The activity of pancreatic enzymes on different stages of metabolism in broiler chicks. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2016;51(4):509-515. (In Russ.).] doi: 10.15389/agrobiology.2016.4.509rus doi:10.15389/agrobiology.2016.4.509eng
2. Возрастные изменения биохимических показателей крови у мясных цыплят (*Gallus gallus* L.). / И.А. Егоров, А.А. Грозина, В.Г. Вертипрахов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 820-830. [Egorov IA, Grozina AA, Vertiprakhov VG, et al. The age dynamics of biochemical blood indices in broiler chicken (*Gallus gallus* L.). Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2018;53(4):820-830. (In Russ.).] doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820rus doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820eng
3. Гапонов Н.В. Физиолого-биохимический статус и продуктивность цыплят-бройлеров при включении в рацион люпина желтого // Птицеводство. 2025. № 10. С. 15-21. [Gaponov NV. Physiological and biochemical statuses and productivity in broilers fed different dietary doses of dehulled yellow lupine. Ptitsevodstvo. 2025;10:15-21. (In Russ.).] doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-15-21

4. Гапонов Н.В., Буряков Н.П. Биохимические изменения нативного люпина белого при декортикации // Птицеводство. 2026. №3. С. 17-21. [Gaponov NV, Buryakov NP. Biochemical changes of native white lupine during decortification. Ptitsevodstvo. 2026;3:17-21. (In Russ.)]. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-3-17-21
5. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 10. С. 49-51. [Gataulina GG, Medvedeva NV. White lupine – a promising feed crop. Achievements of Science and technology in agro-industrial complex. 2008;10:49-51. (In Russ.)].
6. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. Введ. 01.01.2018. М.: Стандартинформ, 2020. 9 с. [GOST 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Intro. 01.01.2018. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. (In Russ.)].
7. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 01.08.2020. М.: Стандартинформ, 2019. 15 с. [GOST 13496.4-2019. Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination. Intro. 01.08.2020. Moscow: Standartinform; 2019:15 p. (In Russ.)].
8. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Введ. 01.01.1997. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2023. 6 с. [GOST 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Intro. 01.01.1997. Minsk: Mezhhgosudarstvennii sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; 2023:6 p. (In Russ.)].
9. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения кальция. Введ. 01.01.1997. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. 15 с. [GOST 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw materials. Methods for determination of calcium. Intro. 01.01.1997. Minsk: Mezhhgosudarstvennii sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; 2003:15 p. (In Russ.)].
10. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 01.01.1999. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. 68 с. [GOST 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Intro. 01.01.1999. Minsk: Mezhhgosudarstvennii sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii; 1999:68 p. (In Russ.)].
11. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2020. 9 с. [GOST 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Intro. 01.07.2013. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. (In Russ.)].
12. ГОСТ Р 51899-2002. Комбикорма гранулированные. Общие технические условия. Введ. 01.06.2003. М.: Стандартинформ, 2020. 7 с. [GOST R 51899-2002. Granulated mixed feeds. General specifications. Intro. 01.06.2003. Moscow: Standartinform; 2020:7 p. (In Russ.)].
13. ГОСТ Р 54632-2011. Люпин кормовой. Технические условия. Введ. 01.01.2013. М.: Стандартинформ, 2020. 7 с. [GOST R 54632-2011. Fodder lupine. Specifications. Intro. 01.01.2013. Moscow: Standartinform; 2011:7 p. (In Russ.)].
14. ГОСТ Р 57059-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги. Введ. 01.07.2017. М.: Стандартинформ, 2020. 5 с. [GOST R 57059-2016. Feeds, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Intro. 01.07.2017. Moscow: Standartinform; 2020:5 p. (In Russ.)].
15. Егоров И.А., Топорков Н.В. Новые подходы в использовании нетрадиционных кормов в птицеводстве // Вестник АПК Волгоградской области. 2008. № 9. С. 9-12. [Egorov IA, Toporkov NV. Novie podkhodi v ispolzovanii netraditsionnikh kormov v pitsevodstve. Vestnik APK Volgogradskoi oblasti. 2008;9:9-12. (In Russ.)].
16. Кублин И.М., Прущак О.В., Санинский С.А. Люпин: переворот в производстве белковых кормов для сельскохозяйственной отрасли // Аграрный научный журнал. 2024. № 6. С. 32-39. [Kublin IM, Pruschak OV, Saninsky SA. Lupin: a revolution in the production of

protein feeds for the agricultural industry. *Agrarian Scientific Journal*. 2024;6:32-39. (*In Russ.*]). doi: 10.28983/asj.y2024i6pp32-39

17. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова и др. Сергиев Посад: Весь Сергиев Посад, 2013. 51 с. [Egorov IA, Manukyan VA, Lenkova TN, et al. Metodika provedeniya nauchnikh i proizvodstvennikh issledovaniy po kormleniyu selskokhozyaistvennoi ptitsi. Molekulyarno-geneticheskie metodi opredeleniya mikroflori kishechnika. Sergiev Posad: Ves Sergiev Posad; 2013: 51 p. (*In Russ.*)].

18. Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2015. 199 с. [Egorov IA et al. Metodicheskoe rukovodstvo po kormleniyu selskokhozyaistvennoi ptitsi. Sergiev Posad: VNITIP; 2015:199 p. (*In Russ.*)].

19. Нечитайло К.С., Сизова Е.А. Биохимические показатели крови и антиоксидантный статус цыплят-бройлеров при использовании фульвогумата в рационе // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 182-192. [Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens when using fulvohumate in the diet. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):182-192. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182

20. Олль Ю.К. Минеральное питание животных в различных природно-хозяйственных условиях. Ленинград: Колос, 1967. 208 с. [Oll YK. Mineralnoe pitanie zhivotnikh v razlichnikh prirodno-khozyaistvennikh usloviyakh. Leningrad: Kolos; 1967: 208 p. (*In Russ.*)].

21. Оценка физиологического состояния птицы по показателям крови / Т.М. Околелова, С.В. Енгашев, И.А. Егоров, Т.А. Егорова // Птицеводство. 2023. № 1. С. 45-50. [Okolelova TM, Engashev SV, Egorov IA, Egorova TA. Assessment of physiological status in poultry using basic blood parameters. *Ptitsevodstvo*. 2023;1:45-50. (*In Russ.*)]. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-1-45-50

22. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров и др. Сергиев Посад: Лика. 2018. 226 с. [Egorov IA et al. Rukovodstvo po kormleniyu selskokhozyaistvennoi ptitsi. Sergiev Posad: Lika; 2018: 226 p. (*In Russ.*)].

23. Термообработанный люпин в рационах кур-несушек кросса ломанн браун-классик / Б.В. Агеев, Э.Н. Алиева, Е.В. Бочкарева и др. // Аграрный научный журнал. 2021. № 11. С. 64-68. [Ageev BV, Alieva EN, Bochkareva EV, et al. Heat-treated lupine in the diets of Lohmann Brown-Classic laying hens. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;11:64-68. (*In Russ.*)]. doi: 10.28983/asj.y2021i11pp64-68

24. Proskina L, Cerina S, Valdovska A, Pilvere I, Alekneviciene V. The possibility of improving meat quality by using peas and faba beans in feed for broiler chickens. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021;15:40-51. <https://doi.org/10.5219/1451>

References

1. Vertiprakhov VG, Grozin AA, Dolgorukova AM. The activity of pancreatic enzymes on different stages of metabolism in broiler chicks. *Agricultural Biology*. 2016;51(4):509-515. doi: 10.15389/agrobiology.2016.4.509rus doi:10.15389/agrobiology.2016.4.509eng
2. Egorov IA, Grozina AA, Vertiprakhov VG, et al. The age dynamics of biochemical blood indices in broiler chicken (*Gallus gallus* L.). *Agricultural Biology*. 2018;53(4):820-830. doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820rus doi: 10.15389/agrobiology.2018.4.820eng
3. Gaponov NV. Physiological and biochemical statuses and productivity in broilers fed different dietary doses of dehulled yellow lupine. *Poultry farming*. 2025;10:15-21. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-15-21
4. Gaponov NV, Buryakov NP. Biochemical changes of native white lupine during decortification. *Poultry farming*. 2026;3:17-21. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-3-17-21
5. Gataulina GG, Medvedeva NV. White lupine – a promising feed crop. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2008;10:49-51.
6. State Standart 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Implementation date 01.01.2018. Moscow: Standartinform; 2020:9 p.
7. State Standart 13496.4-2019. Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination. Implementation date 01.08.2020. Moscow: Standartinform; 2019:15 p.

