

Научная статья / *Original article*

УДК 636.2.084:633.22

DOI: 10.31208/2618-7353-2026-34-30-43

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОТОГО ЗЕРНА ЛЮПИНА В КОРМЛЕНИИ ТЕЛЯТ

EFFICIENCY OF USING GROUND LUPINE GRAIN IN CALVES FEEDING

Марина И. Сложенкина¹, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

Иван Ф. Горлов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Анастасия П. Шмалюк¹, аспирант

Василий Ф. Радчиков², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ирина В. Богданович², кандидат сельскохозяйственных наук

Марина В. Джумкова², кандидат сельскохозяйственных наук

Marina I. Slozhenkina¹, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS

Ivan F. Gorlov¹, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS

Anastasia P. Shmalyuk¹, Postgraduate Student

Vasiliy F. Radchikov², Dr. Sci. (Agriculture), Professor

Irina V. Bogdanovich², PhD (Agriculture)

Marina V. Dzhumkova², PhD (Agriculture)

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

²Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству, Жодино, Республика Беларусь

*¹Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

*²Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Контактное лицо: Радчиков Василий Федорович, заведующий лабораторией, лаборатория кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, д. 11; e-mail: labkrs@mail.ru; тел.: +375 (1775) 6-67-92; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4090-6635>.

Для цитирования: Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Шмалюк А.П., Радчиков В.Ф., Богданович И.В., Джумкова М.В. Эффективность использования молотого зерна люпина в кормлении телят // Аграрно-пищевые инновации. 2026. Т. 34. № 2. С. 30-43. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-34-30-43>.

Principal Contact: Vasiliy F. Radchikov, Head of the Laboratory, Laboratory of Feeding and Physiology of Cattle Nutrition, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding; 11, Frunze St., Zhodino, Minsk Region, 222160, Republic of Belarus; e-mail: labkrs@mail.ru; Belarus, tel.: +375 (1775) 6-67-92; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4090-6635>.

For citation: Slozhenkina MI, Gorlov IF, Shmalyuk AP, Radchikov VF, Bogdanovich IV, Dzhumkova MV. Efficiency of using ground lupine grain in calves feeding. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2026;34(2):30-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2026-34-30-43>.

Резюме

Цель. Создание комбикормов, обогащенных молотым зерном люпина, предназначенных для молодняка крупного рогатого скота, а также оценка их продуктивной эффективности при скармливании животным.

Материалы и методы. Исследование опиралось на комплексный подход, включающий зоотехнический, биохимический и математический анализ. Обработка полученных цифровых данных проводилась методом вариационной статистики, с применением критерия достоверности Стьюдента и программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019.

Результаты. Установлена эффективность использования в кормлении телят комбикормов, обогащенных молотым зерном люпина. Содержание эритроцитов в группе IV превышало показатели контрольной группы на $0,28 \cdot 10^{12}/л$ (5,2%), концентрация гемоглобина – на 5,45 г/л (5,0%), общего белка – на 2,72 г/л (4,1%). Уровень кальция в сыворотке крови в группе IV превышал контрольные значения на 0,23 ммоль/л (8,3%), в группе III – на 0,15 ммоль/л (5,4%). Живая масса в конце опыта в группе IV была выше на 4,3 кг (4,6%), прирост живой массы – на 3,5 кг (7,1%) в сравнении с контролем. Введение молотого зерна люпина в комбикорма для телят II и III опытных групп (10 и 15% соответственно) привело к увеличению среднесуточного прироста в сравнении с контролем на 2,1 и 4,8%. Наиболее выраженный положительный эффект наблюдался у телят IV опытной группы, получавших комбикорм с 20% молотого зерна люпина. Их среднесуточный прирост на 7,3% ($P \geq 0,95$) превысил контрольный вариант. Экономическая оценка показала снижение затрат кормов на получение продукции в опытных группах на 1,4-4,3% и себестоимости прироста на 2,4-7,0% по сравнению с контролем.

Заключение. Экспериментальное скармливание телятам комбикормов, обогащенных молотым зерном люпина, показало, что такие корма способствуют улучшению физиологического состояния, оптимизации обмена веществ и повышению продуктивности молодняка. Внедрение данных комбикормов также демонстрирует экономическую эффективность за счет снижения себестоимости конечной продукции.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, молотое зерно люпина, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, эффективность комбикорма

Abstract

Purpose. Development of compound feeds enriched with ground lupine grain for young cattle and evaluation of their productive efficiency when fed to animals.

Materials and Methods. The study was based on a comprehensive approach that included zootechnical, biochemical, and mathematical analysis. The obtained digital data were processed using variation statistics, the Student's t-test, and Microsoft Office Excel 2019 software.

