

8. Шейко, И. П. Свиноводство Беларуси, пути его развития / И. П. Шейко // Актуальные проблемы интенсивного развития свиноводства : материалы XXVII Международной научно-практической конференции, г. Брянск, 24–25 сентября 2020 г. – Брянск : Брянский ГАУ, 2020. – С. 14–23.

Поступила в редакцию 03.03.2025.

УДК 636.084.5

### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЛЮПИНА

\*Карпеня М.М., \*Ногина Т.Н., \*\*Надаринская М.А.

\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

\*\*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь

*В результате исследований установлено влияние применения экструдированного люпина в количестве 25 % в составе комбикорма-концентрата для коров на гематологические показатели лактирующих коров, что выразилось в увеличении в крови гемоглобина на 3,0 %, эритроцитов – на 4,8 %, общего белка – на 3,9 %, альбуминов – на 7,5 %, кальция – на 18 %, магния – на 0,9 %, калия – на 15,5 %, железа – на 20,3 % и снижении мочевины – на 27,2 %, активности АсАт и АлАт – на 7,2 и 9,3 %. **Ключевые слова:** лактирующие коровы, рацион, экструдированный люпин, показатели крови.*

### MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF THE BLOOD OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS WITH EXTRUDED LUPINE INCLUDED IN THE DIET

\*Karpenia M.M., \*Nogina T.N., \*\*Nadarinskaya M.A.

\*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

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

*As a result of the research, the influence of the use of extruded lupine in an amount of 25 % as part of concentrated feed for cows on the hematological parameters of lactating cows was established, which was expressed in an increase in blood hemoglobin by 3,0 %, erythrocytes – by 4,8 %, total protein – by 3,9 %, albumin – by 7,5 %, calcium – by 18 %, magnesium – by 0,9 %, potassium – by 15,5 %, iron – by 20,3 % and a decrease in urea – by 27,2 %, AST and ALT activity – by 7,2 and 9,3 %. **Keywords:** lactating cows, diet, extruded lupine, blood counts.*

**Введение.** Молочное скотоводство – одна из ведущих отраслей животноводства в Республике Беларусь. В целом отрасль животноводства динамично развивается. На протяжении последних лет обеспечивается рост производства молока при положительной рентабельности его реализации. Согласно данным отечественных и зарубежных ученых, уровень молочной продуктивности на 60–70 % определяется кормлением, на 15–20 % – условиями содержания животных, на 15–25 % – генетическими факторами [9]. Кормление является сложным процессом взаимодействия между организмом и поступающими кормовыми средствами. В этом процессе питательные вещества воздействуют на организм животного в комплексе, а не изолированно друг от друга. Ошибки в кормлении коров приводят к снижению их продуктивности и повышают риск заболеваний, особенно у высокопродуктивных животных [6, 7].

Среди важнейших проблем питания сельскохозяйственных животных проблема полноценного белка, из-за дефицита которого происходит огромный перерасход кормов, остается наиболее актуальной [6]. Дефицит кормового белка может быть ликвидирован за счет повышения продуктивности однолетних и многолетних высокобелковых культур. Среди источников растительного белка для приготовления полноценных кормов в условиях Республики Беларусь наиболее реально использовать зерно таких культур, как горох, люпин, соя, вика и др. [8]. Люпин – это растение семейства бобовых, которое может стать ценным источником питательных веществ для сельскохозяйственных животных. Он является источником высокобелкового корма, по своему аминокислотному составу очень похож на сою. Кроме того, люпин не содержит ингибиторы трипсина [1, 3, 5].

Одним из наиболее эффективных способов тепловой обработки зерновых, зернобобовых и масличных культур и их смесей является экструдирование. Его сущность заключается в том, что зерно, молотое или цельное, подвергается кратковременному (5-7 сек.), но очень интенсивному механическому и баротермическому воздействию за счет высокой температуры, давления и сдвигов усилий в винтовых рабочих органах экструдера, в результате чего меняются структурный состав и механические свойства исходного сырья. Экструзия включает комбинированное воздействие давления, температуры и интенсивной механической обработки с гидратацией крахмального и белкового сырья. Поэтому белок, получаемый способом экструзии злаково-бобовых смесей,

содержит большой набор незаменимых аминокислот и практически близок к белку полножирной сои. Экструдированный корм сохраняет все витамины и физиологические активные вещества, а бактерии и плесневые грибки уничтожаются. Крахмал частично переходит в сахарозу. Токсичные вещества разлагаются на неактивные и перестают быть опасными [2].

