



Научная статья/Research article

УДК 619:636.2.034

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-113-122

Наталья Ивановна Ярован^{1✉}, Наталья Анатольевна Комиссарова²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия

¹n.yarovan@yandex.ru

²hlybova88@mail.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ И ОКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА У КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ ИЗ САБЕЛЬНИКА И КЛЮКВЫ

Цель исследования – изучение влияния использования растительной композиции из сабельника болотного и клюквы дикорастущей в кормлении высокопродуктивных коров со стрессиндуцированными нарушениями в условиях промышленного комплекса на показатели адаптационных процессов, включая оксидантно-антиоксидантную систему, гормон кортизол и морфологические показатели крови у коров. Задачи: изготовить растительную композицию на основе сабельника болотного и клюквы дикорастущей путем перемешивания компонентов и повторного их измельчения до размера частиц около 5–7 мм; изучить гематологические показатели и оксидантно-антиоксидантный статус у коров, содержащихся в условиях промышленного комплекса, влияние растительной композиции на морфологические показатели и лейкоцитарную формулу крови высокопродуктивных коров при промышленном стрессе и растительной композиции на основе сабельника и клюквы на антиоксидантный статус и показатель кортизола у высокопродуктивных коров в условиях промышленного стресса. Объект исследования – коровы голштинизированной породы, содержащиеся в стрессогенных условиях промышленного комплекса. У коров, получавших только основной рацион, были выявлены отклонения от нормы в содержании эритроцитов, показателях среднего содержания гемоглобина в эритроците и средней концентрации гемоглобина в эритроците, а также уровнях нейтрофилов и эозинофилов, а в сыворотке крови установлено высокое содержание малонового диальдегида и низкое содержание церулоплазмينا, что подтверждало наличие окислительного стресса. Введение дополнительно к основному рациону коров композиции из сабельника болотного и клюквы положительно отразилось на морфологии крови исследуемых животных опытной группы. К 21-м сут опыта у животных данной группы уровень эозинофилов составил $(5,2 \pm 0,98) \%$, нейтрофилов – $(35,40 \pm 0,92) \%$, эритроцитов – $(5,77 \pm 0,1) \cdot 10^{12}/л$, средняя концентрация гемоглобина в эритроците – $(36,01 \pm 0,72) г/дл$, церулоплазмينا – $(2,2 \pm 0,13) мкмоль/л$, что соответствовало референтным значениям.

Ключевые слова: сабельник болотный, клюква, малоновый диальдегид, промышленный стресс, морфологические показатели крови, высокопродуктивные коровы, окислительный стресс, кортизол

Для цитирования: Ярован Н.И., Комиссарова Н.А. Морфологический состав крови и оксидантно-антиоксидантная система у коров при использовании растительной композиции из сабельника и клюквы // Вестник КрасГАУ. 2025. № 9. С. 113–122. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-113-122.

Natalia Ivanovna Yarovan^{1✉}, Natalia Anatolyevna Komissarova²

^{1,2}Orel State Agrarian University, named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

¹n.yarovan@yandex.ru

²hlybova88@mail.ru

MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF BLOOD AND OXIDANT-ANTIOXIDANT SYSTEM IN COWS USING A PLANT COMPOSITION OF MARSH CINQUEFOIL AND CRANBERRY

The aim of the study is to investigate the effect of using a herbal composition of marsh cinquefoil and wild cranberry in feeding highly productive cows with stress-induced disorders in an industrial complex on the parameters of adaptation processes, including the oxidant-antioxidant system, the hormone cortisol and morphological parameters of blood in cows. Objectives: to prepare a herbal composition based on marsh cinquefoil and wild cranberry by mixing the components and re-grinding them to a particle size of about 5–7 mm; to study hematological parameters and oxidant-antioxidant status in cows kept in an industrial complex, the effect of the herbal composition on morphological parameters and the leukocyte count of blood in highly productive cows under industrial stress and the herbal composition based on marsh cinquefoil and cranberry on the antioxidant status and cortisol index in highly productive cows under industrial stress. The object of the study is Holsteinized cows kept in stressful conditions of an industrial complex. In cows fed only the basic diet, abnormalities in red blood cell counts, mean corpuscular hemoglobin content, and mean corpuscular hemoglobin concentration, as well as neutrophil and eosinophil levels were detected, while high malonic dialdehyde and low ceruloplasmin levels were detected in the blood serum, confirming the presence of oxidative stress. The addition of a marsh cinquefoil and cranberry composition to the basic diet of cows had a positive effect on the blood morphology of the animals in the experimental group. By the 21st day of the experiment, the level of eosinophils in animals of this group was $(5.2 \pm 0.98) \%$, neutrophils - $(35.40 \pm 0.92) \%$, erythrocytes – $(5.77 \pm 0.1) \cdot 10^{12}/l$, the average concentration of hemoglobin in an erythrocyte was $(36.01 \pm 0.72) \text{ g/dl}$, ceruloplasmin – $(2.2 \pm 0.13) \mu\text{mol/l}$, which corresponded to the reference values.