Results. The efficiency of using compound feed enriched with ground lupine grain in feeding calves was established. The content of erythrocytes in group IV exceeded the values of the control group by $0.28 \cdot 10^{12}/L$ (5.2%), the concentration of hemoglobin – by 5.45 g/L (5.0%), the total protein – by 2.72 g/L (4.1%). The level of calcium in the blood serum in group IV exceeded the control values by 0.23 mmol/L (8.3%), in group III – by 0.15 mmol/L (5.4%). The live weight at the end of the experiment in group IV was higher by 4.3 kg (4.6%), live weight gain – by 3.5 kg (7.1%) compared to the control. The addition of ground lupine grain to the feed for calves in experimental groups II and III (10% and 15%, respectively) increased the average daily gain by 2.1% and 4.8%, respectively, compared to the control. The greatest positive effect was observed in calves in experimental group IV, which received feed containing 20% ground lupine grain. Their average daily gain exceeded the control by 7.3% ($P \geq 0.95$). An economic assessment showed a reduction in feed costs for production in the experimental groups by 1.4-4.3% and in the cost of gain by 2.4-7.0%, compared to the control.

Conclusion. Experimental feeding of calves with compound feed enriched with ground lupine grain showed that such feed contributes to the improvement of physiological condition, optimization of metabolism and increased productivity of young animals. The implementation of these feed mixtures also demonstrates economic efficiency due to the reduction of the cost of final products.

Keywords: young cattle, ground lupine grain, compound feed, rations, blood, productivity, feed efficiency

Введение. Процесс кормления молодняка крупного рогатого скота организован таким образом, чтобы через ряд производственных этапов добиться получения крепких животных, а также их гармоничного роста и развития, учитывая естественные биологические процессы [1; 2].

Как известно, протеины являются краеугольным камнем в организме животных, формируя основу всех живых клеток. Их значение в кормлении животных, особенно в период интенсивного роста молодняка, неоспоримо, поскольку все физиологические функции напрямую зависят от белкового обмена. Непрерывное восполнение белка, расходуемого организмом, требует его регулярного поступления с кормом. Длительное отсутствие протеина в рационе молодняка приводит к необратимым нарушениям и, как следствие, к гибели [3; 4].

Белки являются неотъемлемыми структурными компонентами клеточных мембран и мембран органелл. Значительная доля белков организма сосредоточена в мышечной ткани (около 30%), костной ткани и сухожилиях (примерно 20%), а также в коже (около 10%). Эти макромолекулы играют ключевую роль в обеспечении всех фундаментальных биологических процессов, включая репродукцию, рост, развитие и продуктивность. Кроме того, белки являются основой для ферментов, гормонов и антител, регулирующих и поддерживающих жизнедеятельность, что напрямую отражается на показателях продуктивности и устойчивости животных к стрессовым факторам [5; 6].

Ключевая функция протеинов в кормах заключается в поставке аминокислот, которые являются основным строительным материалом для организма. Эти аминокислоты используются для формирования и поддержания структурных и защитных элементов, включая кожу, перья, кости, связки, органы и мышцы. Кроме того, аминокислоты участвуют в обмене веществ и служат предшественниками для синтеза множества других небелковых веществ. Использование аминокислот в качестве энергетического ресурса, когда они не используются для синтеза белка, является неэффективным. Недостаток аминокислот негативно сказывается на росте, продуктивности и может привести к мобилизации белка из менее значимых тканей для обеспечения жизнедеятельности более важных [7].

Обеспечение потребностей белорусского агропромышленного комплекса в высокобелковых кормах требует ежегодного импорта объемом свыше 800 тысяч тонн в основном соевого и подсолнечного шротов. Дополнительно используются отечественные рапсовый жмых и шрот, а также ограниченное количество зернобобовых.

Существует успешный мировой прецедент стратегического развития зернового производства с акцентом на высокобелковые культуры. Австралия, например, успешно формирует белковую основу рационов скота за счет люпина и рапса, что позволяет ей отказаться от дорогостоящего импорта сои и БВМК и достигать высокой эффективности животноводства при минимальных затратах. В контексте Беларуси горох и люпин представляют собой аналогичный потенциал для создания идеального белкового кормового компонента, сравнимый с ролью сои для таких стран, как Бразилия, США и Аргентина [8].

Наблюдаемый в Республике Беларусь ежегодный рост производства и улучшение качества гороха и люпина открывают значительный потенциал для увеличения их доли в комбикормах, предназначенных для молодняка крупного рогатого скота [9; 10].