Цель исследований – установить динамику морфологических и биохимических показателей крови высокопродуктивных коров при включении в рацион экструдированного люпина.

**Материалы и методы исследований.** Для решения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в условиях молочно-товарного комплекса «Березовица» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на высокопродуктивных коровах голштинской породы в основной период лактации. Сформировали по 3 группы лактирующих коров: одна контрольная и две опытные по 25 голов в каждой с учетом возраста, количества лактаций, даты отела и средней продуктивности в сутки. Продолжительность учетного периода опыта составила 70 дней, подготовительный период длился 10 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Схема опыта**

Группа	Количество коров в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я контрольная	25	70	Основной рацион (ОР): сенаж люцерновый (50%), силос кукурузный (30%), 20% подвяленной зеленой массы кукурузы + комбикорм собственного производства без люпина
2-я опытная	25		ОР + 25% экструдированного люпина от массы комбикорма
3-я опытная	25		ОР + 30% экструдированного люпина от массы комбикорма

Различия в кормлении лактирующих коров заключались в том, что животным 2-й и 3-й опытных групп в составе рациона вводили экструдированный люпин 25 и 30% взамен соевого шрота и рапсового жмыха по протеиновой питательности.

Экструдирование люпина осуществлялось на экструдере модели Insta-Pro 2000.

Морфологические и биохимические исследования крови проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». Гематологические показатели проводили с помощью анализатора «URIT-3000Vet Plus», биохимические исследования на анализаторе «Accent 200».

Цифровой материал обработан методами биометрической статистики.

**Результаты исследований.** В начале эксперимента существенных различий по показателям крови у подопытных коров не выявлено (таблица 2).

**Таблица 2 – Морфология крови и качественные показатели форменных элементов крови высокопродуктивных коров в основной период лактации**

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$	5,22±0,048	5,47±0,095*	5,28±0,283
Гемоглобин (HGB), г/л	95,38±1,23	98,25±0,71*	98,0±0,73*
Гематокрит (HCT), %	25,79±0,72	25,90±1,04	26,80±1,26
Средний объем эритроцитов (MCV), $мкм^3$	49,41±0,96	49,33±0,64	48,95±1,25
Ширина распределения эритроцитов (RDW), %	13,26±0,37	13,38±0,16	13,05±0,29
Средняя концентрация гемоглобина (MCHC), г/л	369,88±5,73	368,8±5,56	375,5±7,04
Среднеклеточный гемоглобин (MCH), $10^3 мкм^3$	18,24±0,27	18,10±0,29	18,33±0,18
Тромбоциты (PLT), $10^9/л$	258,13±14,9	338,0±32,27	403,0±47,84
Средний объем тромбоцитов (MPV), $мкм^3$	6,20±0,096	6,10±0,168	6,03±0,409
Компактный объем тромбоцитов (PCT), %	0,16±0,011	0,22±0,030	0,22±0,040
Ширина распределения тромбоцитов (PDV), fl	8,26±0,24	7,98±0,49	8,68±0,58
Большие тромбоциты (P-LPC), $10^9/л$	7,84±1,05	8,05±2,09	7,80±1,44
Лейкоциты, $10^9/л$	16,61±0,93	14,43±1,23	14,28±0,83

В конце эксперимента количество эритроцитов у животных 2-й опытной группы было больше на 4,8 % ( $P<0,05$ ), 3-й опытной группы – на 1,1 % по сравнению с контролем. Содержание гемоглобина в крови у коров всех групп соответствовало нормативным показателям. Животные 2-й опытной группы по этому показателю превосходили коров контрольной группы на 2,87 г/л, или на 3,0 % ( $P<0,05$ ), коровы 3-й опытной группы – на 2,62 г/л, или на 2,7 % ( $P<0,05$ ). У коров 2-й и 3-й

опытных групп гематокрит в крови был больше соответственно на 0,4 и 3,9 %, чем в крови сверстниц 1-й контрольной группы. В конце опыта средний объем эритроцитов у животных 2-й опытной группы был ниже на 9,8 %, у коров 3-й опытной группы – на 9,1 %, чем у сверстниц контрольной группы. Ширина распределения эритроцитов у животных 2-й опытной группы была выше на 0,9 %, у животных 3-й опытной группы ниже на 8,4 % по сравнению с 1-й контрольной группой. В конце опыта средняя концентрация гемоглобина у сверстниц 2-й и 3-й опытных групп была ниже соответственно на 1,08 г/л, или на 9,7 %, и на 5,62 г/л, или на 1,5 %, чем в 1-й контрольной группе. За период опыта содержание среднечеточного гемоглобина изменялось незначительно. Количество тромбоцитов в крови коров 2-й опытной группы было больше на 2,7 %, у животных 3-й опытной группы – меньше на 0,6 %, чем у животных 1-й контрольной группы. По содержанию лейкоцитов в крови животных опытных групп просматривалась тенденция к снижению в сравнении с коровами контрольной группы. Существенных различий по другим показателям крови не было.