Keywords: marsh cinquefoil, cranberry, malondialdehyde, industrial stress, morphological parameters of blood, high-yielding cows, oxidative stress, cortisol

For citation: Yarovan NI, Komissarova NA. Morphological composition of blood and oxidant-antioxidant system in cows using a plant composition of marsh cinquefoil and cranberry. *Bulletin of KSAU*. 2025;(9):113-122. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-113-122.

Введение. Интенсификация технологии молочного скотоводства сопровождается увеличением частоты встречаемости патологических состояний у животных и снижением их резистентности. Снижение резистентности у них происходит за счет развития иммуносупрессивных состояний, вызванных технологическим стрессом [1].

В результате развития у коров на фоне стрессиндуцированной технологии ведения животноводства состояния стресса, характеризующегося активацией перекисного окисления липидов (ПОЛ), возрастает функциональная нагрузка на систему антиоксидантной защиты и происходит ее дестабилизация, выраженная в

несостоятельности отдельных звеньев антиоксидантной системы. Накопление в организме коров конечных и промежуточных токсических продуктов ПОЛ негативно отражается на активности мембраносвязанных ферментов, структуре и функции митохондрий, рибосом и эндоплазматического ретикулума. Вследствие этого нарушается обеспечение пластической и энергетической функций организма, при этом развитие процессов общего звена адаптации сопровождается усилением неспецифического патогенетического звена большинства заболеваний.

Прямое иммуносупрессивное действие стресса заключается в угнетении факторов клеточного и гуморального иммунитета за счет на-

копления в организме продуктов ПОЛ, а именно за счет нарушения высокоактивными продуктами перекисного окисления липидов структур клеточных мембран фагоцитов и снижения ферментативной активности неспецифических гуморальных факторов иммунитета белковой природы из-за окисления SH-групп [2].

Реакция на стрессовое воздействие сопровождается у коров нейрогормональными изменениями и реализуется через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось (ГГН) и вегетативную нервную систему [3, 4]. Усиление активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси является определяющим фактором при реализации процессов адаптации у сельскохозяйственных животных в условиях стресса. Вследствие активизации ГГН происходит увеличение содержания в крови животных гормонов адреналина, кортикотропина и глюкокортикоидов, которые при оптимальных адаптационных возможностях мобилизуют энергетические и пластические резервы организма. Пластические соединения в первую очередь мобилизуются из тканей селезенки, костного мозга, лимфатических желез и тимуса, воздействие на которые кортикотропина и кортизола вызывает изменения в морфологических показателях крови [4].

Для поддержания морфологического состава крови у коров на определенном уровне и в определенных соотношениях клеток, отражающего физиологическое состояние организма, степень его реактивности и устойчивости к действию внешней среды, требуется дополнительное применение средств адаптогенного действия [5].

В настоящее время в промышленном животноводстве все чаще используются кормовые добавки комплексного действия различного происхождения. Наиболее перспективным является растительное сырье, так как оно обладает меньшей токсичностью, лучшей усвояемостью и его можно применять длительный срок без побочных эффектов по сравнению с синтетическими препаратами [6]. Поиск сырья для таких добавок и исследование его фармакологического действия являются актуальной задачей.

В качестве сырья для создания препарата адаптогенного действия, на наш взгляд, можно использовать растительную композицию из сабельника болотного и дикорастущей клюквы, учитывая разный механизм действия входящих в композицию антиоксидантов.

Сабельник является источником полифенольных соединений, обладающих антиоксидантным и стресспротекторным действием [7–9]. Согласно современным исследованиям, в состав фенольных соединений сабельника болотного *Comarum palustre* L. входят фенолкарбоновые кислоты, кумарины, флавоноиды и дубильные вещества. Учеными клинически было доказано, что препараты на основе сабельника также обладают иммуномодулирующим эффектом [10].

Плоды клюквы обладают антиоксидантным действием, которое обусловлено содержанием в них резвератрола, антоцианов, витамина С и других соединений антисвободно-радикального действия [7, 11]. В научной литературе отмечается, что введение клюквы в рацион коров положительно влияет на морфологические показатели крови [12]. Ягоды клюквы содержат большую концентрацию витамина С – около 12–20 мг% [7]. Известно, что витамин С способствует усилению фармакологического действия полифенольных соединений и защите полифенолов от окисления [13]. Поэтому плоды клюквы в составе растительной композиции будут снижать негативное окислительное воздействие, вызываемое изменениями окружающей среды (изменение температуры, pH, концентрации кислорода и интенсивности света), на полифенолы, тем самым сохраняя структуру этих соединений и их фармакологические свойства [11].