В связи с этим одним из источников протеина для сельскохозяйственных животных может служить люпин. Зерно узколистного люпина является богатым источником высокобиологически ценного протеина, что делает его ценным компонентом для производства белковых добавок в комбикормах. Отличительной особенностью люпина является практически полное отсутствие ингибиторов трипсина. Благодаря высокому содержанию ферментируе-

мых углеводов и низкому уровню крахмала он представляет собой превосходный корм для молодняка крупного рогатого скота. В среднем в зерне люпина содержится 88% сухого вещества, 14,73 МДж обменной энергии, 37,6% протеина, 13,0% клетчатки 3,7% жира, 18% минеральных веществ, витамины. В 1 кг зерна люпина насчитывается 0,95 корм. ед., содержится 254 г переваримого протеина, по калорийности эта культура превосходит злаковые корма, зерно гороха и отличается благоприятным аминокислотным составом. Современные сорта люпина характеризуются низким содержанием алкалоидов 0,03 до 0,06% [11; 12].

Цель работы – разработать и оценить питательную ценность комбикормов, обогащенных молотым зерном люпина, для молодняка крупного рогатого скота, а также определить их влияние на продуктивность и здоровье животных.

Материалы и методы. С целью выполнения поставленных исследовательских задач были отобраны репрезентативные образцы кормовых средств, применяемых в рационе сельскохозяйственных животных. К ним относятся: сено, силосно-сенажная смесь, комбинированные корма, молотое зерно люпина и шрот подсолнечный. Определение количественного содержания питательных веществ в указанных кормах было проведено в лабораторных условиях лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (г. Жодино, Республика Беларусь) согласно протоколу зоотехнического анализа, установленному ГОСТ 27548-97, п. 7. В кормах определяли: влагу – по ГОСТ 13496.3-92, п. 5; м.д. азота (сырого протеина) – согласно ГОСТ 13496.4-93, п. 3, с применением автоматического анализатора UDK 159 (VELP, Италия), м.д. сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91 с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6 (VELP Scientifica, Италия), м.д. сырого жира – в соответствии с ГОСТ 13496.15-2016, п. 9.1 – на автоматической экстракционной установке SER-148 (VELP Scientifica, Италия), м.д. золы - ГОСТу 26226-95 п.1, сухое и органическое вещество – согласно методике Мальчевской Е.Н., Миленькой Г.С. (1981); Петуховой Е.А. (1989).

Научно-хозяйственный опыт проведен на 4-х группах телят в возрасте 10-75 дней, по 10 голов в каждой, средней живой массой в начале исследований 42,5-44,2 кг в течение 65 дней в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области (таблица 1).

Различия в кормлении заключались в том, что животные I контрольной группы получали комбикорм КР-1, содержащий 13% соевого шрота, а II, III и IV опытных – 10, 15 и 20% молотого зерна люпина.

Для оценки влияния различных факторов на продуктивность и здоровье животных были использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа. В рамках исследования были изучены:

- качественные характеристики кормов: определен их химический состав путем лабораторного анализа образцов;

- показатели крови: проведен анализ морфологического состава (эритроциты и их индексы, лейкоциты, тромбоциты, гемоглобин) с использованием автоматического анализатора «URIT-300Vet plus» (URIT Medical Electronic Co., Ltd., Китай), а также биохимического состава сыворотки крови (общий белок, мочевины, глюкоза, общий кальций, неорганический фосфор) – на биохимическом анализаторе «ACCENT 200» (PZ Cormay, Польша);

- динамика роста: отслеживалась интенсивность роста телят путем их индивидуального взвешивания до начала и по завершении эксперимента;

- экономическая целесообразность: оценена на основе расчета себестоимости произведенной продукции и затрат кормов на единицу продукции.

Таблица 1. Схема опыта

Table 1. Scheme of the experience

Группа <i>Group</i>	Живая масса на начало опыта, кг <i>Live weight at the beginning of the experi- ment, kg</i>	Количество животных, голов <i>Number of ani- mals, heads</i>	Продолжитель- ность опыта, дней <i>Duration of ex- periment, days</i>	Характеристика кормления <i>Feeding specification</i>
I контроль- ная <i>I control</i>	43,5	10	65	Основной рацион (ОР) – цель- ное молоко, сено + комбикорм КР-1 с включением шрота сое- вого в количестве 13% по массе <i>Main diet (MD) – whole milk, hay + compound feed KR-1 with the inclusion of soybean meal in the amount of 13% by weight</i>
II опытная <i>II experimen- tal</i>	43,1	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с вклю- чением молотого зерна люпина в количестве 10 % по массе <i>MD + compound feed KR-1 with the inclusion of ground lupine grain in an amount of 10% by weight</i>
III опытная <i>III experimen- tal</i>	42,5	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с вклю- чением молотого зерна люпина в количестве 15% по массе <i>MD + compound feed KR-1 with the inclusion of ground lupine grain in an amount of 15% by weight</i>
IV опытная <i>IV experimen- tal</i>	44,2	10	65	ОР + комбикорм КР-1 с вклю- чением молотого зерна люпина в количестве 20% по массе <i>MD + compound feed KR-1 with the inclusion of ground lupine grain in an amount of 20% by weight</i>

Цифровые материалы проведенных исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2019.

