

УДК 636.4.084.5.

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47

В.В. Зайцев¹

Н.В. Боголюбова²

В.П. Короткий³

Л.М. Зайцева¹

К.А. Кичапов¹

В.А. Рыжов³ ✉

¹Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Самарская обл., Россия

²Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия

³ООО Научно-технический центр «Химинвест», Нижний Новгород, Россия

✉ woodnn@yandex.ru

Поступила в редакцию: 07.02.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 25.06.2025

© Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47

Vladimir V. Zaitsev¹

Nadezhda V. Bogolyubova²

Vasily P. Korotky³

Liliya M. Zaitseva¹

Kirill A. Kichapov¹

Viktor A. Ryzhov³ ✉

¹Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

²L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy, Moscow region, Russia

³LLC Scientific and Technical Center "Khiminvest", Nizhny Novgorod, Russia

✉ woodnn@yandex.ru

Received by the editorial office: 07.02.2025

Accepted in revised: 10.06.2025

Accepted for publication: 25.06.2025

© Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A.

Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния хвойно-энергетической добавки на основе биомассы леса на показатели антиоксидантной защиты молочных коров в транзитный период. В период после отела коровы часто испытывают дефицит энергии, что заставляет организм использовать жировые запасы. Этот процесс сопровождается повышением уровня перекиси липидов и активных форм кислорода, а также снижением количества антиоксидантов, что вызывает окислительный стресс. Включение в рацион коров хвойной энергетической добавки оказывает благоприятное влияние на антиоксидантную систему их организма. Это проявляется в увеличении концентрации водорастворимых антиоксидантов, церулоплазмينا и альбумина в сыворотке крови, а также в повышении активности глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы. Наряду с этим наблюдается снижение активности печеночных ферментов (АЛТ и АСТ) и содержания мочевины. Включение в рацион коров хвойно-энергетической добавки (ХЭД) способствует улучшению здоровья животных, повышая их антиоксидантную защиту и нормализуя белковый обмен. Это особенно важно в транзитный период, когда коровы подвержены окислительному стрессу.

Ключевые слова: хвойно-энергетическая добавка, коровы, окислительный стресс, антиоксиданты, белковый обмен

Для цитирования: Зайцев В.В., Боголюбова Н.В., Короткий В.П., Зайцева Л.М., Кичапов К.А., Рыжов В.А. Влияние хвойно-энергетической добавки на антиоксидантный статус и белковый обмен у коров в транзитный период. *Аграрная наука*. 2025; 396(07): 39–47. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>

Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period

ABSTRACT

The article presents the results of studies on the effect of a coniferous energy supplement based on forest biomass on the antioxidant protection indicators of dairy cows during the transition period. In the period after calving, cows often experience energy deficiency, which forces the body to use fat reserves. This process is accompanied by an increase in the level of lipid peroxides and reactive oxygen species, as well as a decrease in the amount of antioxidants. This results in oxidative stress. Inclusion of a coniferous energy supplement in the diet of cows has a beneficial effect on the antioxidant system of their body. This is manifested in an increase in the concentration of water-soluble antioxidants, ceruloplasmin and albumin in the blood serum, as well as an increase in the activity of glutathione peroxidase and superoxide dismutase. Along with this, a decrease in the activity of liver enzymes (ALT and AST) and urea content is observed. Feeding cows with a coniferous energy supplement (CES) improves the health of animals by increasing their antioxidant protection and normalizing protein metabolism. This is especially important during the transition period, when cows are subject to oxidative stress.

Key words: Pine-energy supplement, cows, oxidative stress, antioxidants, protein metabolism

For citation: Zaitsev V.V., Bogolyubova N.V., Korotky V.P., Zaitseva L.M., Kichapov K.A., Ryzhov V.A. Effect of a coniferous energy additive on antioxidant status and protein metabolism in cows during the transit period. *Agrarian science*. 2025; 396(07): 39–47 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-39-47>

Введение/Introduction

Наиболее значимым этапом в цикле лактации у дойных коров является так называемый переходный период, который продолжается шесть недель: три недели до отела и три недели после него. В это время организм животного претерпевает масштабные физиологические изменения, сопровождаемые существенными метаболическими и эндокринными перестройками, что связано с резко возросшими потребностями в питательных веществах для обеспечения лактации [1, 2].

В период перед родами и в течение нескольких недель после них молочные коровы особенно уязвимы из-за ослабленного иммунитета [3]. Именно в это время происходит большинство заболеваний, таких как мастит, метрит, кетоз и смещение сычуга. Наиболее опасный период с точки зрения здоровья — первые 10 дней после отела, когда риск инфекций и метаболических проблем максимален. Около 75% всех болезней у коров возникает в первый месяц лактации [4].