Цель исследования – изучение влияния использования растительной композиции из сабельника болотного и клюквы дикорастущей в кормлении высокопродуктивных коров со стрессиндуцированными нарушениями в условиях промышленного комплекса на показатели адаптационных процессов, включая оксидантно-антиоксидантную систему, гормон кортизол и морфологические показатели крови у коров.

Задачи: изготовить растительную композицию на основе сабельника болотного и клюквы дикорастущей путем перемешивания компонентов и повторного их измельчения до размера частиц около 5–7 мм; изучить гематологические показатели и оксидантно-антиоксидантный статус у коров, содержащихся в условиях промышленного комплекса; влияние растительной композиции на морфологические показатели и лейкоцитарную формулу крови высокопродуктивных коров при промышленном стрессе; на антиоксидантный статус и показатель кортизола у

высокопродуктивных коров в условиях промышленного стресса.

Объекты и методы. Исследования выполнялись в период с 2018 по 2024 г. на базе промышленного комплекса ООО «Маслово», в лабораториях кафедры биотехнологии и химии

имени профессора Н.Е. Павловской и в условиях инновационного научно-исследовательского испытательного центра ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина. Схема проведенного эксперимента представлена на рисунке.

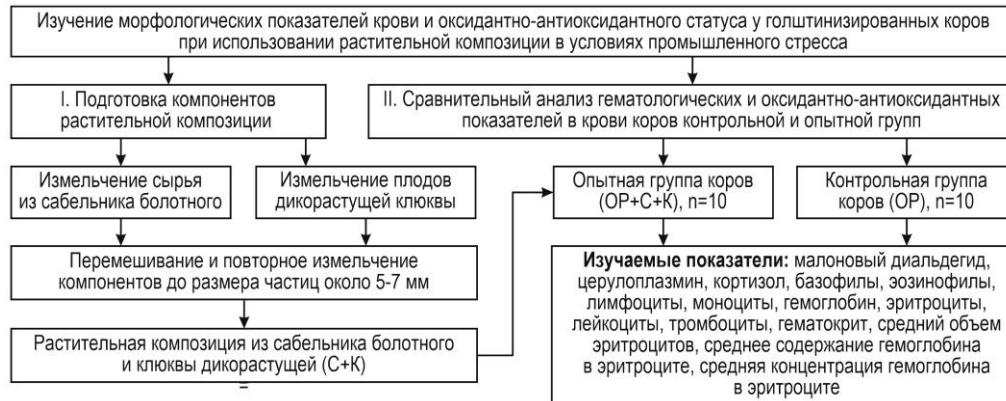


Схема проведенного эксперимента
Scheme of the experiment

Для коррекции нарушений в оксидантно-антиоксидантном статусе и гематологических показателях крови у исследуемых коров было изучено влияние скармливания в течение 21 суток растительной композиции из измельченной высушенной травы сабельника болотного и измельченных плодов дикорастущей клюквы из расчета 1 г каждого растительного компонента на 1 кг живого веса (т. е. общая доза – 2 г растений на 1 кг веса), изготовленной следующим способом: растительные компоненты перемешивали и повторно измельчали до размера частиц около 5–7 мм.

Растительное сырье из сабельника болотного и плоды клюквы дикорастущей заготавливали на территории Республики Коми. Свежий сабельник сушили на открытом воздухе в тени, а плоды дикорастущей клюквы замораживали при температуре -18°C и влажности 50–55 %, далее ягоды хранили при тех же температурных и влажностных параметрах.

Объект исследования – коровы голштинизированной породы, содержащиеся в стрессогенных условиях промышленного комплекса ООО «Маслово».

Были сформированы 2 группы по 10 голов в каждой: 1-я – контрольная группа коров, получавших основной рацион хозяйства (ОР), 2-я – опытная группа, в которой дополнительно к основному рациону коровам давали композицию

из 1 г измельченной высушенной травы сабельника болотного и 1 г плодов клюквы дикорастущей, в общей дозе 2 г на 1 кг живого веса (ОР+С+К).

Все группы животных формировались с учетом их физиологического состояния по принципу пар-аналогов. Условия ухода, кормления и содержания у исследуемых коров были одинаковыми.

Для оценки состояния высокопродуктивных коров анализировали кровь и сыворотку крови. Кровь для исследований отбирали у коров в утренние часы перед кормлением из яремной вены, соблюдая все правила асептики и антисептики.