Результаты и обсуждение. Для исследований разработаны опытные комбикорма КР-1. Различия между комбикормами состоят в количестве вводимого молотого зерна люпина по массе 10; 15 и 20%, зерновой части и частичной замены соевого шрота. Контрольный комбикорм КР-1 в качестве белкового компонента содержал в своём составе соевый шрот.

Концентрация сырого протеина в контрольном комбикорме находилась на уровне 212,0 г, в опытных (III и IV) – 214,7-217,3 г, что выше на 2,0-3,0%, количество сырого жира в

опытных комбикормах увеличилось с 5,0 до 8,0%. Концентрация сырой клетчатки в опытных комбикормах варьировала от 34,6 до 43,9 г.

За период исследований молодняк получал: цельное молоко, комбикорм КР-1, сено злаковое. Структура рационов животных в опыте являлась следующей: концентрированные корма – 28,9-30,4%, молочные корма – 64,4-66,2, грубые корма – 4,9-5,3%.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что в суточных рационах телят поступление с кормами сухого вещества находилось в пределах 1,64-1,70 кг (таблица 2).

Таблица 2. Среднесуточный рацион подопытных животных
(по фактически съеденным кормам)

Table 2. Average daily diet of experimental animals (based on actually eaten feed)

Корма и питательные вещества <i>Feed and nutrients</i>	Группа <i>Group</i>							
	I		II		III		IV	
	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%
Молоко цельное, кг <i>Whole milk ,kg</i>	6,0	66,2	6,0	65,7	6,0	65,1	6,0	64,4
Комбикорм КР-1, кг <i>Compound feed KR-1, kg</i>	0,63	28,9	0,65	29,0	0,74	30,0	0,77	30,4
Сено злаковое, кг <i>Grain hay, kg</i>	0,29	4,9	0,30	5,3	0,35	4,9	0,37	5,2
В рационе содержится: <i>Diet contains:</i>								
Кормовых единиц <i>Feed units</i>	2,63		2,65		2,67		2,70	
Обменной энергии, МДж <i>Metabolizable energy, MJ</i>	23,5		23,8		23,7		24,0	
Сухого вещества, кг <i>Dry matter, kg</i>	1,64		1,66		1,65		1,70	
Сырого протеина, г <i>Crude protein, g</i>	361,4		365,8		369,1		377,9	
Переваримого протеина, г <i>Digestible protein, g</i>	319,2		322,8		326,0		332,4	
Сырого жира, г <i>Crude fat, g</i>	239,6		241,7		242,5		243,7	
Сырой клетчатки, г <i>Crude fiber, g</i>	85,2		93,8		92,7		103,7	
Крахмала, г <i>Starch, g</i>	205,6		215,5		218,9		222,4	
Сахара, г <i>Sugar, g</i>	333,8				337,9		339,3	
Кальция, г <i>Calcium, g</i>	15,0				15,2		15,1	
Фосфора, г <i>Phosphorus, g</i>	10,6							
Натрия, г <i>Sodium, g</i>	3,0				3,1		3,1	
Магния, г <i>Magnesium, g</i>	3,0				2,9		2,9	
Калия, г <i>Potassium, g</i>	18,8				18,9		18,8	
Серы, г <i>Sulfur, g</i>	3,0				3,3		3,4	

Таблица 2. Продолжение
Table 2. Continued

Корма и питательные вещества <i>Feed and nutrients</i>	Группа <i>Group</i>							
	I		II		III		IV	
	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%	кг/ <i>kg</i>	%
В рационе содержится: <i>Diet contains:</i>								
Железа, мг <i>Iron, mg</i>	123,8				119,4		114,9	
Меди, мг <i>Copper, mg</i>	5,0				4,6		4,4	
Цинка, мг <i>Zinc, mg</i>	35,3				34,1		33,7	
Марганца, мг <i>Manganese, mg</i>	37,9				41,0		40,9	
Кобальта, мг <i>Cobalt, mg</i>	0,19				0,20		0,19	
Йода, мг <i>Iodine, mg</i>	0,2							
Каротина, мг <i>Carotene, mg</i>	14,8				15,2		14,5	
Витамина А, тыс. МЕ <i>Vitamin A, thousand IU</i>	5,09				5,10		5,11	
Витамина D, тыс. МЕ <i>Vitamin D, thousand IU</i>	124,7				126,4		122,6	
Витамин Е, мг <i>Vitamin E, mg</i>	33,9				36,3		35,7	

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества варьируется в узком диапазоне: 23,5-24,0 МДж. Максимум приходится на IV группу (24,0 МДж), минимум – на I (23,5 МДж). В сухом веществе рациона содержалось 22,0-22,4% протеина и 5,2-6,1% клетчатки. В расчете на одну кормовую единицу приходилось 137,4-140,0 г протеина.