В переходный период, когда корова готовится к лактации, ее организм активно перестраивается. Эти физиологические изменения направлены на обеспечение будущего производства молока. Важно отметить, что незадолго до отела у коров снижается аппетит (уменьшается потребление сухого вещества корма), в то время как потребность в энергии и кальции, наоборот, возрастает [5]. В условиях повышенной потребности тканей в энергии, вызванной, например, началом лактации, усиливается потребление кислорода клетками. Это необходимо для производства достаточного количества энергии. Однако такой интенсивный расход энергии может привести к дефициту, известному как отрицательный энергетический баланс (ОЭБ) [6].

После родов у коров часто наступает период дефицита энергии, когда их организм не получает достаточно калорий из корма для производства молока. Чтобы компенсировать эту нехватку, коровы начинают использовать собственные запасы, в основном жир. Этот процесс может привести к избыточному образованию вредных веществ, таких как активные формы кислорода (АФК) и азота (АФА) [7]. Поскольку общее потребление корма снижается, животные получают меньше антиоксидантов, что усугубляет дисбаланс между АФК/АФА и антиоксидантами, приводя к окислительному стрессу [8].

В организме коровы антиоксиданты обычно поддерживают баланс между производством и нейтрализацией активных форм кислорода и азота (АФК/АФА). Эти соединения, образующиеся в процессе метаболизма, играют важную роль в клеточных процессах. Но при определенных условиях (болезни, интенсивные физиологические процессы) уровень АФК/АФА может значительно возрасти, превышая возможности антиоксидантной системы, что может приводить к повреждению клеток. Ключевым является поддержание равновесия между полезными и потенциально вредными эффектами АФК/АФА [8].

Когда в организме нарушается равновесие между образованием активных форм кислорода (АФК) и способностью организма к антиоксидантной защите, возникает окислительный (или нитрозативный) стресс. Это состояние, характеризующееся нарушением окислительно-восстановительного баланса, приводит к повреждению клеток и тканей, а также к сбоям в их работе.

В период отела у коров ферменты супероксиддисмутаза (СОД) и глутатионпероксидаза (ГП), являющиеся важными антиоксидантами, играют центральную роль в защите клеток от избытка АФК. СОД нейтрализует супероксидный радикал, превращая его в перекись водорода, которая затем обезвреживается ГП, превращаясь в воду. Повышенная активность СОД в день отела может указывать на усиление окислительного стресса, вызванного ослаблением антиоксидантной системы [9]. Содержание селена в организме напрямую влияет на активность глутатионпероксидазы. Селен важен не только как антиоксидант, но и для поддержания иммунитета, нормальной работы щитовидной железы и репродуктивной системы [10].

Переходный период от беременности к лактации — серьезное испытание для организма коровы. Потребность в энергии и питательных веществах для производства молозива и молока резко возрастает, превосходя запросы плода. Подготовка к лактации начинается заранее, в период сухостоя, когда молочная железа восстанавливается и готовится к новому циклу. Высокопродуктивные коровы особенно уязвимы в этот период, испытывая стресс из-за прекращения доения, дискомфорта в вымени, а также физиологического дисбаланса, который отражается на гормональном фоне, обмене веществ, уровне окислительного стресса и воспалительных процессах [11].

Окислительное повреждение можно предотвратить с помощью антиоксидантов, играющих в этом процессе важную роль [12]. Снижение уровня антиоксидантов у крупного рогатого скота в период перед отелом может приводить к окислительному стрессу [1].

Исследователи предлагали и испытывали разные подходы к предотвращению или уменьшению окислительного стресса у коров в переходный период [13], однако результаты применения антиоксидантов показали неоднозначность. В то время как в большинстве исследований наблюдалось улучшение здоровья и продуктивности, некоторые работы не подтвердили эти выводы, а в отдельных случаях даже обнаружили отрицательное воздействие [14].

Использование энергетических кормовых добавок с антиоксидантными свойствами для оптимизации обменных процессов и повышения антиоксидантного статуса является ключевым для коров и способствует улучшению их продуктивного здоровья.

Цель исследования — изучение воздействия хвойно-энергетической добавки на показатели антиоксидантной защиты и обмена белков у молочных коров в транзитный период.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Научно-производственный эксперимент проводили на молочно-товарной ферме СПК (колхоз) им. Калягина в Кинельском районе Самарской области с мая по июль 2024 года. В исследовании принимали участие две группы коров черно-пестрой породы ($n = 5$), отобранных по возрасту, живой массе и молочной продуктивности. Для контрольной группы был разработан основной рацион, включающий сенаж многолетних трав, кукурузный силос, злаково-бобовое сено и комбикорм. Рацион состоял из 60% объемистых и 40% концентрированных кормов.

