

Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 209-223.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2025. Vol. 108. No. 3. P. 209-223.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Научная статья
УДК 636.088.5:591.366:633.367
doi:10.33284/2658-3135-108-3-209

Ферментативная активность крови и молочная продуктивность при включении люпина желтого в рационы лактирующих коров

Николай Васильевич Гапонов¹

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

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

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению возможности применения люпина желтого (*Lupinus luteus* L.) сорта Булат как равноценной замены протеиновым кормам растительного происхождения при формировании рационов кормления для лактирующих коров. Установлено, что включение желтого люпина в рацион дойных коров положительно сказалось на надоях: во 2 опытной группе среднесуточные удои возросли на 3,97 %, в 3 – на 7,66 %, а в 4 – на 12,93 %. Повышенное содержание люпина желтого в рационах способствовало сокращению расхода кормов и питательных веществ, необходимых для получения единицы продукции. Расход обменной энергии в экспериментальных группах (2, 3 и 4) по сравнению с контрольной снизился на 3,81 %, 7,11 и 11,45 % соответственно. Сокращение затрат сырого протеина наблюдалось в аналогичных группах на 3,41 %, 6,69 и 10,71 %. При этом использование люпина желтого позволило улучшить характеристики молока: содержание белка увеличилось во 2, 3 и 4 опытных группах на 1,26 %, 4,09 и 6,60 % соответственно, что делает продукт более ценным и востребованным на рынке. Анализ биохимических показателей крови показал, что с ростом молочной продуктивности опытных групп наблюдалась в пределах физиологической нормы повышенная активность ферментов АЛП, АСТ и АЛТ. Наибольший прирост активности фермента АЛТ зафиксирован во 2 группе – на 5,07 %, в 3 – на 5,90 %, а в 4 – на 12,60 %. Аналогичная тенденция прослеживается и в динамике активности АСТ: во 2 группе – на 4,46 %, в 3 – на 8,031 %, в 4 – на 11,25 %. Подобная закономерность характерна и для активности АЛП: она была выше во 2, 3 и 4 опытных группах на 6,15 %, 9,69 % и 11,04 % соответственно. В итоге полученные данные свидетельствуют о том, что добавление желтого люпина в рацион черно-пестрых коров не только оптимизирует затраты на корма и повышает продуктивность, но и улучшает качество молока, а также стимулирует метаболические процессы в организме дойных коров.

Ключевые слова: молочный скот, лактация, кормление, люпин желтый, конверсия, биомаркер, аминотрансфераза, фермент, кровь, метаболизм, рацион

Для цитирования: Гапонов Н.В. Ферментативная активность крови и молочная продуктивность при включении люпина желтого в рационы лактирующих коров // Животноводство и кормопроизводство. 2025. 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. 2025;108(3): 209-223. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-209>

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Original article

Enzymatic activity of blood and milk productivity when yellow lupine included in the diets of lactating cows

Nikolay V Gaponov¹

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

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

Abstract. The present study is devoted to the study of the possible using of yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) of the Bulat variety as an equivalent substitute for protea-new plant-based feeds in the formation

of feeding diets for lactating cows. It was found that the inclusion of yellow lupine in the diet of dairy cows had a positive effect on milk yields: in the 2nd experimental group, average daily milk yields increased by 3.97%, in the 3rd – by 7.66%, and in the 4th – by 12.93%. The increased content of yellow lupine in the diets led to a reduction in the consumption of feed and nutrients needed to produce a unit of production. The consumption of metabolic energy in experimental groups (2, 3, and 4) decreased by 3.81%, 7.11%, and 11.45%, respectively, compared with the control group. A reduction in crude protein costs was observed in similar groups by 3.41%, 6.69% and 10.71%. At the same time, the use of yellow lupine improved the characteristics of milk: the protein content increased in (2, 3, and 4) experimental groups by 1.26%, 4.09%, and 6.60%, respectively, which makes the product more valuable and in demand on the market. An analysis of blood biochemical parameters showed that with an increase in milk productivity of the experimental groups, increased activity of the enzymes ALP, ALT and ALT was observed within the physiological standard. The largest increase in ALT enzyme activity was recorded in group 2 – by 5.07%, in group 3 – by 5.90%, and in group 4 – by 12.60%. A similar trend can be seen in the dynamics of AST activity: in-group 2 – by 4.46%, in group 3 – by 8.031%, in group 4 – by 11.25%. A similar pattern is typical for ALP activity: it was higher in (2, 3, and 4) experimental groups by 6.15%, 9.69%, and 11.04%, respectively. As a result, the data obtained indicate that the addition of yellow lupine to the diet of black-and-white cows not only optimizes feed costs and increases productivity, but also improves milk quality, and also stimulates metabolic processes in the body of dairy cows.

Keywords: dairy cattle, lactation, feeding, lupin yellow, conversion, biomarker, aminotransferase, enzyme, blood, metabolism, diet

For citation: Gaponov NV. Enzymatic activity of blood and milk productivity when yellow lupine is included in the diets of lactating cows. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2025;108(3):209-223. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-209>

Введение.

В современном молочном животноводстве одной из главных проблем, ведущих к увеличению затрат на производство молока, является несбалансированность рационов кормления, особенно дефицит и низкое качество протеина в кормах для высокопродуктивных коров. Многочисленные исследования демонстрируют, что недостаток сырого протеина в рационе молочных коров может достигать 25 % от необходимого. У коров с надоями свыше 8000 кг молока в год часто наблюдается дефицит аминокислот, так как микробный синтез в рубце не покрывает их потребности. Балансировка протеина в рационе жвачных животных особенно важна в связи с ростом продуктивности скота и значительными изменениями в технологиях кормления и производства кормов (Афанасьева А.И. и Сарычев В.А., 2025; Шмат Е.В. и др., 2025; Hantington GM, 2021).