Применение 25 и 30 % экструдированного люпина в составе комбикорма-концентрата для высокопродуктивных коров положительно отразилось на лейкоцитарной формуле крови (таблица 3).

**Таблица 3 – Показатели лейкоцитарной формулы крови высокопродуктивных коров в основной период лактации**

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Лимфоциты (LYM), 10 <sup>9</sup> /л	8,16±0,661	6,65±0,561	6,18±0,59
Клетки среднего размера (MID), 10 <sup>9</sup> /л	2,18±0,11	2,00±0,16	1,83±0,095
Гранулоциты (GRAN), 10 <sup>9</sup> /л	6,28±0,601	5,63±0,38	6,43±0,77
Лимфоциты (LYM%), %	48,89±2,51	46,25±2,17	42,68±1,87
Клетки среднего размера (MID%), %	13,78±0,91	13,97±0,23	14,05±0,39
Гранулоциты (GRAN%), %	37,93±2,99	39,78±9,18	43,27±2,45

В конце эксперимента у животных 2-й и 3-й опытных групп наблюдалась тенденция к снижению количество лимфоцитов в крови. Так, в крови опытных групп количество лимфоцитов снизилось соответственно на 1,5 и 5,7 % по сравнению с 1-й контрольной группой. Это подтверждает лучшее течение обменных процессов в организме при замене рапсового жмыха на экструдированный люпин. По содержанию лимфоцитов в крови животных опытных групп просматривалась тенденция к снижению в сравнении с коровами контрольной группы. Относительное содержание клеток среднего размера было ниже у коров 2-й и 3-й опытных групп соответственно на 1,7 и 3,9 % по сравнению 1-й контрольной группой. Относительное содержание гранулоцитов, которые составляют большую часть клеточного состава крови и отвечают за иммунный ответ при поступлении бактериальных и вирусных возбудителей, с течением исследований было выше во 2-й опытной группе на 4,9 % и в 3-й опытной группе – на 14,1 %, чем в контроле.

Включение в состав комбикормов-концентратов экструдированного люпина оказало положительное влияние на некоторые биохимические показатели крови лактирующих коров. Так, в начале опыта биохимические показатели крови у подопытных животных всех групп находились практически на одинаковом уровне и соответствовали физиологической норме (таблица 4). Количество общего белка в крови у коров 2-й и 3-й опытных групп повысилось соответственно на 3,9 % ( $P<0,05$ ) и 2,8 % по сравнению с контролем. Концентрация альбуминов за период опыта у животных 2-й опытной группы увеличилась по сравнению с 1-й контрольной группой на 7,5 % ( $P<0,05$ ), у коров 3-й опытной группы – на 2,0 %. Уровень глобулинов у животных всех подопытных групп не выходил за пределы физиологической нормы и не имел достоверных различий между группами животных. По содержанию глюкозы в сыворотке крови определяли уровень углеводного обмена. Так, у коров 2-й и 3-й опытных групп уровень глюкозы в конце опыта был выше на 3,9 и 4,3 % по сравнению с животными 1-й контрольной группы. Отмечено снижение мочевины в крови животных 2-й и 3-й опытных групп соответственно на 27,2 % ( $P<0,05$ ) и 6,4 %, чем в контрольной группе. Уровень общего билирубина у животных 2-й и 3-й опытных групп имел тенденцию к снижению в сравнении с контролем. У коров 1-й и 3-й опытных групп содержание прямого билирубина было на одном уровне – 1,73 мкмоль/л, или на 5,2 %, по сравнению с аналогами 2-й группы.

Липидный обмен в организме высокопродуктивных коров можно проследить по концентрации в сыворотке крови таких метаболитов, как холестерин и триглицериды. У коров 2-й и 3-й опытных групп использование экструдированного люпина способствовало снижению уровня холестерина и триглицеридов по сравнению с 1-й контрольной группой. У коров 2-й и 3-й опытных групп такая же закономерность прослеживалась по концентрации креатинина в крови.

