

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 2. С. 220-235.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 2. P. 220-235.

Научная статья
УДК 633.367:636.088.5
doi: 10.33284/2658-3135-109-2-220

**Значение люпина белого (*Lupinus albus* L.) в реализации генетического потенциала
молочной продуктивности коров**

Николай Васильевич Гапонов¹

¹Всероссийский НИИ люпина - филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Мичуринский,
Брянская область, Россия

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

Аннотация. В данном исследовании изучено использование белого люпина (*Lupinus albus* L.) сорта Дега в кормлении молочных коров в качестве альтернативы традиционным высокопротеиновым и дорогим соевым жмыхам, и шротам. Установлено, что внесение белого люпина в пропорциях 25,0 %, 30,0 %, 35,0 % положительно сказывается на сбалансированности рационов кормления и молочной продуктивности коров: в опытных группах 2, 3 и 4 среднесуточные надои возросли на 2,74 %, 5,48 % и 9,59 % соответственно. Зафиксировано, что кормовые затраты на килограмм молока в опытных группах оказались ниже на 2,80 %, 5,19 % и 8,94 %. Расход обменной энергии во 2, 3 и 4 группах также снизился на 2,67 %, 5,19 % и 8,75 % по сравнению с контрольной группой, а потребление сырого протеина сократилось на 2,20 %, 2,94 % и 5,40 %. Использование белого люпина позволило повысить качественные характеристики молока: доля белка в молоке в опытных группах 2, 3 и 4 возросла на 0,61 %, 1,21 % и 2,42 %. Увеличение удоя у коров, как правило, активирует метаболические процессы в их организмах. Результаты биохимических исследований подтверждают это активностью ферментов трансаминирования в опытных группах по отношению к контрольной. Показатель ALT во 2 группе увеличился на 0,86 %, в 3 – на 1,89 %, а в 4 – на 3,10 %. Аналогичная тенденция наблюдается и в отношении фермента AST: по сравнению с контрольной группой его активность во 2 опытной группе увеличилась на 0,90 %, в 3 – на 1,28 %, а в 4 – на 2,17 %. Следовательно, включение белого люпина в рацион дойных коров позволяет улучшить сбалансированность рациона, оптимизировать затраты на производство продукции, повысить качество молока, активировать обмен веществ и стимулировать экспрессию генетического потенциала молочной продуктивности коров.

Ключевые слова: коровы, рацион, люпин белый, биомаркер, аминотрансфераза, фермент, метаболизм

Для цитирования: Гапонов Н.В. Значение люпина белого (*Lupinus albus* L.) в реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. №. 2. С. 220-235. [Gaponov NV. The importance of white lupin (*Lupinus albus* L.) in realizing the genetic potential of dairy productivity in cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(2):220-235. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-220>

Original article

The importance of white lupine (*Lupinus albus* L.) in realizing the genetic potential of dairy productivity in cows**Nikolay V Gaponov¹**¹ All-Russian Lupine Research Institute – Branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Michurinskiy, Bryansk region, Russia¹nv.1000@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5086-7943>

Abstract. In this study, the use of white lupin (*Lupinus albus* L.) of the Degas variety in feeding dairy cows was studied as an alternative to traditional high-protein and expensive soy cakes and meal. It was found that the introduction of white lupine in the proportions of 25.0%, 30.0%, and 35.0% has a positive effect on the balance of feeding rations and dairy productivity of cows: in experimental groups 2, 3, and 4, average daily yields increased by 2.74%, 5.48%, and 9.59%, respectively. It was recorded that the feed costs per kilogram of milk in the experimental groups were lower by 2.80%, 5.19% and 8.94%. Metabolic energy consumption in groups 2, 3, and 4 also decreased by 2.67%, 5.19%, and 8.75% compared with the control group, while crude protein intake decreased by 2.20%, 2.94%, and 5.40%. The use of white lupine made it possible to improve the quality characteristics of milk: the proportion of protein in milk in experimental groups 2, 3 and 4 increased by 0.61%, 1.21% and 2.42%. An increase in milk yield in cows, as a rule, activates metabolic processes in their bodies. The results of biochemical studies confirm this by the activity of transamination enzymes in the experimental groups in relation to the control group. The ALT index in group 2 increased by 0.86%, in group 3 – by 1.89%, and in group 4 – by 3.10%. A similar trend is observed with respect to the AST enzyme: compared with the control group, its activity increased by 0.90% in the 2nd experimental group, by 1.28% in the 3rd, and by 2.17% in the 4th. Therefore, the inclusion of white lupine in the diet of dairy cows makes it possible to improve the balance of the diet, optimize production costs, improve milk quality, activate metabolism and stimulate the expression of the genetic potential of dairy cows.

Keywords: cows, diet, white lupin, biomarker, aminotransferase, enzyme, metabolism

For citation: Gaponov NV. The importance of white lupin (*Lupinus albus* L.) in realizing the genetic potential of dairy productivity in cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(2):22-235. (In Russ.]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-2-220>

Введение.

Улучшение показателей молочной продуктивности коров остаётся постоянной задачей селекционеров и генетиков. Для максимального использования генетически заложенного потенциала удоев необходимо постоянно оптимизировать состав кормового рациона дойных коров, опираясь на новейшие научные разработки. Сбалансированное кормление – ключевой фактор, позволяющий реализовать наследственную предрасположенность к высокой молочной продуктивности. Научно обоснованная организация кормления молочного скота позволяет в полной мере использовать генетический потенциал продуктивности, поддерживать хорошее физиологическое состояние коров, продлять их продуктивное долголетие и получать высококачественную молочную продукцию (Буряков Н.П. и Прохоров Е.В., 2017; Топорова Л.В. и др., 2017).

Протеин – важная составляющая рациона, определяющая уровень продуктивности жвачных животных, поскольку он играет важную роль в поддержании физиологических функций и может ограничивать эффективность работы рубца и синтез микробного белка. Таким образом, для эффективного использования протеина требуется составление сбалансированного рациона, учитывающего оптимальное количество, биологическую ценность и усвояемость источников протеина, стимуляцию синтеза микробного протеина в рубце и улучшение усвоения транзитного протеина (Макаров Д.Ю. и др., 2016; Радчиков В.Ф. и др., 2023). Учитывая значительную цену традиционных высокобелковых кормов и их импортную составляющую, целесообразно увеличивать долю альтерна-

тивных источников белка, получаемых внутри страны, в составе рационов коров. Разработка научно обоснованных, сбалансированных рационов кормления на базе нетрадиционных высокопротеиновых кормов отечественного производства играет ключевую роль в повышении рентабельности и продуктивности молочного скота. Для этого важно расширять выбор доступных нетрадиционных кормов и исследовать перспективные варианты, которые обладают схожими или превосходящими по питательности свойствами по сравнению с традиционными (такими как продукты переработки сои – жмыхи и шроты), выступая их эффективной заменой. Белый люпин (*Lupinus albus L.*) – отличный пример такой замены сои. Преимущество люпина перед соей состоит в меньшем содержании ингибиторов протеолитических ферментов (трипсина и химотрипсина). Это, по сравнению с соей и другими зернобобовыми, обеспечивает высокую перевариваемость, особенно протеина (80,0-92,0 %), по сравнению с соей (76,0-84,0 %). Биологическая ценность протеина люпина (67,0-88,0 %, в зависимости от сорта) сопоставима с соевым (64,0-80,0 %) (Карапетян А.К. и Вуевский Н.О., 2025; Бесараб Г.В. и др., 2018).