Для изучения оксидантного статуса у исследуемых коров определяли содержание малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови с помощью метода Э.Н. Коробейниковой (1989) по реакции с тиобарбитуровой кислотой. Антиоксидантный статус животных оценивали по уровню основного антиоксиданта плазмы крови – церулоплазмину (ЦП) с помощью экспресс-метода по Э.В. Тэну (1981). Кортизол определяли в лаборатории «Vet Union» (г. Москва).

Гематологические показатели (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, содержание гемоглобина, гематокрит, средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците, средняя концентрация гемоглобина

в одном эритроците, моноциты, базофилы, эозинофилы, лимфоциты, нейтрофилы) определяли в цельной крови с помощью гематологического анализатора DH36-Vet.

Полученные опытные данные статистически обработаны и представлены в статье в виде $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое, SD – среднеквадратичное отклонение. Достоверность отличий между средними величинами в разных группах животных устанавливали с помощью критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. В ходе гематологических исследований у коров, получавших только основной рацион, были выявлены отклонения от нормы в содержании эритроцитов, показателях среднего содержания гемоглобина в эритроците и средней концентрации гемоглобина в эритроците, а также уровнях нейтрофилов и эозинофилов, а в сыворотке крови

установлено высокое содержание малонового диальдегида и низкое содержание церулоплазмينا, что подтверждало наличие окислительного стресса.

Введение дополнительно к основному рациону коров композиции из сабельника болотного и плодов клюквы дикорастущей положительно отразилось на морфологии крови исследуемых животных опытной группы. Отмечалось положительное влияние растительной смеси на уровень моноцитов, эозинофилов, нейтрофилов и эритроцитов, а также на следующие показатели: гематокрит, средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците. Морфологические показатели крови у коров контрольной (ОР) и опытной (ОР+С+К) групп представлены в таблице 1.

Таблица 1

Морфологические показатели крови у коров контрольной (ОР) и опытной (ОР+С+К) групп при технологическом стрессе (ООО «Маслово»)

Morphological parameters of blood cows in control (OP) and experimental (OP+C+K) groups under technological stress (Ltd "Maslovo")

Показатель	Референтные значения [14]	Группа животных			
		контрольная (ОР)		опытная (ОР+С+К)	
		1-е сутки опыта	21-е сутки опыта	1-е сутки опыта	21-е сутки опыта
Гемоглобин, г/л	90–115	101,84±1,5	103,07±0,52	102,48±1,38	110,52±1,03*
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,5–8,5	5,16±0,1	5,11±0,09	5,15±0,07	5,77±0,1*
Лейкоциты, $10^9/л$	4,0–12,0	9,53±0,13	9,64±0,09	9,68±0,11	9,29±0,07*
Тромбоциты, $10^9/л$	260–700	348,80±15,84	362,60±14,77	369,50±10,97	369,00±8,69
Гематокрит, %	24–46	26,70±1,62	27,60±1,11	26,70±0,64	30,70±0,64*
Средний объем эритроцитов, фл.	40,0–60,0	51,78±3,5	54,04±2,61	51,86±1,72	53,21±1,04*
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	11,0–17,0	19,74±5,7	20,18±5,81	19,9±0,37	19,16±0,3*
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/дл	30,0–36,0	38,29±11,27	37,40±10,84	38,4±1,04	36,01±0,72*

Примечания: $p < 0,05$ относительно контрольной группы коров, получающих только основной рацион (ОР).

Из таблицы 1 видно, что у исследуемых коров обеих групп в начале эксперимента содержание эритроцитов было ниже нормы, у коров, получающих только основной рацион, оставалось таковым на протяжении всего эксперимента.

У коров опытной группы, получающих дополнительно к основному рациону растительную

смесь из сабельника и клюквы, к 21-м суткам опыта отмечалось повышение количества эритроцитов на 40 % ($p < 0,05$), относительно контрольной группы коров (ОР), что соответствовало нижней границе референтных значений.

Уровни гемоглобина и лейкоцитов у коров обеих группы на начало эксперимента находи-

лись в пределах референтных значений. Однако к концу эксперимента у коров опытной группы наблюдалось увеличение содержания гемоглобина на 6 % ($p < 0,05$) и снижение лейкоцитов на 4 % ($p < 0,05$) относительно контрольной группы коров, получавших только основной рацион (ОР).

Среднее содержание гемоглобина в эритроците в начале эксперимента в обеих группах было выше нормы. При введении в рацион коров опытной группы композиции из сабельника болотного и дикорастущей клюквы среднее содержание гемоглобина в эритроците к 21-м суткам снижалось на 6 % ($p < 0,05$), тогда как у коров контрольной группы этот показатель оставался все еще выше нормы.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроците у коров, получающих только основной рацион, на протяжении всего эксперимента находилась выше нормальных значений. При введении в рацион коров опытной группы композиции из сабельника болотного и дикорастущей клюквы средняя концентрация гемоглобина в эритроците к концу эксперимента приближалась к верхней границе нормы и составила $(36,01 \pm 0,72)$ г/дл, что на 4 % ($p < 0,05$) ниже данного показателя у коров контрольной группы.