Таблица 4 – Показатели биохимии крови высокопродуктивных коров в основной период лактации

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Общий белок, г/л	82,40±0,73	85,65±1,93*	84,68±1,54
Альбумины, г/л	35,93±1,47	38,63±0,71*	36,65±0,71
Глобулины, г/л	47,02±1,66	46,47±1,65	48,03±1,71
Глюкоза, ммоль/л	2,56±0,204	2,66±0,128	2,67±0,114
Мочевина, ммоль/л	6,05±0,42	4,40±0,68*	5,66±0,58
Триглицериды, ммоль/л	0,17±0,011	0,14±0,029	0,13±0,006
Билирубин общий, мкмоль/л	6,63±0,38	6,53±0,42	6,46±0,19
Прямой билирубин, мкмоль/л	1,73±0,085	1,64±0,038	1,73±0,048
Холестерин, мкмоль/л	4,12±0,548	3,69±0,229	3,96±0,291
Креатинин, мкмоль/л	87,45±3,88	85,8±5,29	77,48±7,67
Аспартатаминотрансфераза, ед./л	88,19±2,48	85,73±6,99	80,50±6,74
Аланинаминотрансфераза, ед./л	41,95±1,25	41,70±3,45	37,45±3,36
Лактатдегидрогеназа, ед./л	548,69±37,0	469,8±29,49	395,4±35,3
Амилаза, ед./л	23,43±1,84	24,57±2,03	30,58±3,89

Применение экструдированного люпина в кормлении высокопродуктивных коров положительно отразилось на энзимной картине крови высокопродуктивных коров в основной период лактации. Исследование активности АсАт и АлАт в сыворотке крови имеет большое значение для дифференциальной диагностики болезней печени. Установлено, что показатель АсАт у коров опытных групп был существенно ниже, чем у коров контрольной группы. Так, в крови у коров 2-й опытной группы уровень АсАт был ниже на 7,2 %, у коров 3-й опытной группы – на 1,3 % по отношению к сверстницам 1-й контрольной группы. Также отмечено снижение АлАт у коров 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с коровами 1-й контрольной группы соответственно на 9,4 и 9,3 %. В конце опыта лактатдегидрогеназа у животных 2-й опытной группы была ниже на 5,6 %, 3-й опытной группы – на 2,1 %, чем у сверстниц контрольной группы. Содержание амилазы в сыворотке крови у коров 2-й опытной группы было выше на 4,9 % и 3-й опытной группы – на 30,5 % по сравнению с 1-й контрольной группой.

Использование экструдированного люпина в кормлении коров положительно повлияло на показатели минерального состава крови. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в начале опыта все показатели минерального состава крови были в пределах физиологической нормы (таблица 5).

Таблица 5 – Минеральный состав крови высокопродуктивных коров в основной период лактации

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Кальций, ммоль/л	2,45±0,053	2,89±0,102*	2,59±0,056
Фосфор, ммоль/л	1,59±0,14	1,60±0,040	1,62±0,216
Магний, ммоль/л	1,08±0,025	1,09±0,055	0,93±0,068
Калий, ммоль/л	2,20±0,23	2,54±0,57	2,49±0,102
Натрий, ммоль/л	135,38±2,77	132,13±6,48	123,5±4,81
Железо, мкмоль/л	29,93±2,03	36,0±3,00*	31,20±4,09
Цинк, мкмоль/л	12,20±1,23	10,45±0,91	10,20±1,81
Медь, мкмоль/л	13,85±0,84	12,95±0,58	12,08±0,29

За период проведения научно-хозяйственного опыта наблюдалось повышение показателей минерального состава крови коров всех групп, но более активно этот процесс проходил во 2-й и 3-й опытных группах. В конце опыта в крови коров 2-й опытной группы содержалось больше кальция на 18 % ( $P<0,05$ ), фосфора – на 0,6 %, магния – на 0,9 %, калия – на 15,5 % и железа – на 20,3 % ( $P<0,05$ ) по сравнению с контролем. В этот период в крови коров 3-й опытной группы по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы было больше кальция на 5,7 %, фосфора – на 1,9 %, калия – на 13,2 % и железа – на 4,2 %.