Для обеспечения высокой молочной продуктивности современных пород необходимо строго придерживаться норм кормления и учитывать качество протеина, чтобы он соответствовал потребностям, продуктивности и физиологическому состоянию животных. В период после отела и в фазу пиковой лактации белковый обмен играет ключевую роль в метаболизме. В современных условиях, когда отечественное кормопроизводство переживает определенные трудности, особенно важно искать альтернативные источники протеина растительного происхождения, которые могли бы заменить импортную сою. В этой связи люпин представляется многообещающей бобовой культурой. Он отличается высоким содержанием белка и способен стать полноценной заменой сое в кормопроизводстве (Глинкова А.М. и др., 2022; Кадыров Ф.Г., 2003; Радчиков В.Ф. и др., 2023).

Данный вопрос становится особенно актуальным в контексте стремления к продовольственной независимости страны и развития собственной базы сырья для производства кормов с высоким содержанием белка. История культивирования люпина в России насчитывает уже более века, однако лишь в последние десятилетия он начал привлекать к себе повышенное внимание и пользоваться спросом среди производителей кормов. Российский рынок люпина находится на этапе становления, но обладает значительным потенциалом для роста. Основными потребителями зерна люпина являются предприятия по производству комбикормов, где он используется в каче-

стве высокобелкового компонента, альтернативного сое (Касаткина И.А. и Серкова А.Н., 2020; Макаров Д.Ю. и Дмитриева Н.Я., 2016; Буряков Н.П. и Алешин Д.Е., 2018).

Среди различных видов люпина наиболее перспективным для использования в кормопроизводстве является желтый люпин (*Lupinus luteus* L.). Он отличается высоким содержанием белка и, в отличие от сои, не является генетически модифицированным. В нем также отсутствуют ингибиторы трипсина. Белки люпина характеризуются высокой биологической ценностью, сопоставимой с соевыми белками. Коэффициент усвоения белков люпина составляет 80-90 %, что сравнимо с усвоением белков животного происхождения. Семена желтого люпина содержат 35-45 % протеина, а также необходимое количество аминокислот: 17,2 г треонина, 14,4 г лизина, 4,2 г метионина, 14,1 г гистидина, 3,8 г триптофана, 40,0 г аргинина, 31,6 г лейцина, 15,5 г изолейцина и 20,6 г фенилаланина. В зернах люпина присутствует значительное количество β -каротина (примерно 0,3-0,49 мг на 100 г), токоферола (3,9-16,2 мг на 100 г) и каротиноидов (10-21 мг на 100 г), причем преобладающая часть последних (90 %) приходится на каротин. Суточные потребности крупного рогатого скота составляют 200 мг на голову. Следовательно, добавив всего 20 % люпина в состав комбикорма, можно полностью удовлетворить потребность животных в каротиноидах (Кадыров Ф.Г. и Кадырова Н.В., 1999; Новик Н.В. и др., 2024; Буряков Н.П. и др., 2021; Топорова Л.В. и др., 2017).

Ученые ВНИИ люпина-филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» утверждают, что люпин превосходит сою по урожайности, особенно в умеренном климате, и является более устойчивым к различным почвенно-климатическим условиям. Важно отметить, что развитие производства всех разновидностей люпина может стать стратегически важным направлением для обеспечения отечественного кормопроизводства качественным протеином и продовольственной безопасности России (Гапонов Н.В. и др., 2025; Гапонов Н.В., 2024).

Цель исследования.

Изучить влияние люпина желтого сорта Булат на молочную продуктивность, качество молока и биохимические показатели крови коров черно-пестрой породы в стойловый период содержания.

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. Эксперимент проводился в условиях предприятия СПК-Агрофирме "Культура" Брянской области. В качестве испытуемых выступали коровы черно-пестрой породы. Дойные коровы содержались на привязи в коровнике без отопления, где для каждой предусматривались индивидуальные кормушки.

В период стойлового содержания были сформированы по принципу парных аналогов четыре группы коров черно-пестрой породы (контрольная и 3 экспериментальные), каждая из которых включала 11 голов. При формировании групп учитывались такие показатели, как молочная продуктивность за 305 дней предыдущей лактации, живой вес, возраст, породная принадлежность, физиологическое состояние и период стельности.

Весь уход за животными и их кормление осуществлялись в соответствии с установленным распорядком, принятым в хозяйстве. Молочная продуктивность отслеживалась посредством контрольных доек в ходе проведения эксперимента. Условия содержания коров во всех группах были идентичными согласно требованиям.

Рационы составлялись с учетом индивидуальной продуктивности и веса животных. Потребление сочных и грубых кормов было сопоставимым во всех группах. Количество концентрированных кормов определялось исходя из уровня надоев. Экспериментальные группы получали комбикорм, как и контрольные, но в структуре которого содержался люпин желтый.

В экспериментах применялся сорт желтого люпина Булат. Содержание сырого протеина в семенах составляет 45 %, при этом содержание алкалоидов равно 0,06 % (Новик Н.В. и др., 2019).

Кормление коров было индивидуальным. Состав и питательность рациона за период опыта приведены в таблице 2.

Условия кормления были следующими: 1 контрольная группа лактирующих коров получала стандартный рацион хозяйства, полностью удовлетворяющий потребности в питательных веществах, согласно рекомендациям (Калашников А.П. и др., 2003). Во 2, 3 и 4 опытных группах в рацион добавляли комбикорм, в составе которого желтый люпин присутствовал в количестве 20 %, 25 % и 35 % соответственно, частично или полностью заменяя соевый шрот и другие корма с высоким содержанием белка. Схема исследования 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) / <i>basic diet (BD)</i> .
2 опытная / 2 experimental	ОР – люпин нативный 20 %. Замещены на люпин: овёс на 10 %, кукуруза на 19,85 %, пшеница на 3,7 %, жмых соевый на 46,67 %, шрот подсолнечный на 36 % / <i>(BD) – native lupin 20%. Replaced with lupine: oats by 10%, corn by 19.85%, wheat by 3.7%, soybean cake by 46.67%, sunflower meal by 36%</i>
3 опытная / 3 experimental	ОР – люпин нативный 25 %. Замещены на люпин: овёс на 20 %, кукуруза на 23,66 %, жмых соевый на 66,67 %, шрот подсолнечный на 55 % / <i>(BD) – native lupin 25%. Replaced with lupine: oats by 20%, corn by 23.66%, soybean cake by 66.67%, sunflower meal by 55%</i>
4 опытная / 4 experimental	ОР – люпин нативный 35 %. Замещены на люпин: овёс на 30 %, кукуруза на 31,3 %, жмых соевый на 100 %, шрот подсолнечный на 100 % / <i>(BD) – native lupin 35%. Replaced with lupine: oats by 30%, corn by 31.3%, soybean meal by 100%, sunflower meal by 100%</i>