В исследуемых пробах крови количество тромбоцитов у опытной группы коров оставалось сопоставимым с показателями контрольной группы на всех этапах эксперимента. Согласно современным исследованиям, при усилении перекисного окисления липидов происходит активация сосудисто-тромбоцитарного гемостаза и ускорение процессов свертывания крови [15, 16]. Однако биологически активные компоненты растительного происхождения могут модулировать данный процесс, в частности за счет проявления антисвободнорадикальных свойств [8, 17], которыми обладают препараты на основе сабельника болотного [8]. Этим фактом можно объяснить стабильность тромбоцитарных показателей в течение 21 дня эксперимента в опытной группе коров.

Таким образом, на основании анализа полученных экспериментальных показателей и литературных данных по исследованию изучаемой нами темы можно сделать вывод, что повышение количества эритроцитов и гемоглобина в крови коров опытной группы является одним из признаков оптимизации метаболических процессов в организме. Увеличение гематокрита у

коров, получающих растительную композицию из сабельника болотного и клюквы, показывает, что смесь стимулирует гемопоэз.

Относительное снижение лейкоцитов в крови коров опытной группы (установленное ранее как высокое) к концу эксперимента показывает, что у животных происходит восстановление функции иммунной системы и повышение их естественной резистентности.

При развитии стресс-реакции у коров происходят изменения в лейкоцитарной формуле, которые выражаются в нейтрофилезе и эозинопении. При промышленном стрессе отмечается динамика белых клеток крови, при этом увеличивается количество сегментоядерных нейтрофилов из-за нарушения функционирования костного мозга и выброса в кровь низко дифференцированных нейтрофилов со слабой фагоцитарной активностью [18].

Изменения в лейкоцитарной формуле при использовании растительной композиции из сабельника болотного и клюквы дикорастущей в контрольной и опытной группах представлены в таблице 2.

Согласно анализу таблицы 2, в крови коров обеих групп в начале опыта содержание нейтрофилов было выше нормы. При этом у коров контрольной группы данная тенденция сохранялась весь период эксперимента. При введении дополнительно к основному рациону композиции из сабельника болотного и клюквы дикорастущей уровень нейтрофилов в крови коров опытной группы нормализовался и к концу эксперимента составил $(35,40 \pm 0,92)$ %, что на 15 % ($p < 0,05$) было ниже, чем в контрольной группе.

Количество эозинофилов на протяжении всего опыта в крови высокопродуктивных коров контрольной группы и в начале эксперимента у коров опытной группы было ниже нормы. В литературных источниках отмечается, что снижение содержания эозинофилов говорит об усилении деятельности коры надпочечников и функционального напряжения в организме [19]. Введение в рацион коров опытной группы композиции из сабельника и клюквы способствовало к 21-м суткам опыта увеличению эозинофилов на 40 % ($p < 0,05$) относительно контрольной группы коров (ОР), что приблизило их количество к нижней границе нормы. Увеличение эозинофилов у коров опытной группы косвенно указывает на снижение напряжения в организме животных.

Сравнительный анализ лейкоцитарной формулы крови у коров контрольной (ОР) и опытной (ОР+С+К) групп при технологическом стрессе (ООО «Маслово»), %
Comparison analysis of leukocyte profile of blood cows in control (OP) and experimental (OP+C+K) groups under technological stress (Ltd “Maslovo”), %

Показатель	Референтные значения [14]	Группа животных			
		контрольная (ОР)		опытная (ОР+С+К)	
		1-е сутки опыта	21-е сутки опыта	1-е сутки опыта	21-е сутки опыта
Лимфоциты	40–65	51,60±1,50	51,20±1,72	53,50±1,5	55,0±1,34*
Нейтрофилы	30–36	41,00±11,84	41,40±11,95	40,50±1,43	35,40±0,92*
Эозинофилы	6–8	3,20±1,08	3,10±0,83	3,40±0,66	5,20±0,98*
Моноциты	2–7	3±1,18	2,4±0,92	1,40±0,49	2,9±0,98*
Базофилы	0,1–2,0	1,2±0,4	1,3±0,46	1,20±0,4	1,40±0,49

Содержание лимфоцитов у коров обеих групп на начало эксперимента находилось в пределах нормы. При введении в рацион опытной группы коров растительной композиции к концу эксперимента отмечалось увеличение содержания лимфоцитов на 7 % ($p < 0,05$) относительно контрольной группы, что, по мнению Д.И. Березиной, косвенно может указывать на снижение синтеза кортикостероидов и повышение активности процессов адаптации [20].

