

Научная статья
УДК 636.084/087.69:636.068
doi: 10.48612/vch/agme-3e7v-d9b2

ОЦЕНКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА КРОВИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ЖМЫХА ИЗ ЛИЧИНКИ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ

Евгений Александрович Третьяков¹⁾, Андрей Николаевич Мирошкин²⁾,
Марина Вениаминовна Механикова³⁾

¹⁾Вологодский научный центр Российской академии наук
160555, г. Вологда, Российская Федерация

²⁾Акционерное общество «Важское»

165136, Архангельская область, Вельский район, с. Благовещенское, Российская Федерация

³⁾Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина
160555, г. Вологда, Российская Федерация

Аннотация. В создании благоприятных условий для реализации генетического потенциала животных ведущее место отводится полноценности питания. Одним из критических элементов в обеспечении животных полноценным питанием, обеспечивающим рост, развитие и необходимый уровень продуктивности, является протеин. При существенном недостатке протеина в кормлении продуктивного крупного рогатого скота одним из источников его пополнения в рационе может служить инсектопротеин, получаемый из личинок мухи черная львинка. Научно-производственный эксперимент по изучению скармливания жмыха из личинок черной львинки (*Hermetia illucens*) на показатели дойных коров в период раздоя проводился на базе АО «Важское» Вельского района Архангельской области. Подопытные животные содержались на привязи в параллельных рядах типового коровника на 200 голов и располагались голова к голове (опытные напротив контрольных). Коровы контрольной группы получали хозяйственный рацион, а у коров опытной группы 550 г рапсового шрота заменили на 350 г жмыха из личинки черной львинки. Рационы опытной и контрольной групп по показателям химического состава были идентичны. Результаты проведенных исследований показывают, что за период проведения эксперимента (60 дней) от коров опытной группы в среднем было получено на 33,7 кг молока (или на 1,7 %) больше по сравнению с коровами контрольной группы. Различия в удое не достоверны ($td = 0,21$). Жмых из личинок черной львинки, способствуя повышению надоя, не оказал негативного влияния на гематологические показатели крови высокопродуктивных коров.

Ключевые слова: высокопродуктивные коровы, жмых, личинки черной львинки, гематологические и биохимические показатели крови.

Для цитирования: Третьяков Е. А., Мирошкин А. Н., Механикова М. В. Оценка гематологического статуса крови высокопродуктивных коров при скармливании жмыха из личинки черной львинки // Вестник Чувашиского государственного аграрного университета. 2025 № 3(34). С. 129-134.

doi: 10.48612/vch/agme-3e7v-d9b2

Original article

ASSESSMENT OF THE HEMATOLOGICAL STATUS OF THE BLOOD OF HIGHLY PRODUCTIVE COWS WHEN FEEDING OIL CAKE OF BLACK SOLDIER FLY

Evgeny A. Tretyakov¹⁾, Andrey N. Miroshkin²⁾, Marina V. Mekhanikova³⁾

¹⁾Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
160555, Vologda, Russian Federation

²⁾The Vazhskoye Joint Stock Company,
Blagoveshchenskoye village, Arkhangelsk Region,
165136, Russian Federation

³⁾Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin
160555, Vologda, Russian Federation

Abstract. Nutrition plays a leading role in creating favorable conditions for the realization of the genetic potential of animals. Protein is one of the critical elements in providing animals with adequate nutrition, ensuring growth, development and the necessary level of productivity. If there is a significant lack of protein in the feeding of productive cattle, one of the sources of its replenishment in the diet can be the insectoprotein obtained from black soldier fly larvae. A scientific and production experiment to study the feeding of oil cake of the larva of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) on dairy cows during the breeding period was conducted on the basis of JSC «Vazhskoye» in the Velsky district of the Arkhangelsk region. The experimental animals were kept on a leash in parallel rows of a typical 200-head cowshed and placed head to head (the experimental animals were opposite the control ones). The cows of the control group received a household ration, and the cows of the experimental group had 550 g of rapeseed meal replaced with 350 g of oil cake of the larva of the black soldier fly. The diets of the experimental and control groups were identical in

terms of chemical composition. The results of the conducted research show that during the experiment period (60 days) On average, 33.7 kg (or 1.7 %) more milk was obtained from the cows of the experimental group compared to the cows of the control group. The differences in milk yield are not significant ($t_d = 0.21$). The oil cake of the larva of the black soldier fly, contributing to an increase in milk yield, did not adversely affect the hematological parameters of the blood of highly productive cows.