Использование люпина в рационах кормления приобретает особую актуальность в контексте стремления России к продовольственной безопасности в условиях санкционного давления со стороны западных стран. В этих условиях перед российскими учёными, специализирующимися на изучении процессов пищеварения, метаболизма и технологий производства кормов, стоит задача обеспечить эффективное развитие отечественного кормопроизводства на основе высокопротеинового растительного сырья, идеальным компонентом которого является люпин белый (Гапонов Н.В., 2025б; Карапетян А.К. и др., 2024).

Цель исследования.

Изучить влияние белого люпина (*Lupinus albus L.*) сорта Дега в структуре рационов кормления молочных коров черно-пестрой породы в период стойлового содержания на молочную продуктивность, показатели качества молока и изменения биохимических и ферментативных показателей крови.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Лактирующие коровы черно-пестрой породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), 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. Научно-хозяйственный эксперимент проводился в сельскохозяйственном производственном кооперативе-агрофирме «Культура», расположенном в Брянской области РФ. В качестве подопытных использовались коровы черно-пестрой породы. Содержание скота осуществлялось в неотапливаемом коровнике, оборудованном индивидуальными кормовыми местами. Эксперимент был проведен в стойловый период и предусматривал формирование четырех групп (одна контрольная и три опытные) по 11 коров в каждой, скомплектованных по принципу аналоговых пар. При выборе животных принимались во внимание результаты прошлой лактации (общая продуктивность по молоку за 305 суток), масса тела, возраст, порода, физиологическое состояние и стадия стельности (Овсянников А.И., 1976).

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).

Обслуживание животных и обеспечение их кормами осуществлялось в соответствии с утвержденным хозяйственным распорядком. Объем надоев молока контролировался путем систематических доек в течение всего периода опыта согласно ГОСТ Р 57878-2017. Условия содержания коров во всех группах соответствовали нормам и были идентичными во всех аспектах.

Приведение удоя молока к базисному содержанию жира осуществлялось в соответствии с ГОСТ Р 52054-2003, где стандартное общероссийское значение массовой доли жира в молоке составляет 3,4 %.

Анализ микробиологических характеристик молока проводился согласно требованиям ТР ТС 033/2013.

Дифференцированный подход к кормлению предполагал расчет рациона, учитывающий продуктивность и массу каждой коровы. Все группы животных получали равное количество сочного и объемистого корма. Доля концентрированных кормов варьировалась в зависимости от уровня молочной продуктивности. В опытных и в контрольной группах в комбикорм добавлялся нативный (*Lupinus albus L.*) сорта «Дега» (Калашников А.П. и др., 2003).

Состав и питательность каждого рациона детально зафиксированы в таблице 2 на протяжении всего периода исследования.

Контрольная группа дойных коров получала традиционный рацион, разработанный для полного удовлетворения потребностей в питательных элементах, в соответствии с установленными нормами. Во 2, 3 и 4 группах в комбикорм добавляли 25,0 %, 30,0 % и 35,0 % нативного люпина белого соответственно, частично или полностью исключая соевый и подсолнечниковый жмых и другие источники белка. Схема проведения эксперимента наглядно представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема научного опыта
 Table 1. The experimental scheme

Группа / Group	Структура рецептов комбикорма / The structure of compound feed recipes
1 контрольная / 1 control	Основной рацион хозяйства (ОР) / Basic diet (BD)
2 опытная / 2 experimental	ОР – люпин белый нативный 25,0 % / (BD) – native lupin 25.0%
3 опытная / 3 experimental	ОР – люпин белый нативный 30,0 % / (BD) – native lupin 30.0%
4 опытная / 4 experimental	ОР – люпин белый нативный 35,0 % / (BD) – native lupin 35.0%

В конце экспериментального периода, у пяти животных из каждой группы брали образцы крови из яремной вены до утреннего кормления. Биохимические исследования сыворотки крови, направленные на определение активности ферментов, концентрации общего белка, кальция, фосфора и других метаболитов, проводились в течение 2-3 часов после взятия проб. Для выполнения анализа применялись реагенты компании «High Technology Inc» (США) и полуавтоматический анализатор BioChem SA (США) в соответствии с прилагаемыми инструкциями.

Оборудование и технические средства.

Исследования выполнены с использованием приборной базы ВНИИ люпина–филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Оценка химического состава как исходного люпина, так и разработанных на его основе комбикормов, осуществлялась посредством стандартных методов анализа. Количество влаги определялось согласно ГОСТ Р 57059-2016, сырой клетчатки – по методу Геннеберга и Штомана ГОСТ 31675-2012, сырой золы – в соответствии с ГОСТ 26226-95, неочищенного жира – путем экстракции из обезжиренного остатка (ГОСТ 13496.15-2016), протеина – по ГОСТ 13496.4-2019, кальция – методом осаждения оксалатов (ГОСТ 26570-95), фосфора – с использованием колориметрического метода (ГОСТ 26657-97), а содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) рассчитывалось. Определение остальных макро- и микроэлементов, аминокислот и витаминов, не поддающихся определению стандартными методами, выполнялось на автоматизированном жидкостном хроматографе Agilent 1100 (США) и спектральном анализаторе ИНФРАСКАН-М, модификация 4200 (ООО «ЭКАН», г. Санкт-Петербург).

Статистическая обработка. После обработки полученных результатов в программном пакете «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. Различия считались статистически значимыми при уровне $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

Нормированное кормление дойных коров сбалансированным рационом – ключевой фактор для достижения их продуктивного долголетия, реализации генетического потенциала по молочной продуктивности и создания качественной продукции с эффективным использованием питательных веществ кормов. При формировании рационов для контрольной и экспериментальных групп лактирующих коров акцент делался на удовлетворении потребностей в энергии, протеине, макро- и микроэлементах. Все группы, включая контрольную, получали стандартный рацион, применяемый в хозяйстве. Энергетическая ценность этого рациона оценивалась в 15,60 ЭКЕ (что соответствует 156 МДж обменной энергии). Концентрация сырого протеина и основных питательных веществ отвечала потребностям коров с живой массой около 600 кг и средней молочной продуктивностью 16 кг в сутки.