Забор крови для исследований осуществлялся у животных из яремной вены в конце опыта, до утреннего кормления, по 5 особей из каждой группы. Биохимические исследования сыворотки крови, включавшие определение общего белка, кальция, фосфора и других веществ, проводились в течение первых двух-трех часов после получения образцов с использованием наборов от компании «High Technology Inc» (США) на полуавтоматическом анализаторе BioChem SA (США), строго следуя рекомендациям производителя.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы ВНИИ люпина-филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (г. Брянск) в лаборатории биоаналитических исследований. Определение химического состава люпина без оболочки, а также разработанных на его основе комбикормов и биологических выделений проводилось по стандартным методикам зооанализа. Первоначальную влагу определяли по ГОСТ Р 57059-2016, сырую

клетчатку – по ГОСТ 31675-2012, сырую золу – по ГОСТ 26226-95, сырой жир – по обезжиренному остатку (ГОСТ 13496.15-2016), протеин – по ГОСТ 13496.4-2019, кальций – оксалатным методом (ГОСТ 26570-95), фосфор – колориметрическим методом – по ГОСТ 26657-97, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – расчетным методом. 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. По завершении обработки собранной информации в специализированном программном обеспечении «GraphPad Prism 8.0» (США) были вычислены средние значения и соответствующие им стандартные ошибки. Для определения статистической значимости различий между группами применялся однофакторный дисперсионный анализ с последующим использованием апостериорных тестов для множественного сравнения, а именно методов Тьюки и Сидака. Критерием достоверности различий был выбран уровень $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

В ходе экспериментов при создании рационов для молочного скота учитывались его потребности в энергии, нутриентах и биологически активных компонентах. Эти потребности определялись необходимостью обеспечения синтеза молока, поддержания репродуктивной функции и здоровья дойных коров в пределах нормы. Контрольная и опытные группы получали основной рацион (ОР), принятый в хозяйстве. Питательность рациона составила 17,7 ЭКЕ или 178 МДж обменной энергии. Содержание сырого протеина и основных питательных веществ соответствовало нормам кормления для коров массой 600 кг и среднесуточным удоем 20 кг (табл. 2).

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 козлятниковый (галега), кг/ Goat hay (galega), kg	9,32
Силос кукурузный, кг/ Corn silage, kg	4,62
Сено злаковое, кг/ Grain hay, kg	1,03
Свекла сахарная, кг/ Sugar beet, kg	5,69
Стандартный комбикорм, кг/ Standard compound feed, kg	10,11
Соль поваренная, г/ Table salt, g	40
Концентрация питательных веществ в 1 кг рациона / The concentration of nutrients in 1 kg of diet	
Обменная энергия, МДж/ Metabolic energy, MJ	178
Сухое вещество, кг/ Dry matter, kg	19
Сырой протеин, г/ Crude protein, g	2410
Переваримый протеин, г/ Digestible protein, g	1600
Сырой жир, г/ Crude fat, g	475
Сырая клетчатка, г/ Crude fiber, g	4500
Крахмал, г/ Starch, g	2120
Сахара, г/ Sugar, g	1400
Кальций, г/ Calcium, g	38
Фосфор, г/ Phosphorus, g	68

В структуру рациона кормления дойных коров входили корма, принятые в использовании в хозяйстве, такие как сенаж козлятниковый – 9,32 кг, силос кукурузный – 4,62 кг, сено злаковое – 1,03 кг, свекла сахарная – 5,69 кг, стандартный комбикорм – 10,11 кг, соль поваренная – 40 г. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества – 9,36 МДж. Соотношение переваримого про-

теина на 1 МДж обменной энергии – 8,98 г. Сахаропротеиновое отношение – 0,88.

Структура рационов кормления опытных групп была идентичной контрольной, но в состав комбикорма опытных групп включали люпин желтый нативный сорта Булат. В структуре рецепта 2 опытной группы люпина желтого содержалось 20 %, в 3 опытной – 25 %, и в 4 опытной – 30 %. На люпин подверглись частичному замещению или полной замене высокопротеиновые корма растительного происхождения – жмых соевый и шрот подсолнечника. Замещены на люпин во 2 опытной группе: овес – на 10 %, кукуруза – на 19,85 %, пшеница – на 3,7 %, жмых соевый – на 46,67 %, шрот подсолнечный – на 36 %. В 3 опытной группе замещены на люпин желтый: овес – на 20 %, кукуруза – на 23,66 %, жмых соевый – на 66,67 %, шрот подсолнечный – на 55 %. В 4 опытной группе подверглись замещению на люпин: овес – на 30 %, кукуруза – на 31,3 %, жмых соевый – на 100 %, шрот подсолнечный – на 100 % (табл. 3).

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

Показатели/ <i>Indicators</i>	1 контрольная / <i>1 control</i>	2 опытная/ 2 <i>experimental</i>	3 опытная/ 3 <i>experimental</i>	4 опытная/ 4 <i>experimental</i>
Овёс, %/ <i>Oats, %</i>	10	9	8	7
Кукуруза, %/ <i>Corn, %</i>	26,2	21	20	18
Пшеница, %/ <i>Wheat, %</i>	27	26	29,3	36
Соевый жмых, %/ <i>Soy cake, %</i>	15	8	5	0
Подсолнечный шрот, %/ <i>Sunflower meal, %</i>	20	12,8	9	0
Люпин жёлтый нативный, %/ <i>Yellow native lupin, %</i>	0	20	25	35
Монокальцийфосфат, %/ <i>Monocalcium Phosphate, %</i>	0,3	1,5	1,7	2
Премикс (П60-4 №1), %/ <i>Premix (P60-4 No. 1), %</i>	1	1	1	1
Соль, %/ <i>Salt, %</i>	0,5	0,7	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>	1,36	1,39	1,37	1,35
ОЭ, МДж/ <i>ME, MJ</i>	13,60	13,90	13,69	13,55
Сухое вещество, г/ <i>Dry matter, g</i>	852,20	843,20	838,05	833,50
Сырой протеин, г/ <i>Crude protein, g</i>	237,66	239,15	237,86	238,25
Лизин, г/ <i>Lysine, g</i>	53,03	47,29	48,84	53,34
Метионин+цистин, г/ <i>Methionine+cystine, g</i>	6,21	5,55	5,72	5,96
Триптофан, г/ <i>Tryptophan, g</i>	3,20	2,91	2,77	2,51
Сырой жир г/ <i>Crude fat, g</i>	38,06	36,15	34,83	35,87
Сырая клетчатка, г/ <i>Crude fiber, g</i>	48,82	49,26	46,37	45,54
Крахмал, г/ <i>Starch, g</i>	399,04	401,15	411,06	417,98
Сахар, г/ <i>Sugar, g</i>	225,18	200,46	206,73	225,05
Кальций, г/ <i>Calcium, g</i>	9,30	8,52	8,67	9,14
Фосфор, г/ <i>Phosphorus, g</i>	4,42	4,72	4,12	4,78