Keywords: highly productive cows, oil cake, black soldier fly larvae, hematological and biochemical parameters of blood.

For citation: Tretyakov E. A., Miroshkin A. N., Mekhanikova M. V. Assessment of the hematological status of the blood of highly productive cows when feeding oil cake of black soldier fly // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025 № 3(34). С. 129-134.

doi: 10.48612/vch/agme-3e7v-d9b2

Введение.

Организация полноценного кормления высокопродуктивных животных требует разработки системы питания нового поколения, позволяющей рассматривать кормление как единый комплекс энергетического, протеинового, углеводного, минерального, витаминного питания и контроля его физиологической адекватности. Такая система кормления должна в достаточном количестве обеспечивать животных дешевыми высококачественными кормами с учетом породных особенностей, физиологического состояния, производственного цикла [4].

В отдельных регионах страны, включая Архангельскую область, по причине нестабильного климата и низкого почвенного плодородия затруднена задача организации нормированного питания животных с высоким уровнем продуктивности. Использование кормов посредственного качества вызывает необходимость совершенствования кормления молочных коров на основе применения эффективных приемов балансирования по дефицитным питательным веществам [1, 3].

Наиболее критическим питательным веществом в кормлении животных является протеин. Дефицит белка отечественным животноводством оценивается в 2 млн т в год. В настоящее время потребность комбикормовой промышленности в белковом сырье удовлетворяется в России только на 60-65 %, что приводит к перерасходу зерна на производство комбикормов и снижению их питательной ценности. Основной задачей в обеспечении животных полноценным протеиновым питанием является снижение дефицита белка традиционными (путем расширения посевов высокобелковых культур) и нетрадиционными (увеличение объемов производства микробиального и инсектопротеина) способами. Самым ценным белком животного происхождения является белок насекомых, для получения которого не требуются большие площади и объемы воды [7].

В настоящее время активно обсуждается вопрос использования переработанных насекомых в качестве кормовых средств для животных [11]. Наиболее актуальным в нашей стране считается использование в кормлении животных продуктов переработки личинок мухи черная львинка (*Hermetia illucens*), использование которых позволит со временем частично заменить в рецептуре комбикормов для животных и птицы высокопротеиновые и энергетические компоненты, включая рыбную муку [12].

Гематологический статус коров может влиять на резерв организма, продуктивность и физико-химические показатели молока. Показатели крови играют важную роль в физиологическом состоянии животных, соответственно существенное влияние оказывают на продуктивные показатели, такие как общее количество молока за лактацию, процентное содержание жира и белка в молоке, молочного жира и молочного белка [2, 5, 6].

Во все периоды лактации коров необходим контроль состояния их здоровья, что можно осуществлять при помощи анализа гематологических и морфологических показателей крови. Регулярный мониторинг этих показателей позволяет оценивать интенсивность протекания обменных процессов, полноценность потребляемых рационов и соответствие условий содержания физиологическим потребностям животных [8-10].

Целью исследований являлось изучение влияния скармливания жмыха из личинок черной львинки на гематологические показатели крови высокопродуктивных дойных коров в период раздоя.

Материалы и методы.

Научно-производственный эксперимент по изучению скармливания жмыха из личинок черной львинки (*Hermetia illucens*) на продуктивные показатели дойных коров в период раздоя был начат в мае 2024 года на базе АО «Важское» Вельского района Архангельской области. Продолжительность учетного периода эксперимента составила 90 дней.

Объектом исследований послужили дойные коровы голштинской породы в период раздоя. В соответствии с рекомендациями А. И. Овсянникова (1976) с учетом возраста, стадии лактации, суточного удоя, массовой доли жира и массовой доли белка в молоке были сформированы две группы животных (контрольная и опытная) по 12 голов в каждой (табл. 1).