С помощью исследований установлено, что показатели крови находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов у животных всех подопытных групп (таблица 3).

Анализ гематологических и биохимических показателей крови животных в экспериментальных группах (I–IV) выявил ряд закономерных изменений, отражающих влияние применяемых кормовых решений на физиологическое состояние подопытных животных.

Наиболее выраженные изменения отмечены в группе IV. Так, содержание эритроцитов в этой группе превышало показатели контрольной группы на 0,28 10¹²/л (5,2%), что свидетельствует о положительной динамике эритроцитарного ряда. Параллельно наблюдалось повышение концентрации гемоглобина на 5,45 г/л (5,0%), подтверждающее усиление кислородтранспортной функции крови.

Показатели белкового обмена также демонстрировали устойчивую положительную тенденцию. Концентрация общего белка в группе IV была выше контроля на 2,72 г/л (4,1%), при этом в группах II и III отмечался менее выраженный, но последовательный рост (соответственно +1,7 г/л и +2,2 г/л). Это может указывать на улучшение усвоения протеина рациона либо на усиление синтетических процессов в организме животных под влиянием применяемых факторов.

Таблица 3. Морфо-биохимический состав крови телят

Table 3. Morphological and biochemical composition of blood of calves

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$ <i>Red blood cells, $10^1/L$</i>	5,39±0,02	5,58±0,48	5,44±0,07	5,67±0,57
Гемоглобин, г/л <i>Hemoglobin, g/L</i>	107,7±2,73	111,0,0±0,58	114,2±6,0	113,1±1,33
Лейкоциты, $10^9/л$ <i>White blood cells, $10^9/L$</i>	9,84±0,13	9,70±0,20	9,69±1,32	10,1±1,01
Общий белок, г/л <i>Total protein, g/L</i>	65,4±4,6	67,1±2,1	67,6±8,2	68,1±3,2
Глюкоза, ммоль/л <i>Glucose, mmol/L</i>	2,8±1,0	2,9±0,3	3,0±0,6	3,0±0,2
Мочевина, ммоль/л <i>Urea, mmol/L</i>	4,59±0,5	4,45±0,15	4,47±0,45	4,39±0,13
Тромбоциты, $10^9/л$ <i>Platelets, $10^9/L$</i>	376,8±34,1	386,1±20,8	369,4±16,4	371,9±29,7
Гематокрит, % <i>Hematocrit, %</i>	38,9±2,5	39,3±0,1	38,0±2,2	39,6±03
Кальций, ммоль/л <i>Calcium, mmol/L</i>	2,78±0,02	2,75±0,03	2,93±0,1	3,01±0,06
Фосфор, ммоль/л <i>Phosphorus, mmol/L</i>	1,91±0,01	2,0±0,11	1,97±0,18	1,93±0,09

Различия выявлены и в минеральном обмене. Уровень кальция в сыворотке крови в группе IV превышал контрольные значения на 0,23 ммоль/л (8,3%); значимое превышение отмечено также в группе III (+0,15 ммоль/л; 5,4%). Такая динамика может быть обусловлена как составом рациона, так и улучшением абсорбции макроэлементов. Содержание фосфора изменялось незначительно и не достигало уровня статистической значимости, что свидетельствует о стабильности фосфорного обмена при сохранении соотношения Ca : P в допустимых пределах.

По остальным показателям статистически значимых различий между группами не установлено. Концентрация глюкозы и мочевины варьировала в узких пределах без достоверных отклонений от контроля, что указывает на отсутствие выраженных нарушений углеводного и азотистого обмена. Показатели лейкоцитов оставались стабильными, а незначительное повышение в группе IV не носило характер воспалительной реакции.

Гематокрит, отражающий объёмную долю эритроцитов, в группе IV достиг максимального значения (39,6%), что согласуется с ростом эритроцитов и гемоглобина и подтверждает увеличение эритроцитарной массы. Самый низкий уровень гематокрита зафиксирован у животных III группы (38,0%), что может быть связано с индивидуальными особенностями животных или временными физиологическими колебаниями.

Таким образом, применение изучаемых кормовых факторов (в особенности в варианте, реализованном в группе IV) способствовало улучшению гематологических показателей (эритроциты, гемоглобин), оптимизации белкового обмена (общий белок) и повышению концентрации кальция в сыворотке крови. Выявленные изменения могут рассматриваться как объективные маркеры положительного физиологического эффекта [13].

Введение в рацион молотого зерна люпина положительно повлияло на продуктивность животных (таблица 4).