**Заключение.** В результате проведенного научно-хозяйственного опыта установлено положительное влияние экструдированного люпина на гематологические показатели высокопродуктивных коров в основной период лактации. Использование в рационах коров экструдированного люпина в количестве 25 % в составе комбикормов-концентратов способствовало увеличению в крови гемоглобина на 3,0 % ( $P<0,05$ ), эритроцитов – на 4,8 % ( $P<0,05$ ), общего белка – на 3,9 % ( $P<0,05$ ), альбуминов – на 7,5 % ( $P<0,05$ ), кальция – на 18 % ( $P<0,05$ ), магния – на 0,9 %, калия – на 15,5 %, железа – на 20,3 % ( $P<0,05$ ) и снижению мочевины – на 27,2 % ( $P<0,05$ ), активности АсАт и АлАт – на 7,2 и 9,3 %.

**Литература.**

1. Абрамкова, Н. В. Минеральная питательность кормов и обеспеченность потребности молодняка крупного рогатого скота в минеральных веществах / Н. В. Абрамкова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2012. – № 7. – С. 16–18.
2. Влияние экструдированного энерго-протеинового корма на молочную продуктивность коров / С. Р. Сабиров, В. Г. Софронов, Н. И. Данилова, Ш. К. Шакиров // Ветеринарный врач. - 2016. - № 5. - С. 52-58.
3. Люпин узколистый - результаты изучения сортов и сортообразцов по адаптивности и комплексу хозяйственно биологических признаков / П. А. Агеева, Н. А. Почутина, О. М. Громова, Н. М. Зайцева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 2. – С. 211-220.
4. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
5. Оптимизация витаминно-минерального питания высокопродуктивных коров / М. М. Карпеня, Д. А. Орехво, Л. Ф. Клундук [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2024. – Т. 59. – ч. 1. : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 168-175.
6. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси / Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 87-92.
7. Финогенов, А. Ю. Биохимические показатели крови животных в норме и при патологии : монография / А. Ю. Финогенов, – Минск : ООО «Инфоэксперт», 2011. – 192 с.
8. Эффективность использования эссенциальных минеральных элементов и витаминов в кормлении крупного рогатого скота и молочных коз : монография / И. В. Брыло, Н. С. Яковчик, М. М. Карпеня [и др.] ; Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2023. – 270 с.

Поступила в редакцию 03.03.2026.

УДК 636.2.087:612.11

**ВЛИЯНИЕ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ «АСПИК-М»  
НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ**

**Мосько О.А.**

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

*В результате исследований установлено, что использование в рационе лактирующих коров в период раздоя белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М» в количестве 1,0 и 1,5 % от массы сухого вещества рациона способствует улучшению белкового, углеводного и минерального обмена, на что указывает положительная динамика гематологических показателей. **Ключевые слова:** белково-углеводно-минеральная добавка, лактирующие коровы, морфологические показатели крови, биохимические показатели крови.*

**THE EFFECT OF THE PROTEIN-CARBOHYDRATE-MINERAL SUPPLEMENT «ASPIK-M»  
ON HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF COWS DURING THE MILKING PERIOD**

**Mosko O.A.**

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

*As a result of studies, it was found that the use of the protein-carbohydrate-mineral additive "ASPIK-M" in the diet of lactating cows during the break-up in an amount of 1.0 and 1.5% of the dry weight of the diet improves protein, carbohydrate and mineral metabolism, as indicated by the positive dynamics of hematological indicators. **Keywords:** protein-carbohydrate-mineral supplement, lactating cows, morphological blood parameters, biochemical blood parameters.*

**Введение.** Основой высокой молочной продуктивности коров является правильный и сбалансированный рацион. Полноценное кормление оказывает значительное влияние на физиологическое состояние, здоровье, репродуктивные функции, продуктивность животных и качество получаемого сырья [1, 2]. Показатели крови являются важным критерием диагностики состояния гомеостаза организма животных, отражая реакцию на изменения в кормлении и введение в рационы добавок. Применение кормовых добавок рассматривается как эффективный инструмент биологической коррекции, обеспечивающий устойчивость физиологических процессов и повышение экономической результативности молочного животноводства [3, 4].

Использование кормовых добавок способствует повышению общей питательной ценности рационов. Их введение обеспечивает рост содержания обменной энергии, сухого вещества, протеина, клетчатки, минеральных элементов и витаминов, что отражается на метаболической активности организма. Влияние кормовых добавок проявляется в изменении биохимических показателей крови: уровня общего белка, мочевины и щелочной фосфатазы и др. Помимо метаболических сдвигов, отмечаются изменения в качественном составе молока, выражающиеся в колебаниях содержания отдельных компонентов [5, 6]. Состав, физико-химические и