На начало эксперимента содержание моноцитов в обеих группах находилось в пределах нормы. К 21-м суткам эксперимента в обеих группах уровень моноцитов также оставался в пределах референтных значений. Однако внутри опытной группы наблюдались изменения в количестве моноцитов, заключающиеся в увеличении их в 2 раза на 21-й день опыта относительно начала эксперимента.

Изменения в морфологических показателях крови у коров обеих групп в начале эксперимента были вызваны окислительным стрессом у животных, что было подтверждено многократным повышением количества малонового диальдегида в сыворотке крови и снижением уровня церулоплазмينا относительно нормальных значений. Применение растительной композиции из сабельника болотного и плодов клюквы дикорастущей в кормлении коров способствовало нормализации оксидантно-антиоксидантной системы, т. е. снижению нарушений, вызванных окислительным стрессом. Влияние предлагаемой композиции на оксидантно-антиоксидантный статус и содержание кортизола у коров контрольной и опытной групп представлено в таблице 3.

Анализ таблицы 3 показал, что к концу эксперимента (21-е сутки) уровень малонового диальдегида в крови коров контрольной группы, не получавших растительную композицию, оставался высоким и был выше в 7,2 раза относительно верхней границы нормы, равной 0,4 мкмоль/л, и выше в 9,5 раза нижней границы нормы, равной 0,3 мкмоль/л, соответственно. При этом уровень церулоплазмينا был ниже на 0,33 и 0,79 мкмоль/л относительно нижнего (1,6 мкмоль/л) и верхнего (1,84 мкмоль/л) диапазонов нормы.

К 21-м суткам опыта у коров, получавших помимо основного рациона растительную композицию из сабельника болотного и клюквы дикорастущей, уровень малонового диальдегида был ниже в 5,6 раза ($p < 0,05$), чем в контроле, и составил $(0,51 \pm 0,15)$ мкмоль/л. Уровень церулоплазмينا у коров опытной группы (ОР+С+К) к концу эксперимента составил $(2,2 \pm 0,13)$ мкмоль/л, что на 31 % ($p < 0,05$) выше, чем в контрольной группе.

При окислительном стрессе у коров обеих групп отмечалось увеличение содержания кортизола в сыворотке крови. Данный показатель у коров контрольной группы к концу эксперимента приближался к верхней границе нормы (90 нмоль/л) и составил $(88,1 \pm 3,2)$ нмоль/л. На конец эксперимента у коров опытной группы при введении дополнительно к основному рациону растительной смеси из сабельника и клюквы уровень кортизола составил $(61,18 \pm 0,58)$ нмоль/л, что ниже на 30,6 % ($p < 0,05$) таковых значений у коров контрольной группы.

Показатели оксидантно-антиоксидантного статуса и кортизола у высокопродуктивных коров контрольной (ОР) и опытной (ОР+С+К) групп при технологическом стрессе (ООО «Маслово»)
Indicators of oxidant-antioxidant status and cortisol levels in highly productive cows in control (OP) and experimental (OP+C+K) groups under technological stress (Ltd “Maslovo”)

Показатель	Референтные значения	Группа животных			
		контрольная (ОР)		опытная (ОР+С+К)	
		1-е сут опыта	21-е сут опыта	1-е сут опыта	21-е сут опыта
МДА, мкмоль/л	0,3–0,4	2,15±0,21	2,86±0,11	2,24±0,25	0,51±0,15*
ЦП, мкмоль/л	1,6–1,84	1,72±0,16	1,51±0,83	1,48±0,04	2,2±0,13*
Кортизол, нмоль/л	26–90	88,3±1,52	88,1±3,2	85,1±0,37	61,18±0,58*

Закключение. Введение в рацион коров растительной смеси из сабельника болотного и дикорастущей клюквы способствует нормализации лейкоцитарной формулы у животных, что позволяет предположить положительное влияние предлагаемой добавки на иммуносупрессивное состояние. При использовании предлагаемой

добавки также наблюдается снижение окислительного стресса у коров при промышленном содержании, подтверждающееся уменьшением содержания малонового диальдегида и повышением активности антиоксиданта церулоплазмина.