Для уменьшения окислительного стресса у коров в транзитный период использовалась хвойно-энергетическая добавка (ХЭД), производимая ООО НТЦ «Химинвест» (г. Нижний Новгород). Разница по содержанию ОЭ между контрольной и опытной группами составила 1,5 МДж ОЭ. Эта добавка состоит из смеси натуральных компонентов: глицерина, хвойного экстракта и активированного угля. Коровам опытной группы давали по 150 г добавки на голову в сутки, смешивая ее с комбикормом К-60 (состав: отруби пшеничные, ячмень, шрот подсолнечный, овес, соль поваренная, известняковая мука, монокальцийфосфат, сульфат натрия, адсорбент) и подавая однократно во время утреннего кормления — начиная за 20 дней до отела и продолжая в течение 90 дней после него.

Все эксперименты на животных были выполнены с соблюдением этических норм, соответствующих Директиве Европейского союза № 2010/63/ЕС¹ и принципам гуманного обращения с животными, изложенным в статье 4 Федерального закона РФ № 498-ФЗ².

Для оценки антиоксидантного статуса у коров брали кровь в периоды сухостоя (за 3 недели до родов) и лактации (на 7-й, 14-й, 21-й и 90-й

дни после родов). В сыворотке крови определяли концентрацию ТБК-АП с использованием наборов «Агат-Мед» (Россия) и общую водорастворимую антиоксидантную активность (СБАА) амперометрическим методом на анализаторе «ЦветЯуза-01-АА» (Россия).

Для измерения уровней восстановленного глутатиона, супероксиддисмутазы и каталазы использовали иммуноферментный анализ (ИФА). Анализ проводили на фотометре Immunochem-2100 (США) с применением коммерческих наборов Elabscience (Китай).

Молочную продуктивность оценивали по еженедельно проведенным контрольным дойкам. Во время контрольных доек отбирали пробы молока для определения процента жира и белка по стандартным методикам. Были рассчитаны затраты концентратов на 1 кг произведенного молока.

Для определения статистической значимости различий между полученными числовыми данными использовали *t*-критерий Стьюдента, для интерпретации результатов — пороговые значения *p*-уровня: $< 0,001$ (высокодостоверно), $< 0,01$ и $< 0,05$ (достоверно), от 0,05 до 0,1 (тенденция к достоверности) и $> 0,1$ (недостоверно).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В рамках данного исследования, направленного на оценку антиоксидантного статуса коров в переходный период, определяли общее содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА), уровень церулоплазмина, концентрацию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП), а также активность ферментов глутатионпероксидазы (ГП), супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (КАТ) (табл. 1).

Исходно (до родов) антиоксидантная активность сыворотки крови коров в обеих группах была одинаковой. Однако после отела ситуация изменилась:

Таблица 1. Антиоксидантный статус в организме опытных коров ($n = 5$, $M \pm m$)

Table 1. Antioxidant status in cows ($n = 5$, $M \pm m$)