Таблица 4. Изменение живой массы и среднесуточные приросты

Table 4. Change in live weight and average daily gain

Показатель Parameter	Группа Group			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: Live weight, kg: в начале опыта at the beginning of the experiment	43,5±1,5	43,1±1,2	42,5±1,3	44,2±1,5
в конце опыта at the end of the experiment	92,6±4,0	93,3±2,5	94,0±2,2	96,9±2,9
Валовой прирост, кг Gross weight gain, kg	49,2±3,1	50,2±2,3	51,5±1,9	52,7±2,1
Среднесуточный прирост, г Average daily gain, g	756,0±48,4	772,0±34,7	792,0±29,2*	811,0±32,4*
% к контролю % to control	100,0	102,1	104,8	107,3
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед. Feed costs per 1 kg of gain, feed units	3,48	3,43	3,37	3,33
% к контролю % to control	100	98,6	96,8	95,7

Анализ динамики живой массы и показателей продуктивности телят в экспериментальных группах (I–IV) позволил оценить эффективность применяемых кормовых решений.

Исходная живая масса животных во всех группах была сопоставима и варьировала в диапазоне 42,5–44,2 кг, что подтверждает корректность формирования групп и сопоставимость условий на старте эксперимента. К концу опыта наибольшая живая масса зафиксирована в группе IV и превышала показатель контрольной группы на 4,3 кг (4,6%).

Валовой прирост живой массы в группе IV превысил контроль на 3,5 кг (7,1%). В группах II и III прирост также был выше контрольного на 1,0 кг (2,0%) и 2,3 кг (4,7%) соответственно, что свидетельствует о положительной тенденции уже при меньших уровнях воздействия.

Самые высокие показатели среднесуточного прироста зафиксированы в III и IV группах. Так, величина среднесуточного прироста в группе IV достоверно превысила контроль на 55,0 г (7,3%; $P \geq 0,95$), в группе III – на 36,0 г (4,8%; $P \geq 0,95$), что подтверждает устойчивый положительный эффект применяемых решений на интенсивность роста животных. Во второй группе данный показатель также был выше контрольных значений на 2,1%, но уступал третьей и четвертой группам.

Самыми низкими затраты кормов на 1 кг прироста оказались в группах, в состав рациона которых входило молотое зерно люпина: во II – на 1,4%, в III – на 3,2%, в IV – на 4,3%. Это свидетельствует о повышении конверсии корма и более рациональном использовании питательных веществ рациона, что особенно важно с точки зрения экономической эффективности производства.

Проведённый экономический анализ результатов откорма телят в экспериментальных группах (I–IV) позволил оценить эффективность применяемых кормовых решений с точки зрения ресурсозатрат и себестоимости продукции (таблица 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность использования комбикормов с включением молотого зерна в кормлении телят

Table 5. Economic efficiency of using compound feeds with ground grain in calves feeding

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>			
	I	II	III	IV
Затраты кормов на 1 голову за период опыта, корм. ед. <i>Feed costs per 1 head of weight gain, feed units</i>	171,0	172,3	173,6	175,5
Стоимость суточного рациона, руб./гол. <i>Cost of daily diet, rub/head</i>	5,44	5,42	5,42	5,43
Прирост живой массы, кг <i>Live weight gain, kg</i>	49,2	50,2	51,5	52,7
Стоимость кормов за период опыта, руб./гол. <i>Cost of feed period of experience, rub/head</i>	353,6	352,4	352,4	353,2
Стоимость 1 корм. ед., руб. <i>Cost of 1 feed unit, rub</i>	2,07	2,05	2,03	2,01
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб. <i>Cost of feed per 1 kg of gain, rub</i>	7,20	6,84	6,85	6,70
Себестоимость 1 кг прироста, руб. <i>Price cost of 1 kg of gain, rub</i>	10,75	10,49	10,22	10,00
% к контролю <i>% to control</i>	100	97,6	95,1	93,0

Затраты кормов на одну голову за период опыта возросли в группах II, III и IV, в состав рациона которых входило молотое зерно люпина, в сравнении с контролем на 1,3; 2,6 и 4,5 корм. ед. При этом стоимость суточного рациона оставалась практически неизменной и варьировала в узком диапазоне 5,42–5,44 руб./гол, что свидетельствует о сопоставимых текущих ежедневных затратах на кормление во всех группах.

Ключевым фактором улучшения экономических показателей стало повышение продуктивности животных в опытных группах: наибольший прирост живой массы зафиксирован в группе IV (+3,5 кг, или 7,1% к контролю). Это позволило снизить удельные затраты корма и финансовые издержки на единицу продукции, несмотря на рост суммарного расхода кормов.

Стоимость одной кормовой единицы наименьшей была в группе IV, при этом общая стоимость кормов за период опыта оставалась стабильной (352,4–353,6 руб./гол.), что подчёркивает сбалансированность экономических параметров эксперимента.