8. State Standart 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Implementation date 01.01.1997. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 2023:6 p.
9. State Standart 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw materials. Methods for determination of calcium. Implementation date 01.01.1997. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 2003:15 p.
10. State Standart 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Implementation date 01.01.1999. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 1999:68 p.
11. State Standart 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Implementation date 01.07.2013. Moscow: Standartinform; 2020:9 p.
12. State Standart R 51899-2002. Granulated mixed feeds. General specifications. Implementation date 01.06.2003. Moscow: Standartinform; 2020:7 p.
13. State Standart R 54632-2011. Fodder lupine. Specifications. Implementation date 01.01.2013. Moscow: Standartinform; 2011:7 p.
14. State Standart R 57059-2016. Feeds, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Implementation date 01.07.2017. Moscow: Standartinform; 2020:5 p.
15. Egorov IA, Toporkov NV. New approaches to the use of non-traditional feeds in poultry farming. Volgograd Region Agro-Industrial Complex Bulletin. 2008;9:9-12.
16. Kublin IM, Pruschak OV, Saninsky SA. Lupin: a revolution in the production of protein feeds for the agricultural industry. Agrarian Scientific Journal. 2024;6:32-39. doi: 10.28983/asj.y2024i6pp32-39
17. Egorov IA, Manukyan VA, Lenkova TN, et al. Methodology for conducting scientific and industrial research on feeding agricultural poultry. Molecular and genetic methods for determining intestinal microflora. Sergiev Posad: All Sergiev Posad; 2013: 51 p.
18. Egorov IA et al. Methodological guide to feeding poultry. Sergiev Posad: VNITIP; 2015:199 p.
19. Nechitailo KS, Sizova EA. Biochemical parameters of blood and antioxidant status of broiler chickens when using fulvohumate in the diet. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):182-192. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-182
20. Oll YK. Mineral nutrition of animals in various natural and economic conditions. Leningrad: Kolos; 1967: 208 p.
21. Okolelova TM, Engashev SV, Egorov IA, Egorova TA. Assessment of physiological status in poultry using basic blood parameters. Poultry Farming. 2023;1:45-50. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-1-45-50
22. Egorov IA et al. Guide to feeding farm poultry. Sergiev Posad: Lika; 2018: 226 p.
23. Ageev BV, Alieva EN, Bochkareva EV, et al. Heat-treated lupine in the diets of Lohmann Brown-Classic laying hens. Agrarian Scientific Journal. 2021;11:64-68. doi: 10.28983/asj.y2021i11pp64-68
24. Proskina L, Cerina S, Valdovska A, Pilvere I, Alekneviciene V. The possibility of improving meat quality by using peas and faba beans in feed for broiler chickens. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021;15:40-51. <https://doi.org/10.5219/1451>

Информация об авторе:

Николай Васильевич Гапонов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, отдел переработки и пищевого использования люпина, Всероссийский НИИ люпина-филиал Федерального научного центра «ВИК им. В.Р. Вильямса», 241524, Россия, Брянская область, Брянский район, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, 2.

Information about the authors:

Nikolay V Gaponov, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Department of Lupine Processing and Food Use, All-Russian Lupine Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 2 Beryozovaya St., Michutinskiy village, Bryansk district, Russia, 241524.

Статья поступила в редакцию 15.10.2025; одобрена после рецензирования 26.02.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 15.10.2025; approved after reviewing 26.02.2026; accepted for publication 14.09.2026.