Показатель	Группа	Сутки до (-) и после (+) отела				
		-21	+7	+14	+21	+90
СКВА, мг/л	контрольная	14,20 $\pm$ 0,50	14,20 $\pm$ 1,20	14,60 $\pm$ 0,52	14,00 $\pm$ 0,60	12,00 $\pm$ 0,20
	опытная	13,9 $\pm$ 0,70	15,0 $\pm$ 0,90	15,2 $\pm$ 0,23	15,4 $\pm$ 1,00	14,3 $\pm$ 0,30***
Содержание церулоплазмина, мг/л	контрольная	200,0 $\pm$ 10,30	235,0 $\pm$ 9,00	240,0 $\pm$ 10,00	242,0 $\pm$ 7,00	250,0 $\pm$ 8,00
	опытная	202,0 $\pm$ 9,20	220,0 $\pm$ 8,30	238,0 $\pm$ 11,50	270,0 $\pm$ 8,30*	282,0 $\pm$ 5,50**
Содержание продуктов, реагирующих с ТБК-АП, мгМ/л	контрольная	3,60 $\pm$ 0,11	4,17 $\pm$ 0,06	4,20 $\pm$ 0,06	4,24 $\pm$ 0,30	4,54 $\pm$ 0,20
	опытная	3,57 $\pm$ 0,15	4,07 $\pm$ 0,40	4,00 $\pm$ 0,03*	4,02 $\pm$ 0,30	4,09 $\pm$ 0,40
Активность СОД, Ед/мл	контрольная	4,25 $\pm$ 0,20	4,80 $\pm$ 1,10	5,01 $\pm$ 0,85	5,10 $\pm$ 0,08	5,12 $\pm$ 0,13
	опытная	4,12 $\pm$ 0,30	4,82 $\pm$ 0,90	5,20 $\pm$ 0,95	5,45 $\pm$ 0,13*	5,70 $\pm$ 0,10*
Активность ГП, Ед/мл	контрольная	120,00 $\pm$ 10,20	140,00 $\pm$ 10,00	143,00 $\pm$ 5,00	148,00 $\pm$ 5,00	138,00 $\pm$ 9,00
	опытная	115,00 $\pm$ 9,40	142,00 $\pm$ 9,30	153,00 $\pm$ 7,00	160,00 $\pm$ 7,00	185,00 $\pm$ 11,00**
Активность КАТ, Ед/мл	контрольная	6,80 $\pm$ 0,30	5,30 $\pm$ 1,00	5,00 $\pm$ 0,30	4,80 $\pm$ 0,20	4,50 $\pm$ 0,50
	опытная	6,30 $\pm$ 0,50	5,40 $\pm$ 0,20	5,33 $\pm$ 0,10	5,30 $\pm$ 0,30	5,00 $\pm$ 0,20

Примечание: различия по сравнению с контролем статистически достоверны при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

¹ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf

² Федеральный закон от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

у коров, получавших хвойно-энергетический комплекс, наблюдали существенный рост концентрации суммарной антиоксидантной активности. К 90-му дню лактации разница между группами достигла 19,2% в пользу опытной группы ($p < 0,001$), что явно указывает на положительное воздействие ХЭД на антиоксидантную систему.

Общий уровень водорастворимых антиоксидантов (СКВА) отражает суммарный вклад различных веществ в защиту организма от окислительного стресса. Этот показатель учитывает не только витамины и микроэлементы, но и аминокислоты, а также другие составляющие плазмы крови, обладающие антиоксидантными свойствами. Поэтому увеличение СКВА свидетельствует об усилении комплексной антиоксидантной обороны организма.

Использование кормовой добавки, содержащей биологически активные вещества, помогает уменьшить вредное воздействие активных форм кислорода (АФК), особенно в период отела, когда организм коровы испытывает физиологический стресс. Окислительный стресс, вызванный избытком АФК, может быть смягчен за счет повышения антиоксидантной емкости организма, что в свою очередь положительно сказывается на здоровье и продуктивности коров.

Церулоплазмин в крови является важным белком сыворотки, который выполняет ряд ключевых функций, включая транспорт меди и участие в антиоксидантной защите. Он проявляет супероксиддисмутазную активность, нейтрализуя супероксидные радикалы ($O_2^{\cdot-}$). Его способность связывать ионы двухвалентного железа (Fe^{2+}) и одновалентной меди (Cu^+) особенно ценна, поскольку предотвращает их участие в реакции Фентона. Эта реакция является ключевым триггером перекисного окисления липидов (ПОЛ), разрушительного процесса, повреждающего клеточные мембраны и другие биомолекулы. Дефицит этого белка может приводить к усилению процессов ПОЛ и развитию различных патологий. [15].

Комплексная ХЭД положительно повлияла на антиоксидантную защиту коров. Исследования показали, что у коров, получавших эту добавку, уровень антиоксиданта в крови был значительно выше, чем у контрольной группы. Это наблюдалось на 21-й (на 11,6%, $p < 0,05$) и 90-й (на 12,8%, $p < 0,01$) дни после отела. Важно отметить, что положительное влияние добавки проявилось не сразу после отела, а спустя две недели, что, вероятно, связано с кумулятивным эффектом витаминов и других биологически активных веществ, входящих в состав алиментарного комплекса. Подобная динамика свидетельствует о постепенном насыщении организма полезными элементами, приводящем к устойчивому повышению антиоксидантного статуса.

Антиоксидантная активность добавки была подтверждена снижением уровня ТБК-АП. При интерпретации динамики этого показателя

необходимо учитывать его специфику в контексте других маркеров перекисного окисления липидов (ПОЛ). ТБК-АП отражает концентрацию высокореакционных соединений, обладающих широким спектром воздействия на клеточные компоненты. Современные исследования указывают на то, что эти соединения играют ключевую роль в развитии сложного многофакторного процесса, определяемого как эндогенная интоксикация. Снижение ТБК-АП свидетельствует о способности добавки уменьшать интенсивность окислительного стресса и, как следствие, потенциально ослаблять проявления эндогенной интоксикации [16].