Включение люпина желтого без оболочки в структуру рецептов комбикормов экспериментальных групп позволило достичь нужного уровня сырого протеина, аминокислот и обменной

энергии. Дефицит витаминов, макро- и микроэлементов был компенсирован введением премикса и монокальцийфосфата. Эти ингредиенты были интегрированы в рецептуру комбикорма в соответствии с положениями ГОСТ 9268-2015. Анализ питательной ценности разработанных комбикормов с добавлением жёлтого люпина показал, что концентрация обменной энергии, усвояемого протеина, сырого протеина, а также лимитирующих аминокислот, макро- и микроэлементов существенно не отличалась от контрольного комбикорма.

Для оценки эффективности использования люпина желтого в составе рационов и его влияния на молочную продуктивность был выполнен эксперимент, заключающийся в периодическом проведении в течение всей лактации контрольных измерений продуктивности и определения фактических затрат питательных веществ и корма на единицу продукции в контрольной и подопытных группах (табл. 4).

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

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>
Удой в средн. на 1 гол. за опыт, л/ <i>Milk yield in average per 1 head per experiment, l</i>	1104,6 $\pm$ 16,2	1148 $\pm$ 18,9	1189,2 $\pm$ 15,8	1247,4 $\pm$ 15,1
Валовой удой за опыт, л/ <i>Gross milk yield per experiment, l</i>	12150,6 $\pm$ 135,2	12632 $\pm$ 132,3	13081 $\pm$ 135,9	13721 $\pm$ 122,7
Среднесуточный удой, л/ <i>Aver- age daily milk yield, l</i>	18,41 $\pm$ 1,23	19,14 $\pm$ 1,19	19,82 $\pm$ 1,14	20,79 $\pm$ 1,09*
% к контролю/ <i>% to control</i>	-	+3,97	+7,66	+12,93
Затраты на 1 молока:/ <i>The cost per 1 liter of milk</i>				
Обменной энергии, МДж/ <i>Metabolizable energy, MJ</i>	9,67 $\pm$ 0,27	9,30 $\pm$ 0,20	8,98 $\pm$ 0,17	8,56 $\pm$ 0,18
% к контролю/ <i>% to control</i>	-	-3,81	-7,11	-11,45
Сырого протеина, г/ <i>Crude protein, g</i>	130,91 $\pm$ 1,99	126,44 $\pm$ 2,04	122,15 $\pm$ 1,76	116,88 $\pm$ 1,81
% к контролю/ <i>% to control</i>	-	-3,41	-6,69	-10,71
Переваримого протеина, г/ <i>Digestible protein, g</i>	86,91 $\pm$ 1,12	84,12 $\pm$ 1,04	81,81 $\pm$ 1,11	78,40 $\pm$ 0,98
% к контролю/ <i>% to control</i>	-	-3,21	-5,84	-9,79
Корма, кг/ <i>Feed, kg</i>	1,68 $\pm$ 0,13	1,62 $\pm$ 0,10	1,59 $\pm$ 0,14	1,50 $\pm$ 0,11
% к контролю/ <i>% to control</i>	-	-3,81	-5,32	-10,88

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

Проведенное исследование продемонстрировало наилучшую молочную продуктивность в экспериментальных группах. Удой этих групп превосходил показатели контрольной во 2 опытной группе на 3,97 %, в 3 опытной – на 7,66 % и в 4 опытной – на 12,93 %. Анализ потребления кормов и питательных веществ, необходимых для получения 1 л молока, выявил, что в опытных группах их расход был минимальным. Затраты обменной энергии во 2 опытной группе по сравнению с контрольной группой были ниже на 3,81 %, в 3 опытной группе – на 7,11 % и в 4 – на 11,45 %. Подоб-

ная закономерность наблюдается и в отношении сырого протеина: затраты были ниже во 2 опытной группе на 3,41 %, в 3 – на 6,69 % и в 4 – на 10,71 %. Переваримого протеина также израсходовалось меньше на синтез молока в опытных группах: во 2 опытной группе по сравнению с контрольной было меньше на 3,21 %, в 3 – на 5,84 % и в 4 – на 9,79 %. Соответственно, затраченные корма на единицу продукции были меньше в опытных группах: во 2 – на 3,81 %, в 3 – на 5,32 % и в 4 – на 10,88 % меньше, чем в контрольной группе.

Таким образом, увеличение содержания люпина желтого в структуре рационов дойных коров способствовало как улучшению молочной продуктивности, так и снижению затрат кормов и питательных веществ рационов на производство молока.

Для определения эффективности влияния рационов с люпином на состав молока был проведен анализ молока по основным показателям качества. Полученные данные отражены в таблице 5.