Наиболее показательными являются удельные экономические индикаторы. Стоимость кормов на 1 кг прироста в группе IV была ниже на 0,50 руб. (6,9%) контрольного значения, а себестоимость 1 кг прироста – на 7,0% к уровню контрольной группы. В группах II и III этот показатель также был ниже контроля на 2,4 и 4,9% соответственно.

Заключение. Разработаны комбикорма КР-1 с включением молотого зерна люпина в количестве 10, 15 и 20% для телят в возрасте 10-75 дней.

Комплексный анализ данных по откорму телят показал, что применение изучаемых кормовых решений (особенно в группе IV) привело к выраженным положительным изменениям по всем ключевым направлениям.

В физиологическом плане отмечено достоверное улучшение гематологических и биохимических показателей, что свидетельствует об усилении метаболической активности и улучшении транспорта кислорода. Зафиксирован устойчивый рост продуктивности: в группе IV живая масса к концу опыта была на 4,6% выше контроля, валовой прирост составил

+7,1%, а среднесуточный – +7,3%. Наблюдалась чёткая дозозависимая динамика – показатели последовательно улучшались от группы II к группе IV.

Экономические параметры также существенно оптимизировались в опытных группах. При этом суточные затраты на рацион практически не изменились – снижение себестоимости достигнуто за счёт роста продуктивности и улучшения конверсии корма.

Таким образом, применяемые кормовые решения обеспечили системный эффект: улучшили физиологическое состояние животных, повысили продуктивность и снизили себестоимость производства. Наиболее эффективным оказался вариант группы IV, который целесообразно рекомендовать для дальнейших исследований и потенциального внедрения.

Благодарность: Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 25-16-00303, ГНУ НИИММП.

Acknowledgement: This work was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 25-16-00303, VRIMMP.

Список источников

1. Богданович Д.М., Сапсалёва Т.Л., Глинкова А.М., Бесараб Г.В., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., и др. Сапропель нового месторождения в кормлении коров // Зоотехническая наука Беларуси. 2022. Т. 57(1). С. 159-167. <https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-159-167>.
2. Джуламанов К.М., Колпаков В.И., Герасимов Н.П., Бактыгалиева А.Т. Продуктивность и интерьерные особенности молодняка мясного скота разных генотипов в связи с возрастом и сезоном года // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 2. С. 37-48. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-37>.
3. Hesse A., et al. Forage quality and feeding strategies for dairy heifers: effects on growth, rumen development, and future milk production // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104(3). P. 2789-2805. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19234>.
4. Molina-Alcaide E., et al. Grain processing methods and their impact on rumen function and performance in beef cattle // Livestock Science. 2023. Vol. 267. Article number: 105123. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105123>.
5. Петрова Н.А., Калаев В.Н. Влияние защищенных белковых добавок на переваримость питательных веществ кормов рациона и воспроизводительную функцию коров // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2025. № 2. С. 111-117. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15584637>.
6. Усков Г.Е., Цопанова А.В., Шубина Н.М., Байсакалов А.А. Использование кормовых добавок отечественного производства в кормлении бычков // Вестник Курганской ГСХА. 2021. № 1(37). С. 39-44. https://doi.org/10.52463/22274227_2021_37_39.
7. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Хорошевская Л.В., Мосолова Н.И., Суркова С.А., Пузанкова В.А. Особенности кормления нетелей высокопродуктивных пород в поздний сухостойный период на современных молочных комплексах // Ветеринария и кормление. 2024. № 1. С. 32-35. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-6>.
8. Радчиков В.Ф., Антонович А.М., Бесараб Г.В., и др. Повышение эффективности использования люпина в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Сельское хозяйство и экосистемы в современном мире: региональные и межстрановые исследования. 2023. Т. 2. № 4. С. 12-20. <https://doi.org/10.53315/2949-1231-2023-4-12-20>.

9. Bastianelli D., et al. Protected protein sources in growing heifer diets: effects on nitrogen utilization and growth // *Animal*. 2022. Vol. 16(4). Article number: 100498. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100498>.
10. Costa M.R., et al. Effect of processing methods on the nutritional value of lupin seeds for growing cattle // *Animal Feed Science and Technology*. 2022. Vol. 285. Article number: 115210. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115210>.
11. Liu J., et al. Lupin inclusion in ruminant diets: nutrient digestibility, rumen fermentation, and growth performance // *Animals*. 2023. Vol. 13(5). Article number: 876. <https://doi.org/10.3390/ani13050876>.
12. Карапетян А.К., Чехранова С.В., Вуевский Н.О., и др. Эффективность применения зерна люпина в рационах дойных коров // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование*. 2024. № 2(74). С. 187-194. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-02-22>.
13. Литвинова Е.В., Кидяев С.Н., Лапшина В.Л., Артемьева И.О. Биологически активные вещества крови убойных животных – перспективное векторное направление в мясной отрасли // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021. Т. 83. № 2. С. 72-78. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2-72-78>.