Подопытные животные содержались на привязи в параллельных рядах типового коровника на 200 голов и располагались голова к голове (опытные напротив контрольных). Коровы контрольной группы получали хозяйственный рацион, а у коров опытной группы 550 г рапсового шрота заменили на 350 г жмыха из личинки черной львинки. Кормление двухразовое. В основной рацион включались корма и добавки (кг/гол./сут.): силос злаково-бобовый – 20; сенаж злаково-бобовый – 1,5; зерносмесь (кукуруза – 30 %, овес – 40 %, ячмень – 30 %) – 7,5; комбикорм – 2,7; энергетический концентрат – 2,2; энергетик – 0,35; патока кормовая – 0,5; рапсовый шрот (контрольным

– 3, опытным – 2,45); жмых из личинок черной львинки – 0,35 (только опытным). Корма выдавались в виде

кормовых смесей. Поедаемость кормовых смесей ко-
ровами обеих групп была хорошая.

Таблица 1. Характеристика подопытных животных

Table 1. Characteristics of experimental animals

Поголовье, го- лов	Возраст, лакта- ций	День лакта- ции	Суточный удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Контрольная группа					
12	2,0	61,75	31,08	4,91	3,04
Опытная группа					
12	2,0	60,58	30,83	4,93	3,04

Схема исследований по изучению скармливания жмыха из личинок черной львинки на гематологические и биохими-

ческие показатели крови высокопродуктивных дойных коров в период раздоя представлена в таблице 2.

Таблица 2. Схема научно-хозяйственного эксперимента

Table 2. Scheme of scientific and economic experiment

Группа	Поголовье жи- вотных, голов	Особенности кормления
Контрольная	12	Основной рацион
Опытная	12	Основной рацион с заменой 550 г шрота рапсового на 350 г жмыха из личинок черной львинки

Жмых из личинки черной львинки производили непосредственно на ферме путем механического отжима водно-жировой фракции. Личинку получали путем разведения мухи черная львинка в виварии предприятия.

Забор проб крови осуществлялся в начале и в конце эксперимента в утренние часы перед кормлением из хвостовой вены в специализированные вакуумные пробирки.

Гематологический анализ проводили по общепринятым методикам в лаборатории биохимии и физиологии животных Северо-западного научно-исследовательского института молочного и лугопаст-

бишного хозяйства им. А. С. Емельянова – обособленного подразделения ФГБУН ВолНЦ РАН с использованием оборудования ЦКП «Центр Коллективного Пользования».

Полученные данные обрабатывали биометрически. Разницу между группами считали статистически значимой при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение.

На основе проведенных еженедельно контрольных доек, в соответствии с общепринятой методикой, был произведен расчет надоя коров за период проведения эксперимента, результаты представлены на рис. 1.

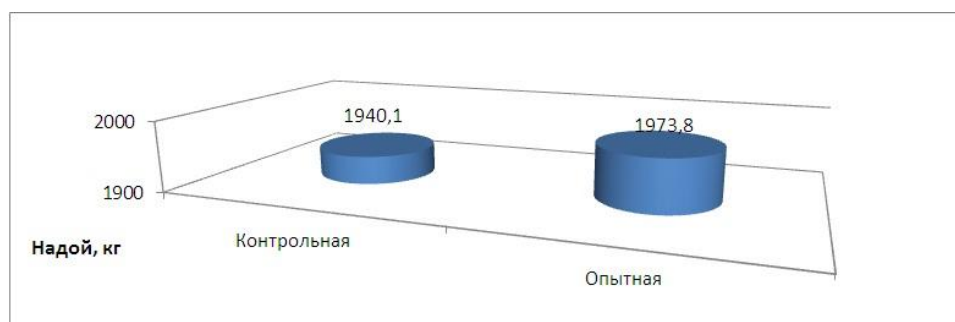


Рис. 1. Надой молока коров за период проведения эксперимента

Fig. 1. Cow's milk yield during the experiment period

Анализ рисунка 1 показывает, что за период проведения эксперимента (60 дней) от коров опытной группы в среднем было получено на 33,7 кг молока (или на 1,7 %) больше по сравнению с коровами контрольной группы. Различия в удое не достоверны ($td = 0,21$).