Таблица 2. Структура рациона кормления коров в стойловый период
Table 2. The structure of the cow's feeding diet during the housing season

Наименование/ Name	Количество корма/ Feed quantity
Сенаж разнотравный, кг / Mixed grass haylage, kg	4,93
Силос кукурузный, кг/ Corn silage, kg	6,10
Сено злаковое, кг/ Grain hay, kg	1,02
Жом свекловичный, кг / Beet pulp, kg	2,84
Свекла сахарная, кг/ Sugar beet, kg	4,74
Стандартный комбикорм, кг/ Standard compound feed, kg	9,35
Соль поваренная, г/ Table salt, g	0,94
Концентрация питательных веществ в 1 кг рациона /The concentration of nutrients in 1 kg of diet	
Обменная энергия, МДж/ Metabolic energy, MJ	156
Сухое вещество, кг/ Dry matter, kg	17,50
Сырой протеин, г/ Crude protein, g	2100
Переваримый протеин, г/ Digestible protein, g	1361
Сырой жир, г/ Crude fat, g	420
Сырая клетчатка, г/ Crude fiber, g	4550
Крахмал, г/ Starch, g	1755
Сахара, г/ Sugar, g	1077
Кальций, г/ Calcium, g	92
Фосфор, г/ Phosphorus, g	64

Рацион кормления включал в себя корма, принятые для использования в данном хозяйстве. В одном килограмме сухого вещества энергетическая ценность составляла 8,91 МДж обменной энергии. На каждый мегаджоуль обменной энергии приходилось 8,78 грамма переваримого протеина, соотношение кальция и фосфора – 1,43, а отношение сахара к протеину было 0,79.

Кормление подопытных животных проводилось дифференцированно, принимая во внимание их уровень продуктивности и физиологическое состояние. Состав рационов в экспериментальных группах был подобен контрольной группе, однако рационы опытных групп отличались от контрольного добавлением в комбикорм нативного белого люпина сорта «Дега», как указано в таблице 3.

Таблица 3. Структура и питательность комбикорма
 Table 3. Structure and nutritional value of compound feed

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контроль- ная / <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 experimental</i>	3 опытная/ <i>3 experimental</i>	4 опытная/ <i>4 experimental</i>
Люпин белый, %/ <i>white lupin, %</i>	0	25	30	35
Соевый жмых, % / <i>Soy cake, %</i>	20	10	5	0
Подсолнечный жмых, %/ <i>Sunflower cake, %</i>	15	7	3	0
Пшеница, %/ <i>Wheat, %</i>	40	40	47	51
Кукуруза, %/ <i>Corn, %</i>	12	7	6	5
Ячмень, %/ <i>Barley, %</i>	5	4	3	3
Овёс, %/ <i>Oats, %</i>	5	4	3	3
Соль, %/ <i>Table salt, %</i>	0,95	0,95	1	1
Премикс (П60-4 №1), %/ <i>Premix (P60-4 No. 1), %</i>	1,05	1,05	1	1
Монокальцийфосфат, %/ <i>Monocalcium Phosphate, %</i>	1	1	1	1
Итого / <i>Total</i>	100	100	100	100
В 1 кг комбикорма содержится / <i>1 kg of compound feed contains</i>				
ЭКЕ / <i>EFU</i>	1,32	1,33	1,32	1,33
ОЭ, МДж / <i>ME, MJ</i>	13,23	13,37	13,28	13,34
Сухое вещество, г / <i>Dry matter, g</i>	844,00	847,10	844,70	843,20
Сырой протеин, г / <i>Crude protein, g</i>	221,69	232,77	243,94	237,79
Лизин, г / <i>Lysine, g</i>	56,73	54,16	59,78	62,98
Метионин+цистин, г / <i>Methionine+cystine, g</i>	6,32	5,03	3,02	2,13
Триптофан, г / <i>Tryptophan, g</i>	3,29	3,91	3,84	3,73
Сырой жир, г / <i>Crude fat, g</i>	34,74	39,63	33,18	36,02
Сырая клетчатка, г / <i>Crude fiber, g</i>	49,66	43,52	45,96	40,36
Крахмал, г / <i>Starch, g</i>	383,35	401,80	443,52	474,46
Сахар, г / <i>Sugar, g</i>	239,79	223,38	251,33	264,85
Кальций, г / <i>Calcium, g</i>	10,07	10,20	10,15	10,56
Фосфор, г / <i>Phosphorus, g</i>	4,63	3,89	2,03	2,33

Включение люпина в состав экспериментальных комбикормов позволило сбалансировать их по протеину, аминокислотам и обменной энергии. Нехватку витаминов и минералов возмещали премиксом и монокальцийфосфатом, дозируемыми согласно ГОСТ 9268-2015. При использовании белого люпина в рецептуре комбикорма происходила частичная или полная замена дорогостоящих высокопротеиновых кормов, таких как соевый и подсолнечниковый жмых. За счет более выгодной цены люпина и увеличения доли пшеницы себестоимость комбикорма снизилась без ущерба для его питательности. Изучение состава экспериментальных комбикормов показало, что питательная ценность разработанных комбикормов с люпином практически соответствовала контрольному рациону, принятому для использования в хозяйстве.

Основными критериями оценки в научно-хозяйственном эксперименте, определяющими питательную ценность рационов с добавлением белого люпина, являлись молочная продуктивность и затраты питательных веществ и корма на единицу продукции. Исследования продемонстрировали, что в группах, получавших сбалансированный рацион с комбикормом,

содержащим белый люпин, питательные вещества корма использовались более эффективно для синтеза молока (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность и затраты на 1 кг молока за опыт, ($X \pm Sx$, $n=11$)
 Table 4. Productivity and costs per 1 kg of milk per experiment, ($X \pm Sx$, $n=11$)