Список источников

1. Усевич В.М., Дрозд М.Н., Баркова А.С. Эффективность кормовой минеральной добавки в профилактике иммунодефицитных состояний у телят // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. Т. 62, № 3. С.168–174. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-2-168-174. EDN: YFQGM D.
2. Рецкий М.И., Бузлама В.С., Шахов А.Г. Значение антиоксидантного статуса в адаптивной гетерогенности и иммунологической резистентности животных // Ветеринарная патология. 2003. Т. 6, № 2. С. 63–65. EDN: HSOBWH.
3. Салухов В.В., Харитонов М.А., Варавин Н.А., и др. Влияние стресса на гемостаз // Consilium Medicum. 2023. Т. 25, № 2. С. 91–94. DOI: 10.26442/20751753.2023.2.202183. EDN: UMERGA.
4. Прохоров И.П. Шошина Ю.В. Влияние различных систем содержания на морфологический состав крови бычков при интенсивном выращивании и откорме // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2022. Т. 67, № 2. С. 99–110. DOI: 10.24412/2078-1318-2022-2-99-110. EDN: XSOIXU.
5. Донник И.М., Дерхо М.А., Харлап С.Ю. Клетки крови как индикатор активности стресс-реакций в организме цыплят // Аграрный вестник Урала. 2015. Т. 135, № 5. С. 68–71. EDN: UFZLET.
6. Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т.106, № 2. С. 152–175. DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-152. EDN: TGUYIU.
7. Бобрик Т.В. Некоторые биологически активные вещества и микроэлементы в лекарственных растениях белорусского Полесья // Веснік МДПУ імя І. П. Шамякіна. 2006. Т. 15, № 2. С. 42–48.
8. Сергун В.П., Буркова В.Н., Береславец Е.А и др. Пищевые функциональные системы: специализированный продукт для коррекции обменных нарушений при аменорее // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2024. № 3. С. 42–51. DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51. EDN: ZDXPWR.
9. Dimins F., Mikelsone V., Kaneps M. Antioxidant characteristics of Latvian herbal tea types // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences. 2013. Vol. 67, № 4/5. P. 433–436.

10. Стругар Й., Повыдыш М.Н. Химические компоненты *Comarum palustre* L. и их биологическая активность // Пульс. 2020. Т. 22, № 12. С. 126–140. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-12-126-140. EDN: HGKMWW.
11. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н. Биологически активные вещества бузины: свойства, методы извлечения и сохранения // Пищевые системы. 2023. Т. 6, №1 (6). С. 80–94. DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-1-80-94. EDN: BDOJAW.
12. Афанасьева А.И., Сарычев В.А., Смеян Д.А. Морфологический статус крови и показатели роста телят раннего постнатального периода при использовании фитоадаптогенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. Т. 214, № 8. С. 51–58. DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-51-58. EDN: KEIBXJ.
13. Лютикова М.Н. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы // Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 5–27. EDN: VCLMXZ.
14. Амиров Д.Р., Тамимдаров Б.Ф., Шагеева А.Р. Клиническая гематология. Казань: Центр информационных технологий КГАВМ, 2020. 134 с.
15. Салухов В.В., Харитонов М.А., Варавин Н.А. и др. Влияние стресса на гемостаз // Consilium Medicum. 2023. Т. 25, № 2. С. 91–94. DOI: 10.26442/20751753.2023.2.202183. EDN: UMERGA.
16. Иванова А.С., Касяник М.Л. Влияние катехоламинов на показатели гемостаза при ишемической болезни сердца // Вестник восстановительной медицины. 2022. Т. 21, № 3. С. 129–136. DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-3-129-136. EDN: ENSDQJ.
17. Ажунова Т.А., Лубсандоржиева П.Б. Фармакотерапевтическая эффективность растительного средства при нарушениях гемостаза, вызванных циклофосфамидом // Байкальский медицинский журнал. 2015. Т. 133, № 2. С. 109–111. EDN: UDXUMV.
18. Ярован Н.И., Ивлева Н.А. Влияние болюса на основе прополиса и родиолы розовой на лейкоцитарную формулу крови у коров при адаптации к условиям стрессогенной промышленной технологии // Вестник аграрной науки. 2023. Т. 102, № 3. С. 113–119. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.3.113. EDN: RTWKSX.
19. Сотникова Е.Д. Изменения в системе крови при стрессе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2009. № 1. С. 50–55. EDN: JYIGIT.
20. Березина Д.И. Изменения в морфологическом составе крови телят при индуцированном гормонами стрессе. В сб.: VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам». Вологда-Молочное, 2021. С. 10–15. EDN: NDYGUL.