Результаты гематологического анализа крови коров, участвовавших в эксперименте, приведены в табл. 3.

Из материалов, представленных в таблице 3, видно, что как у контрольных, так и у подопытных животных содержание эритроцитов, лимфоцитов, тромбоцитов и гранулоцитов, средний объем эритроцитов,

ширина распределения эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците соответствуют нормативным значениям и в течение периода наблюдения изменялись незначительно. Статистически достоверных отличий не выявлено.

Так, количество эритроцитов в начале опыта находилось на одном уровне у животных обеих групп, а к концу опыта увеличивалось на 2,4-3,7 %. Содержание гемоглобина в крови опытных и контрольных животных в начале эксперимента было в пределах нормы, по окончании эксперимента уровень гемоглобина в

крови коров опытной группы повысился на 7,6 %, при этом оставаясь в пределах нормативных значений, а у коров контрольной группы снизился на 19,2 %, ока-

завшись на 5,3 % ниже нижнего порога физиологической нормы, что может указывать на проявление гипохромной анемии.

Таблица 3. Гематологические показатели крови подопытных коров
Table 3. Hematological parameters of blood of experimental cows

Показатели	Референсные значения	Группа	
		контрольная	опытная
Эритроциты (RBC), $10^{12}/л$	5,0-10,0		
начало опыта		5,76±0,34	5,75±0,62
конец опыта		5,97±0,26	5,89±0,27
Гемоглобин, г/л	80-120		
начало опыта		101,60±3,64	97,00±9,34
конец опыта		85,20±18,97	104,40±4,45
Лейкоциты (WBC), $10^9/л$	4,0-12,0		
начало опыта		14,20±1,13	12,47±1,39
конец опыта		15,36±1,72	14,80±1,27
Лимфоциты, %	45,0-75,0		
начало опыта		46,62±3,75	54,86±4,56
конец опыта		47,30±1,96	45,46±3,86
Гранулоциты, %	27,0-46,0		
начало опыта		45,60±3,99	36,18±3,95
конец опыта		43,24±1,82	43,66±2,56
Средний объем эритроцитов, фл.	40,0-60,0		
начало опыта		41,36±1,35	42,72±1,67
конец опыта		40,46±1,63	40,78±1,11
Ширина распределения эритроцитов, %	0,0-20,0		
начало опыта		15,18±0,33	16,18±0,57
конец опыта		10,56±0,65	10,12±0,68
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	13,2-19,8		
начало опыта		17,70±0,57	17,64±0,23
конец опыта		17,34±0,68	17,76±0,42
Гематокрит, %	24,0-46,0		
начало опыта		23,64±0,88	23,48±2,53
конец опыта		25,16±1,12	24,82±1,72
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	310,0-385,0		
начало опыта		429,40±2,21	416,00±13,07
конец опыта		430,40±1,72	436,40±3,64
Тромбоциты, $10^9/л$	100-800		
начало опыта		244,4±57,13	451,4±50,07
конец опыта		465,2±114,43	368,8±83,06
Средний объем тромбоцитов, фл	4,5-6,7		
начало опыта		6,44±0,27	6,32±0,14
конец опыта		6,76±0,21	6,72±0,19

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците коров опытной и контрольной групп на протяжении всего опыта превышала верхний предел нормативных значений.

Количество лейкоцитов у всех животных в ходе опыта находилось на повышенном уровне и превышало верхний порог нормативных значений на 18,3-28,0 % у коров контрольной группы и на 3,9-23,3 % у коров опытной группы. Поскольку эксперимент проводился в период 60-120 дней лактации и на этот же период приходится период оплодотворения коров и развития эмбриона, лейкоцитоз объясняется эндокринными сдвигами в организме беременных самок,

усилением функций всех физиологических систем, в том числе и кроветворного аппарата. С течением стельности лейкоцитоз беременности нарастает.