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контроль/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 experimental</i>	3 опытная/ <i>3 experimental</i>	4 опытная/ <i>4 experimental</i>
Удой в средн. на 1 гол. за опыт, л/ <i>Milk yield in average</i>	902,28±14,01	927,00±17,22	951,72±15,31	988,80±14,03
Валовой удой за опыт, л/ <i>Gross milk yield per experiment, l</i>	9925,08±121,04	10197,00±122,23	10468,92±110,14	10876,80±109,09
Валовой удой за опыт (в пересчете на молоко 3,4%-й жирности), кг/ <i>Gross milk yield for the experiment (in terms of 3.4% fat milk), kg</i>	10246,19±119,13	10376,95±111,21	10530,50±125,14	10908,79±117,17
Среднесуточный удой (в пересчете на молоко 3,4%-й жирности), кг/ <i>Average daily milk yield (in terms of 3.4% fat milk), kg</i>	15,52±1,18	15,72±1,04*	15,96±1,31	16,53±1,01*
Среднесуточный удой, л/ <i>Average daily milk yield, l</i>	15,04±1,13	15,45±0,97*	15,86±1,06	16,48±1,10*
% к контролю/ <i>% to control</i>		102,74	105,48	109,59
Затраты на 1 молока:/ <i>The cost per 1 liter of milk</i>				
Обменной энергии, МДж/ <i>Metabolizable energy, MJ</i>	10,37±0,88	10,10±1,36	9,83±0,79	9,47±0,94
% к контролю/ <i>% to control</i>		-2,67	-5,19	-8,75
Сырого протеина, г/ <i>Crude protein, g</i>	139,65±2,31	136,57±3,04	135,54±2,69	132,10±2,05
% к контролю/ <i>% to control</i>		-2,20	-2,94	-5,40
Переваримого протеина, г/ <i>Digestible protein, g</i>	90,50±1,23	88,67±1,06*	87,06±1,30	83,62±1,21
% к контролю/ <i>% to control</i>		-2,02	-3,80	-7,61
Корма, кг/ <i>Feed, kg</i>	1,93±0,53	1,88±0,48	1,83±0,52	1,76±0,19
% к контролю/ <i>% to control</i>		-2,80	-5,19	-8,94

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n=11$ для всех групп, * – $P \leq 0,05$ по сравнению с контрольной группой

Note: the data are presented as an average and standard error, $n=11$ for all groups, * – $P \leq 0.05$ compared with the control group.

В течение всего экспериментального периода коровы в опытных группах демонстрировали более высокую молочную продуктивность по сравнению с контрольной группой. В частности, во 2 группе удой увеличился на 2,74 %, в 3 – на 5,48 %, а в 4 – на 9,59 %. При этом в опытных группах отмечалось сокращение расхода кормов и питательных веществ на каждый килограмм произведённого молока. Анализ затрат обменной энергии показал, что во 2 группе они снизились на 2,67 %, в 3 – на 5,19 %, а в 4 – на 8,75 % относительно контрольной группы. Похожая динамика наблюдалась и в отношении потребления сырого протеина: его расход уменьшился на 2,20 %, 2,94 % и 5,40 % в группах 2, 3 и 4 соответственно. Использование переваримого протеина также было более эффективным в опытных группах, с сокращением затрат на 2,02 %, 3,80 % и 7,61 %. При оценке эффективности кормления молочного скота ключевым показателем является затраты

корма на производство килограмма молока. В результате затраты на корма, необходимые для производства единицы продукции, во 2, 3 и 4 опытных группах снизились на 2,80 %, 5,19 % и 8,94 % соответственно.

Содержание жира и белка являются важными показателями, определяющими качество молока. Известно, что качественный состав молока тесно связан с составом и сбалансированностью рационов кормления дойных коров. Подробные данные о составе представлены в таблице 5.

Таблица 5. Качественные показатели молока, ($X \pm Se$, $n=11$)
 Table 5. Milk quality indicators, ($X \pm Se$, $n=11$)

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контрольная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 experimental</i>	3 опытная/ <i>3 experimental</i>	4 опытная/ <i>4 experimental</i>
Массовая доля жира в молоке, %/ <i>Mass fraction of fat in milk, %</i> % к контрольной группе/ <i>% of the control group</i>	3,51 $\pm$ 0,67	3,46 $\pm$ 0,55*	3,42 $\pm$ 0,71	3,41 $\pm$ 0,74
	-	-1,42	-2,56	-2,85
Массовая доля белка в молоке, %/ <i>Mass fraction of protein in milk, %</i> % к контрольной группе/ <i>% of the control group</i>	3,30 $\pm$ 0,73	3,32 $\pm$ 0,62*	3,34 $\pm$ 0,54*	3,38 $\pm$ 0,59*
	-	+0,61	+1,21	+2,42

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n=11$ для всех групп, * – $P \leq 0,05$ по сравнению с контрольной группой

Note: The data are presented as an average value and standard error, $n=11$ for all groups, * – $P \leq 0.05$ compared with the control group.

Результаты исследования состава молока продемонстрировали, что включение люпина в состав корма обусловило небольшое уменьшение процентного содержания жира в образцах из опытных групп (2, 3 и 4) по сравнению с контролем – на 1,42 %, 2,56 % и 2,85 % соответственно. В то же время концентрация белка в молоке из опытных групп 2, 3 и 4 возросла на 0,61 %, 1,21 % и 2,42 % по сравнению с контролем. Результаты исследования молока продемонстрировали, что экспериментальные рационы, включающие белый люпин, оказали благоприятное воздействие на показатели пищевой ценности и диетические характеристики молока. Полученные данные позволяют говорить об улучшении качества молока при использовании люпина в кормлении.

Определение вариабельности биохимических показателей крови у лактирующих коров необходимо для исследований, направленных на оценку их физиологического статуса и выявления изменений, связанных с корректировкой рационов кормления. Для анализа адаптационных процессов к изменениям в кормлении, общему физиологическому состоянию и метаболизму необходимо динамическое наблюдение за биомаркерами, сигнализирующими об окислительном стрессе. В этой связи повышенное внимание уделяется изучению активности ферментов крови, вовлечённых в разнообразные метаболические процессы. В частности, такие аминотрансферазы, как ALT и AST, позволяют судить об интенсивности белкового обмена у лактирующих коров и взаимосвязаны с их продуктивностью. Эти ферменты катализируют перенос аминокрупп между аминокислотами и кетокислотами. Влияние аминотрансфераз на молочную продуктивность является опосредованным и обусловлено общим метаболическим статусом организма. Они способствуют перераспределению аминокислот, необходимых для синтеза белка в молоке, и обеспечивают поставку энергии из углеводов. Оптимальный уровень аминотрансфераз в организме коровы обуславливает более эффективное использование доступных аминокислот для синтеза молока. Данные об активности рассматриваемых биомаркеров представлены в таблице 6.