References

1. Usevich VM, Drozd MN, Barkova AS. Effectiveness of a feed mineral additive in prevention of immunodeficiencies of calves. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2023;3(65):168-174. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2023-2-168-174. EDN: YFQGMD.
2. Reczkij MI, Buzlama VS, Shaxov AG. Znachenie antioksidantnogo statusa v adaptivnoj geterogennosti i immunologicheskoy rezistentnosti zhivotnyh. *Russian journal of veterinary pathology*. 2003;2(6):63-65. (In Russ.). EDN: HSOBWH.
3. Saluhov VV, Haritonov MA, Varavin NA, et al. Impact of stress on hemostasis: a review. *Consilium Medicum*. 2023;2(25):91-94. (In Russ.). DOI: 10.26442/20751753.2023.2.202183. EDN: UMERGA.
4. Prohorov IP, Shoshina YV. The influence of various keeping systems on the morphological blood composition of bulls during their intensive raising and fattening. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2022;2(67):99-110. (In Russ.). DOI: 10.24412/2078-1318-2022-2-99-110. EDN: XSOIXU.
5. Donnik IM, Derho MA, Harlap SY. Blood cells as the indicator of activity of stress-reaktsiy in the organism of chickens. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2015;5(135):68-71. EDN: UFZLET.
6. Popova GM, Nurzhanov BS, Duskaev GK. About the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals. *Animal husbandry and fodder production*. 2023;2(106):152-175. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-106-2-152. EDN: TGUYIU.
7. Bobrik TV. Nekotory'e biologicheski aktivny'e veschestva i mikroe'lementy` v lekarstvenny'h rasteniyah belorusskogo Poles'ya. *Vesnik MDPU imya I. P. Shamyakina*. 2006;2(15):42-48. (In Russ.).

8. Sergun VP, Burkova VN, Bereslavec EA, et al. Functional food systems: a natural biocomplex for the correction of metabolic disorders in age-associated diseases. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2024;3:42-51. (In Russ.). DOI: 10.24412/2311-6447-2024-3-42-51. EDN: ZDXPWR.
9. Dimins F, Mikelsons V, Kaneps M. Antioxidant characteristics of Latvian herbal tea types. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*. 2013;4/5(67):433-436. (In Russ.).
10. Strugar J, Povydish MN. Chemical components of *Comarum palustre* L. and their biological activity. *Pulse*. 2020;12(22):126-140. (In Russ.). DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-12-126-140. EDN: HGKMWW.
11. Burak LCh, Sapach AN. Biologically active substances of elder: properties, methods of extraction and preservation. *Food systems*. 2023;1(6):80-94. (In Russ.). DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-1-80-94. EDN: BDOJAW.
12. Afanas`eva AI, Sary`chev VA, Smeyan DA. Blood morphological status and growth rates of calves in the early postnatal period when using phyto-adaptogens. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2022;8(214):51-58. (In Russ.). DOI: 10.53083/1996-4277-2022-214-8-51-58. EDN: KEIBXJ.
13. Lyutikova MN. Himicheskij sostav i prakticheskoe primeneniye yagod brusniki i klyukvy`. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2015;2:5-27. (In Russ.). EDN: VCLMXZ.
14. Amirov DR, Tamimdarov BF, Shageeva AR. *Klinicheskaya gematologiya*. Kazan`: Centr informacionny`h tehnologij KGAVM, 2020. 134 p. (In Russ.).
15. Salukhov VV, Kharitonov MA, Varavin NA, et al. Impact of stress on hemostasis: A review. *Consilium Medicum*. 2023;25(2):91-94. (In Russ.). DOI: 10.26442/20751753.2023.2.202183. EDN: UMERGA.
16. Ivanova AS, Kasyanik ML. Effect of Catecholamines on Haemostasis Indicators in Coronary Heart Disease. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022;21(3):129-136. (In Russ.). DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-3-129-136.
17. Azhunova TA, Lubsandorzhiyeva PB. Pharmacotherapeutic efficiency of herbal remedy in cyclophosphamide induced hemostasis damage. *Baikal Medical Journal*. 2015;133(2):109-111. (In Russ.). EDN: UDXUMV.
18. Yarovan NI, Ivleva NA. The effect of bolus based on propolis and rhodiola rosea on the leukocyte formula of blood in cows when adapting to the conditions of stressful industrial technology. *Bulletin of agrarian science*. 2023;3(102):113-119. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.3.113. EDN: RTWKSV.
19. Sotnikova ED. Changes in blood system at stress. *RUDN journal of agronomy and animal industries. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*. 2009;1:50-55. (In Russ.). EDN: JYIGIT.
20. Berezina DI. Izmeneniya v morfologicheskom sostave krovi tilyapij pri inducirovannom gormonami strese. In: *VI Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem «Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam»*. Vologda-Molochnoe; 2021. P. 10–15. (In Russ.). EDN: NDYGUL.

Статья принята к публикации 09.09.2025 / The article accepted for publication 09.09.2025.

Информация об авторах:

Наталья Ивановна Ярован¹, заведующая кафедрой химии и биотехнологии им. Н.Е. Павловской, доктор биологических наук, профессор

Наталья Анатольевна Комиссарова², соискатель, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Natalia Ivanovna Yarovan¹, Head of the Department of Chemistry and Biotechnology named after N.E. Pavlovskaya, Doctor of Biological Sciences, Professor

Natalia Anatolyevna Komissarova², applicant, Candidate of Biological Sciences