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

Показатели/ Indicators	1 контроль- ная/ 1 control	2 опытная/ 2 experimental	3 опытная/ 3 experimental	4 опытная/ 4 experimental
Массовая доля жира в молоке, %/ Mass fraction of fat in milk, %	3,62±0,39	3,61±0,27	3,6±0,34	3,59±0,29
% к контрольной группе/ % of the control group	-	-0,28	-0,55	-0,83
Массовая доля белка в молоке, %/ Mass fraction of protein in milk, %	3,18±0,47	3,22±0,39	3,31±0,26*	3,39±0,35
% к контрольной группе/ % of the control group	-	+1,26	+4,09	+6,60

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

Согласно проведенным научным исследованиям, использование желтого люпина в кормлении молочных коров привело к небольшому уменьшению жирности молока: на 0,28 % – во 2 опытной группе, 0,55 % – в 3 и 0,83 % – в 4 опытных группах. При этом в опытных группах коров (2, 3 и 4), получавших люпин, было отмечено повышение содержания белка в молоке по сравнению с контрольной группой на 1,26 %, 4,09 % и 6,60 % соответственно. Следовательно, добавление люпина в рацион позволяет повысить концентрацию белка в молоке коров черно-пестрой породы и улучшить его диетические свойства.

Чтобы оценить влияние рационов с люпином жёлтым на метаболизм, были выполнены биохимические анализы крови. Анализ биохимических параметров крови дойных коров, получавших рацион с добавлением люпина желтого, позволил оценить их адаптацию к изменениям в кормлении, общее физиологическое состояние и скорость обмена веществ. Чтобы оценить данные параметры важное значение уделено мониторингу биомаркеров, связанных с окислительным стрессом. В этой связи особое внимание привлекают ферменты плазмы крови, вовлеченные в разнообразные метаболические процессы. В частности, ферменты, участвующие в переаминировании, такие как аспартатаминотрансфераза (АСТ) и аланинаминотрансфераза (АЛТ), важны для обмена белков, углеводов и жиров, поскольку они катализируют формирование аминокислот. Данные, касающиеся активности этих ферментов, представлены в (табл. 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>	100,93 $\pm$ 2,01	107,14 $\pm$ 2,81	110,71 $\pm$ 1,50	112,07 $\pm$ 1,67
АЛТ (Ед/л)/ <i>ALT (u/l)</i>	31,19 $\pm$ 1,02	32,77 $\pm$ 1,11	33,03 $\pm$ 0,97	35,12 $\pm$ 0,99*
АСТ (Ед/л)/ <i>AST (u/l)</i>	61,22 $\pm$ 1,37	63,95 $\pm$ 1,22	66,31 $\pm$ 1,72	68,11 $\pm$ 1,59
Мочевина (ммоль/л)/ <i>Urea (mmol/l)</i>	3,17 $\pm$ 0,61	3,72 $\pm$ 0,23*	3,96 $\pm$ 0,33	4,01 $\pm$ 0,12**
Общий белок (г/л)/ <i>Total protein (g/l)</i>	78,93 $\pm$ 2,03	79,19 $\pm$ 2,11	81,14 $\pm$ 1,95	81,97 $\pm$ 1,83*
Альбумин (г/л)/ <i>Albumin (g/l)</i>	47,36 $\pm$ 1,79	47,51 $\pm$ 1,52	48,68 $\pm$ 1,37	49,18 $\pm$ 1,23
Глобулин(г/л)/ <i>Globulin(g/l)</i>	31,57 $\pm$ 1,26	31,68 $\pm$ 1,12*	32,46 $\pm$ 1,34	32,79 $\pm$ 1,14
Каротин, (мг/л)/ <i>Carotene, (mg/l)</i>	0,69 $\pm$ 0,031	0,73 $\pm$ 0,027	0,74 $\pm$ 0,015*	0,75 $\pm$ 0,019
Ca (ммоль/л)/ <i>Ca (mmol/L)</i>	2,47 $\pm$ 0,34	2,60 $\pm$ 0,25	2,67 $\pm$ 0,19	2,75 $\pm$ 0,21
P (ммоль/л)/ <i>P (mmol/L)</i>	1,71 $\pm$ 0,18	1,73 $\pm$ 0,12	1,74 $\pm$ 0,08	1,78 $\pm$ 0,19

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; ^a – 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; ^a – reference data are given for Eremenko VI and Karpenkova KV (2015), Barsukova MA and Sebezhko OI (2025); ALP – alkaline phosphatase; ALT – Alanine aminotransferase; AST – Aspartate aminotransferase

В результате биохимического анализа было выявлено, что наиболее высокая активность фермента (АЛТ) была в опытных группах относительно контрольной: во 2 опытной группе выше на 5,07 %, в 3 опытной – на 5,90 % и в 4 опытной – на 12,60 %. Динамика изменения активности фермента АСТ была идентична изменениям АЛТ. Так, активность АСТ во 2 опытной группе была выше относительно контрольной на 4,46 %, в 3 опытной – на 8,03 % и в 4 опытной – на 11,25 %. Подобная закономерность наблюдается и в изменении активности щелочной фосфатазы (АЛП): она была выше в опытных группах: во 2 опытной группе на 6,15 %, в 3 опытной – на 9,69 % и в 4 опытной – на 11,04 %. Таким образом, более высокая активность АЛП, АЛТ и АЛТ маркеров наблюдалась у более продуктивных коров, в структуре рациона которых присутствовал люпин желтый.

Оценку соответствия сбалансированности протеина в рационе коров их физиологическим нуждам осуществляли, анализируя концентрацию общего белка, его фракций, а также уровень мочевины в плазме крови. При условии сбалансированного рациона содержание общего белка в сыворотке крови лактирующих коров подвержено значительным колебаниям, что учитывалось при проведении исследований. В исследованиях было отмечено, что во 2 опытной группе концентрация общего белка относительно контрольной группы была выше на 0,33 %, в 3 опытной группе – на 2,80 % и в 4 опытной группе – на 3,85 %. Увеличение содержания общего белка в опытных группах связано с более интенсивным обменом веществ и более эффективным его поступлением с рационов на основе люпина.

Также для выявления сбалансированности рациона по белку учитывали концентрацию альбуминов в сыворотке крови. В опытных группах концентрация альбуминов была выше относительно контрольной группы: во 2-опытной группе – на 0,32 %, в 3 – на 2,82 % и в 4 – на 3,84 %.