Таблица 6. Биохимические показатели крови, ($X \pm Se$, $n=5$)Table 6. Biochemical parameters of blood, ($X \pm Se$, $n=5$)

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контрольная/ <i>1 control</i>	2 опытная/ <i>2 experimental</i>	3 опытная/ <i>3 experimental</i>	4 опытная/ <i>4 experimental</i>
АЛП (Ед/л)/ <i>ALP (u/l)</i>	132,13 $\pm$ 2,87	132,69 $\pm$ 2,91	133,12 $\pm$ 3,05	133,47 $\pm$ 3,26
АЛТ (Ед/л)/ <i>ALT (u/l)</i>	33,87 $\pm$ 1,73	34,16 $\pm$ 1,54	34,51 $\pm$ 1,82	34,92 $\pm$ 1,63
АСТ (Ед/л)/ <i>AST (u/l)</i>	81,24 $\pm$ 2,33	81,97 $\pm$ 2,51*	82,28 $\pm$ 2,27	83 $\pm$ 2,06*
Мочевина (ммоль/л)/ <i>Urea (mmol/l)</i>	7,13 $\pm$ 1,08	7,01 $\pm$ 1,24	6,9 $\pm$ 1,30	6,67 $\pm$ 0,98*
Общий белок (г/л)/ <i>Total protein (g/l)</i>	79,43 $\pm$ 2,73	80,01 $\pm$ 2,90	81,12 $\pm$ 2,64	82,51 $\pm$ 2,49*
Альбумин (г/л)/ <i>Albumin (g/l)</i>	37,33 $\pm$ 1,87	37,68 $\pm$ 1,93*	38,17 $\pm$ 1,88	38,45 $\pm$ 1,53
Глобулин (г/л)/ <i>Globulin (g/l)</i>	42,10 $\pm$ 2,04	42,33 $\pm$ 2,14	42,95 $\pm$ 2,25	44,06 $\pm$ 2,07
Каротин (мг/л)/ <i>Carotene (mg/l)</i>	0,59 $\pm$ 0,093	0,61 $\pm$ 0,053	0,63 $\pm$ 0,049	0,65 $\pm$ 0,064
Ca (ммоль/л)/ <i>Ca (mmol/L)</i>	2,11 $\pm$ 0,89	2,18 $\pm$ 0,74	2,22 $\pm$ 0,92*	2,31 $\pm$ 1,03
P (ммоль/л)/ <i>P (mmol/L)</i>	1,88 $\pm$ 0,53	1,91 $\pm$ 0,48	1,97 $\pm$ 0,52	2,00 $\pm$ 0,46

Примечание: данные приведены в виде среднего значения и стандартной ошибки, $n=5$ для всех групп, ** – $P \leq 0,01$, * – $P \leq 0,05$ по сравнению с контрольной группой; а – референтные данные приведены по Еременко В.И. и Карпенкова К.В. (2015), Васильева Е.А. (2000), Барсукова М.А. и Себежко О.И. (2025); АЛП – щелочная фосфатаза; АЛТ – Аланинаминотрансфераза; АСТ – Аспартатаминотрансфераза.

Note: the data are presented as an average value and standard error, $n=5$ for all groups, ** – $P \leq 0.01$, * – $P \leq 0.05$ compared with the control group; а – reference data are given for Eremenko VI and Karpenko KV (2015), Vasileva EA (2000), Barsukova MA and Sebezko OI (2025); ALP – alkaline phosphatase; ALT – Alanine aminotransferase; AST – Aspartate aminotransferase

Результаты биохимического исследования продемонстрировали возрастание активности АЛТ в экспериментальных группах относительно контроля. Во 2 группе данный показатель увеличился на 0,86 %, в 3 – на 1,89 %, а в 4 – на 3,10 %. Похожая тенденция прослеживалась и в отношении фермента АСТ по сравнению с контрольной группой: во 2 экспериментальной группе его активность возросла на 0,90 %, в 3 – на 1,28 %, а в 4 – на 2,17 %. Повышение надоев у коров, как правило, обуславливает интенсификацию метаболических процессов в их организмах. Данный процесс может вызывать незначительное увеличение концентрации аминотрансфераз (АЛТ и АСТ), что, собственно, и было зафиксировано в рамках нашего исследования.

Наряду с аминотрансферазами, щелочная фосфатаза (ALP) служит информативным биомаркером, который в референтных значениях свидетельствует о гармоничном функционировании метаболических процессов, особенно в контексте обмена фосфора и кальция. Экспериментальные данные демонстрируют, что активность ALP в крови подопытных групп превышала значения контрольной группы: в группах 2, 3 и 4 это превышение составило 0,41 %, 0,75 % и 1,01 % соответственно. Важно отметить, что это увеличение оставалось в пределах физиологической нормы. При увеличении объемов надоев молока повышение активности щелочной фосфатазы (ALP) представляет собой естественный физиологический процесс, обусловленный интенсивным метаболизмом костной ткани у высокопродуктивных животных. Подъем уровня ALP свидетельствует об усиленной деятельности остеобластов, вовлеченных в регенерацию костной ткани, что необходимо для поддержания высокой лактационной функции. Следовательно, повышенная активность биомаркеров ALP, AST и ALT наблюдалась у коров в опытных группах, что является следствием адаптации организма этих групп к повышенной молочной продуктивности, обусловленной включением в рацион нативного белого люпина сорта «Дега».

Оценку метаболизма белков у дойных коров, получавших рационы с различной концентрацией люпина белого, проводили путем определения количества общего белка, его фракций и уровня мочевины в сыворотке крови. Содержание общего белка в крови оказалось выше

в экспериментальных группах 2, 3 и 4 на 0,73 %, 2,13 % и 3,88 % соответственно, если сравнивать с животными из контрольной группы. Похожая закономерность проявилась и при анализе отдельных фракций белка. Уровень альбуминов возрос в экспериментальных группах 2, 3 и 4 на 0,93 %, 2,26 % и 3,00 %. Повышение концентрации альбумина в сыворотке крови дойных коров связано с усилением процессов синтеза и увеличением затрат пластических веществ, необходимых прежде всего для образования молока. Аналогичное увеличение глобулинов было отмечено в крови коров опытных групп 2, 3 и 4, составив по сравнению с контролем 0,55 %, 2,01 % и 4,66 %. Это говорит о более эффективном использовании протеина рациона на синтез молока.

Содержание мочевины в крови служит индикатором эффективности усвоения коровами питательных веществ из рациона и демонстрирует равновесие между белком и энергией; любые отклонения от установленных значений способны сигнализировать о нарушениях в питании или болезнях почек. В ходе исследования наблюдалось небольшое снижение уровня мочевины в экспериментальных группах одновременно с увеличением общего белка в сыворотке крови – на 1,68 %, 3,23 % и 6,45 % во 2, 3 и 4 группах соответственно. Зафиксированные изменения оставались в допустимых границах, что исключает наличие как гиперуремии, так и гипоуремии содержания мочевины, и указывает на отсутствие чрезмерного количества распадающегося протеина в рубце, при этом незначительный рост связан с усилением метаболизма вследствие повышения надоев. Это, в свою очередь, подтверждает сбалансированность рационов экспериментальных групп, поскольку поддержание нормального уровня мочевины возможно лишь при соблюдении оптимального баланса между расщепляемым протеином и энергетическими затратами организма.