Гематокрит крови коров опытной и контрольной групп в начале проведения эксперимента был на 0,36-0,52 % ниже нижнего порога референсных значений, что с учетом периода коров (раздой, стельность) не критично.

Вывод.

Применение жмыха личинки черной львинки в рекомендуемой дозе способствовало повышению надоя коров на 33,7 кг молока или на 1,7 % и не оказало негативного влияния на гематологические профили крови.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряков, Н. П. Кормление высокопродуктивного молочного скота. – Москва : Проспект, 2009 – 416 с.
2. Влияние стартерных комбикормов на общеклинические, иммунологические и биохимические показатели крови телят / Е. Н. Закрепина, Л. Л. Фомина, Е. А. Третьяков, Т. С. Кулакова // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 1(29). – С. 36-45.
3. Косолапов, В. Качество и эффективность кормов / В. Косолапов, А. Фицев, А. Гаганов // Животноводство России, 2010. – № 11. – С. 50-52.
4. Куроедов, А. Особенности выращивания и кормления высокопродуктивных коров: Обзорная информация. – Москва, 1991. – С. 59.
5. Мкртчян, Г. В. Клинические и биохимические показатели крови у коров разных наследственных типов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 3-2(117). – С. 30-34. – DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.043.
6. Мкртчян, Г. В. Показатели биохимического и клинического анализа крови у коров джерсейской породы с разным уровнем белка в молоке / Г. В. Мкртчян // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 2. – С. 153–157. – DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-153-157.
7. Некрасов, Р. В. К вопросу об использовании личинок черной львинки в кормлении животных / Р. В. Некрасов // Комбикорма. – 2024. – № 5. – С. 41-44. – DOI 10.69539/2413-287X-2024-05-4-219.
8. Терещенко, В. А. Оценка морфо-биохимического и антиоксидантного статусов крови ремонтных тёлочек при скормливании хвойно-минеральной добавки / В. А. Терещенко, Ю. Г. Любимова, Е. А. Иванов // Ветеринария и кормление. – 2025. – № 1. – С. 68-73. – DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-14.
9. Третьяков, Е. Молочная продуктивность и качество молока при использовании фитобиотика в кормлении коров / Е. Третьяков, Л. Фомина // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2018. – № 8. – С. 60-63.
10. Филиппова, О. Б. Значение клинического анализа крови для оценки физиологического статуса телят при скормливании фитоминеральной добавки / О. Б. Филиппова, М. И. Сухарев // Наука и образование. – 2021. – Т. 4(2). – С. 210.
11. Makkar H. P. S. State-of-the-art on use of insects as animal feed / H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Henze, P. Ankers // Anim. Feed Sci. Technol. – 2014. – № 197. – pp. 1–33. – <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
12. Sogari G. The potential role of insects as feed: a multi-perspective review / G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, S. Chiesa, L. Gasco // Animals. — 2019. — № 9. — P. 119. — <https://doi.org/10.3390/ani9040119>.