Подобная закономерность прослеживается и по глобулинам: их концентрация была выше во 2 опытной группе на 0,35 %, в 3 – на 2,82 % и в 4 – на 3,86 %. Эти белки в процессе гидролиза используются для синтеза специфических белков тканей и считаются аминокислотным резервом организма. Как показывает исследование, увеличение белковых фракций на фоне активности показателей аминотрансфераз свидетельствует о сбалансированности опытных рационов на основе люпина по содержанию протеина, а также о лучшей адсорбции и конверсии белков в организм лактирующих коров.

Так как мочевина отражает концентрацию аммиака в рубце жвачных животных, определение соответствия количества сырого протеина в рационе биологическим потребностям организма коров проводили по концентрации мочевины в сыворотке крови. В результате исследований было установлено, что концентрация мочевины была выше в опытных группах: во 2 опытной группе – на 17,35 %, в 3 – на 24,9 % и в 4 – на 26,50 %. Таким образом, было установлено отсутствие дефицита протеина в рационах кормления и сбалансированность опытных рационов.

Уровень усвоения каротина напрямую зависит от его концентрации в рационах кормления: чем выше концентрация, тем лучше организм его усваивает. Наличие каротина в плазме крови коров обусловлено, главным образом, его присутствием в потребляемых кормах и лишь незначительно связано с фазой лактации. В ходе нашего исследования концентрация каротина в плазме крови была заметно увеличена в экспериментальных группах: во 2 группе – на 5,80 %, в 3 – на 7,25 % и в 4 – на 8,70 %. Данное увеличение концентрации каротина в крови обусловлено более высоким его содержанием в желтом люпине по сравнению с соевым и подсолнечниковым жмыхом и шротом.

Для анализа оптимального минерального баланса рационов в период лактации проводили исследование уровня кальция и фосфора в крови коров. В результате анализа полученных данных выявлено, что концентрация кальция во 2 опытной группе была выше относительно контрольной на 5,26 %, в 3 – на 8,10 % и в 4 – на 11,34 %. Подобная тенденция прослеживается и для фосфора: концентрация фосфора во 2 опытной группе была выше на 1,17 %, в 3 – на 1,75 % и в 4 – на 4,09 % соответственно. Уровень кальция и фосфора, зафиксированный при анализе крови коров, участвовавших в эксперименте, соответствовал физиологической норме.

Обсуждение полученных результатов.

В ходе исследования было выявлено, что включение желтого люпина в рацион лактирующих коров в пропорциях 20 %, 25 % и 35 % позволяет существенно сократить или полностью исключить из рациона высокопротеиновые источники, такие как жмыхи и шроты. В частности, во 2 группе содержание соевого жмыха было снижено на 46,67 %, подсолнечного шрота – на 36 %. В 3 группе эти показатели составили 66,67 % и 55 % соответственно. В 4 группе удалось полностью заменить соевый жмых и подсолнечный шрот люпином. Отмечено увеличение среднесуточных удоев и улучшение состава молока в результате применения желтого люпина во 2 опытной группе на 3,97 %, в 3 – на 7,66 % и в 4 – на 12,93 %. Подобные результаты согласуются с ранее полученными данными в экспериментах (Кадыров Ф.Г. и Кадырова Н.В., 1999). Увеличение содержания желтого люпина в рационе способствовало более эффективному усвоению питательных веществ, что в свою очередь отразилось на снижении расхода кормов и питательных веществ на единицу продукции. Затраты обменной энергии во 2, 3 и 4 опытных группах по сравнению с контрольной были ниже на 3,81 %, 7,11 % и 11,45 % соответственно. Затраты сырого протеина в этих группах были ниже на 3,41 %, 6,69 % и 10,71 % соответственно. Подобные результаты были отмечены в исследованиях Кадырова Ф.Г. (2003). Важно отметить, что использование люпина желтого позволило улучшить состав молока, увеличив содержание белка во 2 опытной группе по отношению к контрольной на 1,26 %, в 3 опытной – на 4,09 % и в 4 опытной – на 6,60 %, что делает продукцию более диетической и востребованной на рынке. Полученные результаты согласуются с другими экспериментальными данными (Буряков Н.П. и др., 2021). На основании изученных биохимических показателей крови экспериментальные группы продемонстрировали повышенную устойчивость к стрессам, связанным с изменениями в условиях содержания и кормления, относительно контрольной группы. Была установлена повышенная активность маркеров АЛП, АСТ и АЛТ у бо-

лее высокопродуктивных коров, в структуре рациона которых присутствовал люпин желтый. В нашем эксперименте наибольшая активность фермента (АЛТ) была в опытных группах относительно контрольной: во 2, 3 и 4 группах – на 5,07 %, 5,90 % и 12,60 % соответственно. Динамика активности АСТ во 2 опытной группе была выше относительно контрольной на 4,46 %, в 3 опытной – на 8,031 % и в 4 опытной – на 11,25 %. Подобная динамика роста активности аминотрансфераз у высокопродуктивных коров согласуется с ранее полученными данными в экспериментах (Еременко В.И. и Карпенкова К.В., 2015). Такая же закономерность наблюдается и в изменении активности щелочной фосфатазы (АЛР): она была выше в опытных группах: во 2 опытной группе – на 6,15%, в 3 опытной – на 9,69 % и в 4 опытной – на 11,04 %.

Заключение.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что интеграция люпина желтого в рацион дойных коров черно-пестрой породы в пропорциях 20 %, 25 % и 35 % позволяет существенно сократить или полностью исключить из рациона высокопротеиновые источники, такие как жмыхи и шроты. Это способствовало увеличению продуктивности в опытных группах: во 2 группе – на 3,97 %, в 3 – на 7,66 %, а в 4 – на 12,93 %. Также позволяет снизить затраты на корма на единицу продукции в опытных группах: во 2 группе – на 3,81 %, в 3 – на 5,32 % и в 4 – на 10,88 % меньше по сравнению с контрольной группой. Затраты обменной энергии во 2 опытной группе были ниже на 3,81 %, в 3 – на 7,11 %, а в 4 – на 11,45 %. Подобная закономерность наблюдается и в отношении сырого протеина: затраты были ниже в опытных группах 2, 3 и 4 на 3,41 %, 6,69 % и 10,71 % соответственно. Также потребление переваримого протеина снизилось в группах 2, 3 и 4 на 3,21 %, 5,84 % и 9,79 % соответственно. При этом было отмечено, что качество молока улучшилось, а содержание белка в молоке опытных групп 2, 3 и 4 возросло по сравнению с контрольной группой на 1,26 %, 4,09 % и 6,60 % соответственно. Кроме того, использование люпина способствует стимуляции окислительно-восстановительных реакций в организме опытных групп. Это открывает перспективы для развития эффективного и рационального кормления дойных коров.