Содержание каротина в сыворотке крови коров имеет большое значение для диагностики физиологического состояния коров. Недавние научные работы подтверждают, что каротин не только обеспечивает организм крупного рогатого скота витамином А, но и сам проявляет значительную биологическую активность. Каротин, взаимодействуя с холестерином, участвует в формировании стероидных гормонов. При воздействии неблагоприятных факторов, например, нитратов, он оказывает протективное действие на гемоглобин крови, защищая его от деструктивного влияния свободных радикалов. В проведенном нами исследовании, концентрация каротина в группах 2, 3 и 4 была выше, чем в контрольной группе, на 3,39 %, 6,78 % и 10,17 % соответственно. Эти результаты свидетельствуют о сбалансированности кормовых рационов и достаточном обеспечении организма коров каротином при использовании кормов, содержащих белый люпин. Данный факт объясняется тем, что в белом люпине содержание каротина выше, чем в соевом и подсолнечном жмыхе.

Определение минерального обмена проводили через анализ содержания макроэлементов кальция (Са) и фосфора (Р) в сыворотке крови. В экспериментальных группах отмечалось повышение концентрации Са по сравнению с контролем: во 2, 3 и 4 группах на 3,32 %, 5,21 % и 9,48 % соответственно. Аналогичная динамика наблюдалась и по Р: во 2 группе уровень был выше на 1,60 %, в 3 – на 4,79 %, а в 4 – на 6,38 %. Уровни Са и Р в сыворотке у коров соответствовали нормативам, что свидетельствует о нормальном течении окислительно-восстановительных процессов. Введение белого люпина в рацион дойных коров экспериментальных групп способствовало улучшению ряда параметров и активности ферментов, например, щелочной фосфатазы и связанных с ней механизмов метаболизма кальция и фосфора.

Обсуждение полученных результатов.

В научно-хозяйственном исследовании установлено, что включение в рацион дойных коров белого люпина (*Lupinus albus L.*) сорта Дега в соотношении 25 %, 30 % и 35 % сокращает или полностью заменяет дорогостоящие традиционные высокопротеиновые корма, такие как подсолнечный и соевый жмых, и позволяет сбалансировать рацион по основным питательным веществам. Аналогичная закономерность была получена на другом виде люпина в предыдущих исследованиях Гапонова Н.В. (2025а). Что позволяет увеличить среднесуточный удой молока в экспериментальных группах, получавших люпин, по сравнению с контролем на 2,74 %, 5,48 % и 9,59 % во 2, 3 и

4 группах соответственно. Подобные результаты были отмечены и в других исследованиях (Кадырова Ф.Г., 2003; Кадыров Ф.Г. и Кадырова Н.В., 1999). В экспериментальных группах зафиксировано снижение затрат на корма и питательные вещества на единицу продукции. Кормовые затраты на килограмм молока в опытных группах 2, 3 и 4 оказались ниже на 2,80 %, 5,19 % и 8,94 %. Расход обменной энергии в этих группах также снизился на 2,67 %, 5,19 % и 8,75 % по сравнению с контрольной группой, а потребление сырого протеина сократилось на 2,20 %, 2,94 % и 5,40 % соответственно. Подобные результаты согласуются с ранее полученными данными в экспериментах (Гапонов Н.В. и Буряков Н.П., 2026). Использование белого люпина положительно сказалось на качестве молока, повысив содержание белка во 2, 3 и 4 группах по сравнению с контролем на 0,61 %, 1,21 % и 2,42 %, что улучшает его диетические свойства и повышает потребительский спрос. Анализ биохимических показателей крови показал, что люпин стимулирует окислительно-восстановительные процессы в организме коров, выражаясь в увеличении активности ферментов трансаминаз и щелочной фосфатазы (ALP, AST и ALT) в группах, получавших люпин. Наибольший рост активности фермента ALT наблюдался во 2, 3 и 4 группах по сравнению с контролем – на 0,86 %, 1,89 % и 3,10 % соответственно. Активность AST также возросла во 2, 3 и 4 группах на 0,90 %, 1,28 % и 2,17 %. Аналогичная тенденция отмечалась и в изменении активности ALP: она была выше во 2, 3 и 4 опытных группах на 0,41 %, 0,75 % и 1,01 %. Подобная динамика роста активности аминотрансфераз у высокопродуктивных коров согласуется с ранее полученными данными в экспериментах (Еременко В.И. и Карпенкова К.В., 2015). Отмечено повышение содержания белка и его фракций в сыворотке крови опытных групп при одновременном снижении уровня мочевины, при этом колебания оставались в пределах нормы, что указывает на сбалансированность рационов кормления опытных групп.

Заключение.

Таким образом, можно заключить, что добавление белого люпина в рацион лактирующих коров улучшает его питательную ценность, способствует оптимальному его сбалансированию по основным питательным веществам, особенно в отношении протеина. Добавление белого люпина в структуру рациона обеспечивает положительное влияние на показатели молочной продуктивности дойных коров экспериментальных групп и качества получаемого молока, обеспечивая улучшение его диетических свойств за счёт увеличения содержания белка. В результате исследований биохимических показателей крови было выявлено, что активность биомаркеров была выше в опытных группах, но оставалась в пределах физиологической нормы. Аналогичная закономерность наблюдается и по общему белку и его фракциям; их количество было выше в опытных группах. При этом наблюдалось снижение содержания мочевины и креатинина, что свидетельствует об активации протеосинтеза в организме дойных коров. Динамика увеличения макроэлементов согласуется с повышением активности аланинаминотрансферазы (АЛП), что также свидетельствует об активной их конверсии из рациона вследствие более высокой интенсивности процессов метаболизма в организме дойных коров, что в конечном итоге способствует росту надоев. В связи с этим включение белого люпина в рацион дойных коров представляется целесообразным, поскольку он может служить заменой высокобелковым соевым и подсолнечным жмыхам, а также шротам в кормопроизводстве, способствуя реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров.