REFERENCES

1. Buryakov, N. P. Kormlenie vysokoproduktivnogo molochnoogo skota – M.: Prospekt, 2009 – 416 s.
2. Vliyanie starternyh kombikormov na obshcheklinicheskie, immunologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi telyat / E. N. Zakrepina, L. L. Fomina, E. A. Tret'yakov, T. S. Kulakova // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2018. – № 1(29). – S. 36-45.
3. Kosolapov, V. Kachestvo i effektivnost' kormov / V. Kosolapov, A. Ficev, A. Gaganov // ZHivotnovodstvo Rossii, 2010. - №11. – S. 50-52.
4. Kuroedov, A. Osobennosti vyrashchivaniya i kormleniya vysokoproduktivnyh korov: Obzornaya informaciya. – M., 1991. – S.59.
5. Mkrтчян, G.V. Klinicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi u korov raznyh nasledstvennyh tipov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2022 № 3-2 (117). S. 30–34. DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.043.
6. Mkrтчян, G.V. Pokazateli biohimicheskogo i klinicheskogo analiza krovi u korov dzhersejskoj porody s raznym urovnem belka v moloke // Vestnik KrasGAU. 2023 № 2 S. 153–157. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-153-157.
7. Nekrasov, R. V. K voprosu ob ispol'zovanii lichinok chernoj l'vinki v kormlenii zhivotnyh / R. V. Nekrasov // Kombikorma. – 2024. – № 5. – S. 41-44. – DOI 10.69539/2413-287X-2024-05-4-219.
8. Tereshchenko, V.A. Ocenka morfo-biohimicheskogo i antioksidantnogo statusov krovi remontnyh tyolok pri skarmlivanii hvojno-mineral'noj dobavki / V.A. Tereshchenko, YU.G. Lyubimova, E.A. Ivanov // Veterinariya i kormlenie. – 2025. – №1. – S. 68-73. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2025-1-14.
9. Tret'yakov, E. Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka pri ispol'zovanii fitobiotika v kormlenii korov / E. Tret'yakov, L. Fomina // Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. – 2018. – № 8. – S. 60-63.
10. Filippova, O.B. Znachenie klinicheskogo analiza krovi dlya ocenki fiziologicheskogo statusa telyat pri skarmlivanii fitomineral'noj dobavki / O.B. Filippova, M.I. Suharev // Nauka i obrazovanie. – 2021. – T.4 (2). – S. 210.
11. Makkar H. P. S. State-of-the-art on use of insects as animal feed / H. P. S. Makkar, G. Tran, V. Henze, P. Ankers // Anim. Feed Sci. Technol. – 2014. – № 197. – pp. 1–33. – <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
12. Sogari G. The potential role of insects as feed: a multi-perspective review / G. Sogari, M. Amato, I. Biasato, S. Chiesa, L. Gasco // Animals. — 2019. — № 9. — P. 119. — <https://doi.org/10.3390/ani9040119>.

Информация об авторах

1. **Третьяков Евгений Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заместитель директора по научной работе, ведущий научный сотрудник технологического отдела Северо-западного научно-исследовательского института имени А. С. Емельянова, ФГБУН «Вологодский научный центр» РАН, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Ленина, д. 14, Вологодская область, Россия; e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru.

2. **Мирошкин Андрей Николаевич**, главный зоотехник, АО «Важское», 165136, с. Благовещенское, ул. Глазачева, д. 9, Архангельская область, Россия; e-mail: ferma@vazhskoe.ru.

3. **Механикова Марина Вениаминовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой зоотехнии и биологии, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2, Вологодская область, Россия; e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru.

Information about the authors

1. **Tretyakov Evgeny Alexandrovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work, Senior Researcher at the Technological Department of the Northwestern Research Institute named after A. S. Yemelyanov, Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 160555, Vologda, Molochnoye village, Lenin St., 14, Vologda Region, Russia; e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru.

2. **Miroshkin Andrey Nikolaevich**, Chief Zootechnician, JSC Vazhskoye, 165136, Blagoveshchenskoye village, Glazacheva St., 9, Arkhangelsk Region, Russia; e-mail: ferma@vazhskoe.ru.

3. **Mekhanikova Marina Veniaminovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Animal Science and Biology, Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin, 160555, Vologda, Molochnoye village, Schmidt St., 2, Vologda Region, Russia; e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru.

Вклад авторов

Третьяков Е. А. – определение цели исследования, организация и проведение исследования, научное руководство исследованием, анализ результатов исследования, написание статьи.

Мирошкин А. Н. – организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Механикова М. В. – проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Tretyakov E. A. – definition of the purpose of research, organization and conduct of research, scientific guidance of research, analysis of research results, writing an article.

Miroshkin A. N. – organization and conduct of research, analysis of research results, writing an article.

Mekhanikova M. V. – conducting research, analyzing research results, writing an article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 20.05.2025. Одобрена после рецензирования 02.08.2025. Дата опубликования 29.09.2025.

The article was received by the editorial office 20.05.2025. Approved after review on 02.08.2025. Date of publication: 29.09.2025.