Список источников

1. Афанасьева А.И., Сарычев В.А. Модификация метаболизма и продуктивности молочного скота при применении ферментно-пробиотической кормовой добавки Профорт // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 1. С. 115-127. [Afanasyeva AI, Sarychev VA. Modification of metabolism and productivity of dairy cattle using the enzyme-probiotic feed additive Profort. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2025;108(1):115-127. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-108-1-115
2. 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, Sebezko 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
3. Биохимический состав высокопротеиновых кормов из белого люпина и влияние антиоксиданта на сроки их хранения / Е.В. Шмат, М.А. Амироков, Н.В. Гапонов, Е.В. Афонина // Инновации и продовольственная безопасность. 2025. № 1(47). С. 100-107. [Shmat EV, Amirokov MA, Gaponov NV, Afonina EV. Biochemical composition of high protein feeds from white lupine and the effect of antioxidant on their storage life. *Innovations and Food Safety*. 2025;1(47):100-107. (In Russ.)]. doi: 10.31677/2311-0651-2025-47-1-100-107
4. Буряков Н.П., Алешин Д.Е. Молочная продуктивность и баланс азота у коров при разном уровне зерна люпина в составе комбикормов // Зоотехния. 2018. № 1. С. 16-20. [Buryakov NP, Alechin DE. Milk yield and nitrogen balance in cows with different levels of lupine grain in compound feeds. *Zootekhnika*. 2018;1:16-20. (In Russ.)].
5. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М: Агро-

промишлат, 2000. 359 с. [Vasilyeva EA. Clinical biochemistry of farm animals. Moscow: Agropromizdat; 2000:359 p. (In Russ.)].

6. Гапонов Н.В. Смешанные посевы люпина узколистного с различными по скороспелости сортами овса // Кормопроизводство. 2024. № 10. С. 41-44. [Gaponov NV. Mixed crops of *Lupinus Angustifolius* with varieties of oats of different ripeness. Kormoproizvodstvo. 2024;10:41-44. (In Russ.)]. doi: 10.30906/1562-0417-2024-10-41-44

7. Гапонов Н.В., Анишко М.Ю., Мисникова Н.В. Питательность зерносенажной массы бинарных ценозов узколистного люпина с овсом // Кормопроизводство. 2025. № 3. С. 17-21. [Gaponov NV, Anishko MYu, Misnikova NV. Nutritional value of grain-and-haylage mass of binary coenosis of *Lupinus Angustifolius* L. with *Avena Sativa* L. Kormoproizvodstvo. 2025;3:17-21. (In Russ.)]. doi: 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21

8. ГОСТ 57059-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги. Введ. 01.07.2017. М.: Стандартиформ, 2020. 5 с. [GOST 57059-2016. Feed, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Introduction. Vved. 01.07.2017. Moscow: Standartinform; 2020:5 p. (In Russ.)].

9. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартиформ, 2020. 9 с. [GOST 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Vved. 01.07.2013. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. (In Russ.)].

10. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. Введ. 01.01.1997. 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. 01.01.1997. Minsk: Mezhhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2023:5 p. (In Russ.)].

11. ГОСТ 13496.15-2016. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения массовой доли сырого жира. Введ. 01.01.2018. М.: Стандартиформ, 2020. 9 с. [GOST 13496.15-2016. Feeds, mixed feeds, feed raw material. Methods for determining the raw fat content. Vved. 01.01.2018. Moscow: Standartinform; 2020:9 p. (In Russ.)].

12. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 01.08.2020. М.: Стандартиформ, 2019. 15 с. [GOST 13496.4-2019. Fodder, mixed fodder and raw mixed fodder. Methods of nitrogen and crude protein determination. Vved. 01.08.2020. Moscow: Standartinform; 2019:15 p. (In Russ.)].

13. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. Введ. 01.01.1997. 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. 01.01.1997. Minsk: Mezhhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 2003:13 p. (In Russ.)].

14. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. Введ. 01.01.1999. 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. 01.01.1999. Minsk: Mezhhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; 1999:10 p. (In Russ.)].

15. ГОСТ 9268-2015. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота. Технические условия. Введ. 01.01.2017. М.: Стандартиформ, 2016. 15 с. [GOST 9268-2015 Mixed feeds-concentrates for fodder cattle. Specifications. Vved. 01.01.2017. Moscow: Standartinform; 2016:15 p. (In Russ.)].

16. 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. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015;2:69-70. (In Russ.)].