Список источников

1. Барсукова М.А., Себежко О.И. Возрастные и наследственные факторы, влияющие на гематологические показатели герефордской породы крупного рогатого скота // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 1. С. 73-85. [Barsukova MA, Sebezhko OI. Age and hereditary factors affecting the hematological parameters of the Hereford cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(1):73-85. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-108-1-73

2. Бесараб Г.В., Радчиков В.Ф., Антонович А.М. Экструдированный люпин в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси. 2018 Т. 53. №. 1. С.197-207. [Besarab GV, Radchikov VF, Antonovich AM. Extruded lupin in young cattle feeding. Zootechnical Science of Belarus. 2018;53(1):197-207. *(In Russ.)*].
3. Буряков Н.П., Прохоров Е.В. Люпин в кормлении коров // Животноводство России. 2017. № 9. С. 61-65. [Buryakov NP, Prokhorov EV. Lupine in feeding cows. Zhivotnovodstvo Rossii. 2017;9:61-65. *(In Russ.)*].
4. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М: Агропромиздат, 2000. 359 с. [Vasilyeva EA. Klinicheskaya biokhimiya selskokhozyaistvennikh zhivotnikh. Moscow: Agropromizdat; 2000: 359 p. *(In Russ.)*].
5. Гапонов Н.В. Ферментативная активность крови и молочная продуктивность при включении люпина желтого в рационы лактирующих коров // Животноводство и кормопроизводство. 2025а. Т. 108. № 3. С. 209-223. [Gaponov NV. Enzymatic activity of blood and milk productivity when yellow lupine included in the diets of lactating cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025а;108(3):209-223. *(In Russ.)*]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-209>
6. Гапонов Н.В. Физиологический статус и биолого-продуктивные показатели радужной форели при корректировке рационов люпином узколиственным // Животноводство и кормопроизводство. 2025б. Т. 108. № 4. С. 292-309. [Gaponov NV. Physiological status and biological and productive indicators of rainbow trout after adjusted diets with narrow-leaved lupine. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025б;108(4):292-309. *(In Russ.)*]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-4-292>
7. Гапонов Н.В., Буряков Н.П. Молочная продуктивность и вариабельность ферментов крови коров при включении в их рационы люпина узколистного // Молочное и мясное скотоводство. 2026. № 1. С. 35-39. [Gaponov NV, Buryakov NP. Milk productivity and variability of blood enzymes in cows when including native narrow-leaved lupine in diets. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2026;1:35-39. *(In Russ.)*]. doi: 10.33943/MMS.2026.92.43.006
8. 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 forage crop. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2008;10:49-51. *(In Russ.)*].
9. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. Введ. 2018-01-01. М.: Стандартиформ, 2020. 9 с. [GOST 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Vved. 2018-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. *(In Russ.)*].
10. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 2020-08-01. М.: Стандартиформ, 2019. 15 с. [GOST 13496.4-2019. Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination. Vved. 2020-08-01. Moscow: Standartinform; 2019:15 p. *(In Russ.)*].
11. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Введ. 1997-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. 5 с. [GOST 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Vved. 1997-01-01. Minsk: Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2003:5 p. *(In Russ.)*].
12. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. Введ. 1997-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. 13 с. [GOST 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of calcium. Vved. 1997-01-01. Minsk: Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2003:13 p. *(In Russ.)*].

13. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 1999-01-01. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. 10 с. [GOST 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Vved. 1999-01-01. Minsk: Mezhhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 1999:10 p. (*In Russ.*)].
14. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 2013-07-01. М.: Стандартиформ, 2020. 9 с. [GOST 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Vved. 2013-07-01. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. (*In Russ.*)].
15. ГОСТ 9268-2015. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. Введ. 2017-01-01. М.: Стандартиформ, 2020. 14 с. [GOST 9268-2015. Mixed feeds-concentrates for fodder cattle. Specifications. Vved. 1999-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:14 p. (*In Russ.*)].
16. ГОСТ Р 52054-2003. Молоко натуральное коровье - сырье. Введ. 2004-01-01. М.: Стандартиформ, 2008. 24 с. [GOST R 52054-2003. Fresh cow's milk – raw material. Vved. 2004-01-01. Moscow: Standartinform; 2009:24 p. (*In Russ.*)].
17. ГОСТ Р 57059-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги. Введ. 2017-07-01. М.: Стандартиформ, 2016. 5 с. [GOST 57059-2016. Feeds, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Vved. 2017-07-01. Moscow: Standartinform; 2016:5 p. (*In Russ.*)].
18. ГОСТ Р 57878-2017. Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота, молочного и комбинированного направлений. Введ. 2019-01-01. М.: Стандартиформ, 2020. 2 с. [GOST R 57878-2017. Breeding and agricultural animals. Methods for determining the productivity parameters of cattle, dairy and combined directions. Vved. 2019-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:2 p. (*In Russ.*)].
19. Еременко В.И., Карпенкова К.В. Ферментативный профиль крови у лактирующих коров с разным уровнем продуктивности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 69-70. [Eremenko VI, Karpenkova KV. The enzymatic profile of blood in lactating cows with different levels of productivity. Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii. 2015;2:69-70. (*In Russ.*)].
20. Кадыров Ф.Г. Использование люпина в кормлении крупного рогатого скота // Кормопроизводство. 2003. № 8. С. 26-30. [Kadyrov FG. Ispol'zovanie ljupina v kormlenii krupnogo rogatogo skota. Kormoproizvodstvo. 2003;8:26-30. (*In Russ.*)].
21. Кадыров Ф.Г., Кадырова Н.В. Влияние зерна люпина на молочную продуктивность коров // Достижения науки и техники АПК. 1999. № 7. С. 22-25. [Kadyrov FG, Kadyrova NV. Vlijanie zerna ljupina na molochnuju produktivnost' korov. Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex. 1999;7:22-25. (*In Russ.*)].
22. Карапетян А.К., Вуевский Н.О. Зерно люпина в кормлении лактирующих коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2025. Т. 8. №. 241. С. 28-42. [Karapetyan AK, Vuyevsky NO. Lupin grain in feeding of lactating cows. Kormlenie selskokhozyaistvennikh zhivotnikh i kormoproizvodstvo. 2025;8(241):28-42. (*In Russ.*)]. doi: 10.33920/sel-05-2508-03
23. Макаров Д.Ю., Дмитриева Н.Я. Применение зерна белого люпина как нового протеинового корма в рационах лактирующих коров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. Т. 4 №. 36. С. 131-134. [Makarov DYU, Dmitrieva NYa. Usage of white lupine grain as new protein feed in rations of lactating cows. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2016;4(36):131-134. (*In Russ.*)]. doi: 10.18286/1816-4501-2016-4-131-134
24. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашникова и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с. [Kalashnikova AP, et al. Normy i raciony kormlenija sel'skhozajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie. 3-e izd., pererab. i dop. Moscow: Agropromizdat; 2003:456 p. (*In Russ.*)].

25. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 303 с. [Ovsyannikov AI. Osnovi opitnogo dela v zhivotnovodstve. Moscow: Kolos; 1976:303 p. (*In Russ.*)].
26. Повышение молочной продуктивности коров при использовании в рационах альтернативных источников белка / А.К. Карапетян, С.В. Чехранова, И.Ю. Даниленко и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2024. Т. 16. № 2. С. 36-41. [Karapetyan AK, Chehranova SV, Danilenko IYu, et al. Increase dairy productivity of cows when using alternative protein sources in diets. Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2024;16(2):36-41. (*In Russ.*)]. doi: 10.36508/RSATU.2024.59.41.005
27. Повышение эффективности использования люпина в кормлении молодняка крупного рогатого скота. / В.Ф. Радчиков, А.М. Антонович, Г.В. Бесараб, А.К. Натыров, А.В. Убушиева // Сельское хозяйство и экосистемы в современном мире: региональные и межстрановые исследования. 2023. Т. 2. № 4. С. 12-20. [Radchikov VF, Antonovich AM, Besarab GV, Natyrov AK, Ubushieva AV. Increasing the effectiveness of the use of lupin in feeding young cattle. The Agriculture and Ecosystems in Modern World: Regional and Inter Countries Research. 2023;2(4):12-20. (*In Russ.*)]. doi: 10.53315-2949-1231-2023-2-4-12-20
28. Топорова Л.В., Сыроватский М.В., Топорова И.В. Применение нетрадиционного источника нерасщепляемого протеина в кормлении высокопродуктивных лактирующих коров // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 7. С. 65-70. [Toporova LV, Syrovatskiy MV, Toporova IV. Application of non-traditional source bypass protein in the feeding of high-producing lactating cows. Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2017;7:65-70. (*In Russ.*)].
29. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» от 23.09.2022. №143. Введ. 22.09.2023. [TR CU 033/2013 Technical Regulations of the Customs Union. On the Safety of milk and dairy products. Vved. 22.09.2023. 2022;143. (*In Russ.*)].

References

1. Barsukova MA, Sebezhko OI. Age and hereditary factors affecting the hematological parameters of the Hereford cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(1):73-85. doi: 10.33284/2658-3135-108-1-73
2. Besarab GV, Radchikov VF, Antonovich AM. Extruded lupin in young cattle feeding. Zootechnical Science of Belarus. 2018;53(1):197-207.
3. Buryakov NP, Prokhorov EV. Lupine in feeding cows. Animal Husbandry in Russia. 2017;9:61-65.
4. Vasilyeva EA. Clinical biochemistry of farm animals. Moscow: Agropromizdat; 2000:359 p.
5. Gaponov NV. Enzymatic activity of blood and milk productivity when yellow lupine included in the diets of lactating cows. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025a;108(3):209-223. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-209>
6. Gaponov NV. Physiological status and biological and productive indicators of rainbow trout after adjusted diets with narrow-leaved lupine. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025b;108(4):292-309. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-4-292>
7. Gaponov NV, Buryakov NP. Milk productivity and variability of blood enzymes in cows when including native narrow-leaved lupine in diets. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2026;1:35-39. doi: 10.33943/MMS.2026.92.43.006
8. Gataulina GG, Medvedeva NV. White lupine is a promising forage crop. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2008;10:49-51.
9. State Standard 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Implementation date 2018-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:9 p.

10. State Standard 13496.4-2019. Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination. Implementation date 2020-08-01. Moscow: Standartinform; 2019:15 p.
11. State Standard 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Implementation date 1997-01-01. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 2023:5 p.
12. State Standard 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of calcium. Implementation date 1997-01-01. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 2003:13 p.
13. State Standard 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Implementation date 1999-01-01. Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; 1999:10 p.
14. State Standard 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Implementation date 2013-07-01. Moscow: Standartinform; 2020:9 p.
15. State Standard 9268-2015. Mixed feeds-concentrates for fodder cattle. Specifications. Implementation date 1999-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:14 p.
16. State Standard R 52054-2003. Fresh cow's milk – raw material. Implementation date 2004-01-01. Moscow: Standartinform; 2008:24 p.
17. State Standard R 57059-2016. Feeds, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Implementation date 2017-07-01. Moscow: Standartinform; 2016:5 p.
18. State Standard R 57878-2017. Breeding and agricultural animals. Methods for determining the productivity parameters of cattle, dairy and combined directions. Implementation date 2019-01-01. Moscow: Standartinform; 2020:2 p.
19. Eremenko VI, Karpenkova KV. The enzymatic profile of blood in lactating cows with different levels of productivity. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015;2:69-70.
20. Kadyrov FG. Use of lupine in cattle feeding. Forage Production. 2003;8:26-30.
21. Kadyrov FG, Kadyrova NV. The effect of lupine grain on milk productivity of cows. Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex. 1999;7:22-25.
22. Karapetyan AK, Vuyevsky NO. Lupin grain in feeding of lactating cows. Feeding of Farm Animals and Forage Production. 2025;8(241):28-42. doi: 10.33920/sel-05-2508-03
23. Makarov DYU, Dmitrieva NYa. Usage of white lupine grain as new protein feed in rations of lactating cows. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2016;4(36):131-134. doi: 10.18286/1816-4501-2016-4-131-134
24. Kalashnikov AP, et al. Feeding standards and rations for farm animals: reference manual. 3rd edition, revised and enlarged. Moscow: Agropromizdat; 2003:456 p.
25. Ovsyannikov AI. Fundamentals of experimental work in animal husbandry. Moscow: Kolos; 1976:303 p.
26. Karapetyan AK, Chehranova SV, Danilenko IYu, et al. Increase dairy productivity of cows when using alternative protein sources in diets. Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2024;16(2):36-41. doi: 10.36508/RSATU.2024.59.41.005
27. Radchikov VF, Antonovich AM, Besarab GV, Natyrov AK, Ubushieva AV. Increasing the effectiveness of the use of lupin in feeding young cattle. The Agriculture and Ecosystems in Modern World: Regional and Inter Countries Research. 2023;2(4):12-20. doi: 10.53315-2949-1231-2023-2-4-12-20
28. Toporova LV, Syrovatskiy MV, Toporova IV. Application of non-traditional source bypass protein in the feeding of high-producing lactating cows. Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2017;7:65-70.
29. TR CU 033/2013 Technical Regulations of the Customs Union. On the Safety of milk and dairy products. 09.23.2022;143. Intro. 22.09.2023. 2022;143.

Информация об авторе:

Николай Васильевич Гапонов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела переработки и пищевого использования люпина, Всероссийский НИИ люпина – филиал ФНЦ «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, Bryansk region, Bryansk district, Michutinskiy village, st. Beryozovaya, 2, Russia, 241524.

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 23.03.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 23.03.2026; accepted for publication 15.06.2026.