References

1. Bogdanovich DM, Sapsaleva TL, Glinkova AM, Besarab GV, Gorlov IF, Slozhenkina MI, et al. Saproel of a new deposit in cow feeding. *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi = Zootechnical science of Belarus*. 2022;57(1):159-167. (In Russ.). <https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-159-167>.
2. Julamanov KM, Kolpakov VI, Gerasimov NP, Baktygalieva AT. Productivity and interior characteristics of young beef cattle of different genotypes in relation to age and season of the year. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(2):37-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-2-37>.
3. Hessle A, et al. Forage quality and feeding strategies for dairy heifers: effects on growth, rumen development, and future milk production. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(3):2789-2805. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19234>.
4. Molina-Alcaide E, et al. Grain processing methods and their impact on rumen function and performance in beef cattle. *Livestock Science*. 2023;(267):105123. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105123>.
5. Petrova NA, Kalaev VN. Effects of rumen-protected protein supplementation on nutrient digestibility and reproductive function of cows. *Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Seriya A: Estestvennye nauki = Vestnik of Donetsk National University. Series A: Natural Science*. 2025;(2):111-117. (In Russ.). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15584637>.
6. Uskov GE, Tsopanova AV, Shubina NM, Baisakalov AA. Use of domestic fodder additives in calf bulls feeding. *Vestnik Kurganskoj GSHA = Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy*. 2021;37(1):39-44. (In Russ.). https://doi.org/10.52463/22274227_2021_37_39.
7. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Khoroshevskaya LV, Mosolova NI, Surkova SA, Puzankova VA. Features of feeding heifers of highly productive breeds during the late dry period on modern dairy complexes. *Veterinariya i kormlenie = Veterinaria I kormlenie*. 2024;(1):32-35. (In Russ.). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-6>.

8. Radchikov VF, Antonovich AM, Besarab GV, et al. Increasing the effectiveness of the use of lupin in feeding young cattle. *Sel'skoe hozyajstvo i ekosistemy v sovremennom mire: regional'nye i mezhrano-vye issledovaniya = Agriculture and ecosystems in modern world: regional and inter countries' research*. 2023;4(2):12-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.53315/2949-1231-2023-4-12-20>.
9. Bastianelli D, et al. Protected protein sources in growing heifer diets: effects on nitrogen utilization and growth. *Animal*. 2022;16(4):100498. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100498>.
10. Costa MR, et al. Effect of processing methods on the nutritional value of lupin seeds for growing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 2022;(285):115210. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115210>.
11. Liu J, et al. Lupin inclusion in ruminant diets: nutrient digestibility, rumen fermentation, and growth performance. *Animals*. 2023;13(5):876. <https://doi.org/10.3390/ani13050876>.
12. Karapetyan AK, Chehanova SV, Vuvsky NO, et al. The efficiency of the use of lupine grain in the diets of dairy cows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2024;74(2):187-194. (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-02-22>.
13. Litvinova EV, Kidyaev SN, Lapshina VL, Artemeva IO. Biologically active substances of the blood of slaughter animals – a promising vector direction in the meat industry. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021;83(2):72-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2-72-78>.

Вклад авторов: Все авторы принимали участие в подготовке, проведении исследования и анализе его результатов. Представленный вариант статьи согласован со всеми авторами.

Contribution of the authors: All authors took part in the preparation, conduction of the study and analysis of its results. The presented version of the article was agreed with all authors.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Сложенкина Марина Ивановна – директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>;

Горлов Иван Федорович – главный научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>;

Шмалюк Анастасия Петровна – лаборант-исследователь, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0415-3211>;

Богданович Ирина Владимировна – научный сотрудник, лаборатория кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, д. 11; e-mail: labkrs@mail.ru;

Джумкова Марина Валерьевна – ведущий редактор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Минская область, г. Жодино, ул. Фрунзе, д. 11; e-mail: dmv@belniig.by; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0362-3727>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Marina I. Slozhenkina – Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky St., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>;

Ivan F. Gorlov – Chief Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky St., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>;

Anastasia P. Shmalyuk – Research Lab Assistant, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky St., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0415-3211>;

Irina V. Bogdanovich – Researcher, Laboratory of Feeding and Physiology of Cattle Nutrition, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding; 11, Frunze St., Zhodino, Minsk Region, 222160, Republic of Belarus; e-mail: labkrs@mail.ru;

Marina V. Dzhumkova – Leading Editor, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding; 11, Frunze St., Zhodino, Minsk Region, 222160, Republic of Belarus; e-mail: dmv@belniig.by; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0362-3727>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 21.05.2026;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 09.07.2026;
принята к публикации / *accepted for publication*: 10.07.2026