17. Кадыров Ф.Г. Использование люпина в кормлении крупного рогатого скота // Кормопроизводство. 2003. № 8. С. 26. [Kadyrov FG. Ispol'zovanie l'jupina v kormlenii krupnogo rogatogo skota. Kormoproizvodstvo. 2003;8:26. (*In Russ.*)].
18. 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 l'jupina na molochnuju produktivnost' korov. Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex. 1999;7:22-25. (*In Russ.*)].
19. Касаткина И.А., Серкова А.Н. Энергетическая добавка для высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 41-47. [Kasatkina IA, Serkova AN. Energy supplement for highly productive cows. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2020;7:41-47. (*In Russ.*)].
20. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А.М. Глинова, Д.М. Богданович, Г.В. Бесараб, Д.В. Медведева, В.В. Букас // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., (г. Брянск, 26-27 мая 2022 г.). Кокино: Брянский ГАУ, 2022. С. 258-262. [Glinkova AM, Bogdanovich DM, Besarab GV, Medvedeva DV, Bukas VV. Feed additives in the diets of young cattle. (Conference proceedings) Innovationnoe razvitie produktivnogo i neproduktivnogo zhivotnovodstva: sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., (g. Brjansk, 26-27 maja 2022 g.). Kokino: Brjanskij GAU; 2022:258-262. (*In Russ.*)].
21. Макаров Д.Ю., Дмитриева Н.Я. Применение зерна белого люпина как нового протеинового корма в рационах лактирующих коров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 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
22. Новик Н.В., Саввичева И.К., Степаненко А.А. Новый сорт желтого кормового люпина Булат // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 4. С. 54-60. [Novik NV, Savvicheva IK, Stepanenko AA. New variety of yellow fodder lupine Bulat. Adaptive Fodder Production. 2019;4:54-60. (*In Russ.*)]. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-4-54-60
23. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашникова и др. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с. [Kalashnikov 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.*)].
24. 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
25. Применение белкового концентрата из белого люпина и мясокостной муки в кормлении лактирующих коров / Н.П. Буряков, М.А. Бурякова А.С. Заикина, И.А. Касаткина, Д.Е. Аleshин // Главный зоотехник. 2021. № 3. С. 14-27. [Buryakov NP, Buryakova MA, Zaikina AS, Kasatkina IA, Aleshin DE. Application of protein concentrate from white lupine and meat and bone meal in feeding of lactating cows. Glavnyj Zootehnik. 2021;3:14-27. (*In Russ.*)]. doi: 10.33920/sel-03-2103-02
26. Результаты скрининга коллекционного материала люпина желтого по аминокислотному составу белка семян / Н.В. Новик, А.А. Лебедев, М.Ю. Анишко, И.А. Якуб // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 8. С. 28-31. [Novik NV, Lebedev AA, Anishko MYu, Yakub IA. Screening results of yellow lupin collection material for amino acids' composition of seeds' protein. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2024;8:28-31. (*In Russ.*)].
27. 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, To-

porova 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.)].

28. Hantington GM, et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. J Anim Sci. 2021;79(2):533-541. doi:10.2527/2001.792533x

References

1. Afanasyeva AI, Sarychev VA. Modification of metabolism and productivity of dairy cattle using the enzyme-probiotic feed additive Profort. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(1):115-127. doi: 10.33284/2658-3135-108-1-115
2. 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
3. Shmat EV, Amirokov MA, Gaponov NV, Afonina EV. Biochemical composition of high protein feeds from white lupine and the effect of antioxidant on their storage life. Innovations and Food Safety. 2025;1(47):100-107. doi: 10.31677/2311-0651-2025-47-1-100-107
4. Buryakov NP, Aleshin DE. Milk yield and nitrogen balance in cows with different levels of lupine grain in compound feeds. Zootechniya. 2018;1:16-20.
5. Vasilyeva EA. Clinical biochemistry of farm animals. Moscow: Agropromizdat; 2000:359 p.
6. Gaponov NV. Mixed crops of *Lupinus Angustifolius* with varieties of oats of different ripeness. Fodder Production. 2024;10:41-44. doi: 10.30906/1562-0417-2024-10-41-44
7. Gaponov NV, Anishko MYu, Misnikova NV. Nutritional value of grain-and-haylage mass of binary coenosis of *Lupinus Angustifolius* L. with *Avena Sativa* L. Fodder Production. 2025;3:17-21. doi: 10.30906/1562-0417-2025-3-17-21
8. State Standard 57059-2016. Feed, compound feeds, feed raw materials. Express-method for determination of moisture. Implementation date 01.07.2017. Moscow: Standartinform; 2020:5 p.
9. State Standard 31675-2012. Feeds. Methods for determination of crude fibre content with intermediate filtration. Implementation date 01.07.2013. Moscow: Standartinform; 2020:9 p.
10. State Standard 26226-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of raw ash. Implementation date 01.01.1997. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 2023:5 p.
11. State Standard 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.
12. State Standard 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.
13. State Standard 26570-95. Fodder, mixed fodder and mixed fodder raw material. Methods for determination of calcium. Implementation date 01.01.1997. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 2003:13 p.
14. State Standard 26657-97. Fodders, mixed fodders, mixed fodder raw materials. Methods for determination of phosphorus content. Implementation date 01.01.1999. Minsk: Interstate Council on Standardization, Metrology and Certification; 1999:10 p.
15. State Standard 9268-2015 Mixed feeds-concentrates for fodder cattle. Specifications. Implementation date 01.01.2017. Moscow: Standartinform; 2016:15 p.
16. 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.
17. Kadyrov FG. Use of lupine in feeding cattle. Fodder Production. 2003;8:26.
18. Kadyrov FG, Kadyrova NV. Effect of lupine grain on milk productivity of cows. Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex. 1999;7:22-25.
19. Kasatkina IA, Serkova AN. Energy supplement for highly productive cows. Dairy and Beef Cattle Breeding. 2020;7:41-47.

20. Glinkova AM, Bogdanovich DM, Besarab GV, Medvedeva DV, Bukas VV. Feed additives in the diets of young cattle. (Conference proceedings). Innovative development of productive and non-productive animal husbandry: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, (Bryansk, 26-27 May 2022). Kokino: Bryanskiy SAU; 2022:258-262.
21. 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
22. Novik NV, Savvicheva IK, Stepanenko AA. New variety of yellow fodder lupine Bulat. Adaptive Fodder Production. 2019;4:54-60. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-4-54-60
23. Kalashnikov AP, et al. The norms and diets of feeding agricultural animals: reference aid. 3 ed., revised and add. Moscow: Agropromizdat; 2003:456 p.
24. 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
25. Buryakov NP, Buryakova MA, Zaikina AS, Kasatkina IA, Aleshin DE. Application of protein concentrate from white lupine and meat and bone meal in feeding of lactating cows. Chief Zoo-technician. 2021;3:14-27. doi: 10.33920/sel-03-2103-02
26. Novik NV, Lebedev AA, Anishko MYu, Yakub IA. Screening results of yellow lupin collection material for amino acids' composition of seeds' protein. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2024;8:28-31.
27. 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.
28. Hantington GM, et al. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. J Anim Sci. 2021;79(2):533-541. doi: 10.2527/2001.792533x

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 19.05.2025; одобрена после рецензирования 09.06.2025; принята к публикации 15.09.2025.

The article was submitted 19.05.2025; approved after reviewing 09.06.2025; accepted for publication 15.09.2025.