В ходе исследования установлено, что у коров, которым давали экспериментальную добавку, уровень ТБК-АП в крови был стабильно ниже на 2,4–9,9% ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой на протяжении всего периода наблюдения. Причем эта разница в показателях между группами увеличивалась по мере развития лактации. Данная динамика свидетельствует о наличии накопительного эффекта от входящих в состав добавки компонентов. Обнаруженная тенденция указывает на устойчивое положительное воздействие данной добавки на метаболизм животных. В экспериментальной группе наблюдалось существенное уменьшение перекисного окисления липидов по сравнению с контрольной группой. Вероятно, это обусловлено антиоксидантным действием использованной добавки, которая, по-видимому, защищает клеточные мембраны и снижает уровень окислительного стресса. Такой эффект может способствовать улучшению общего состояния здоровья животных, повышению их устойчивости к различным стрессовым факторам и поддержанию оптимальных физиологических функций.

Фермент супероксиддисмутазы (СОД) играет ключевую роль в противодействии окислительному стрессу, поскольку он присутствует в сыворотке крови и активно участвует в нейтрализации вредоносных супероксидных радикалов. СОД способствует превращению этих радикалов в менее агрессивные вещества, тем самым предотвращая повреждения клеток и обеспечивая стабильность внутриклеточной среды.

Исследования демонстрируют: добавление хвойных энергетических компонентов в рацион коров способствует повышению активности супероксиддисмутазы (СОД) после родов. В эксперименте спустя 21 день (и особенно через 90 дней) после отела у животных с включением ХЭД отмечено увеличение активности СОД на 6,9% и 11,3% соответственно, статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование ХЭД может быть полезным для усиления антиоксидантной системы коров во время лактации.

Изменения в активности глутатионпероксидазы (ГП) отражают состояние окислительного стресса в организме. Транзитный период, характеризующийся интенсивными физиологическими изменениями и повышенными энергетическими потребностями, часто сопровождается всплеском образования свободных радикалов. Этот процесс может стимулировать экспрессию ГП, приводя к повышению ее уровня в сыворотке крови в попытке компенсировать оксидативный дисбаланс.

Период за 21 день до отела является критическим для коров, характеризующимся значительным снижением антиоксидантной защиты, что отражается в падении уровня ГП. Послеродовой период сопровождается постепенным восстановлением уровня ГП, однако этот процесс происходит более эффективно у коров, получающих ХЭД. Начиная с 14-го дня после отела, у коров, получавших ХЭД, наблюдалось устойчивое и статистически значимое ($p < 0,01$) увеличение уровня глюкозы в плазме крови. Максимальная разница с контрольной группой составила 34,0% на 90-й день. Этот факт свидетельствует о способности добавки снижать окислительный стресс и способствовать более быстрому восстановлению организма коров после родов.

Подобное воздействие, вероятно, обусловлено содержанием в ХЭД биологически активных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Эти компоненты могут непосредственно участвовать в нейтрализации свободных радикалов и поддерживать активность ферментных систем антиоксидантной защиты, таких как глутатионпероксидаза.

Динамика активности каталазы в сыворотке крови коров в транзитный период представляет собой важный индикатор их антиоксидантного статуса и адаптации к физиологическим изменениям, связанным с отелом. Снижение уровня КАТ после родов может свидетельствовать о временном увеличении окислительного стресса, вызванного метаболическими перестройками и воспалительными процессами.

Включение ХЭД в рацион коров опытной группы положительно сказалось на активности каталазы после родов. Это свидетельствует о том, что ХЭД помогает поддерживать и усиливать антиоксидантную защиту организма животных, что в свою очередь способствует снижению окислительного стресса в послеродовой период.

Устойчивое повышение уровня КАТ в опытной группе на 14-й, 21-й и 90-й дни после отела указывает на пролонгированный эффект ХЭД на антиоксидантную систему коров. Оптимизация уровня каталазы может позитивно влиять на здоровье, улучшая продуктивность и снижая риск послеродовых осложнений.

Оптимизация рациона в транзитный период и в начале лактации имеет решающее значение для поддержания положительного или по-

крайней мере сбалансированного белкового обмена. Необходимо тщательно подбирать корма, богатые высококачественным белком, и обеспечивать их достаточное потребление. Стратегии кормления должны быть направлены на предотвращение дефицита белка и минимизацию мобилизации собственных резервов коровы. Это включает в себя сбалансированное соотношение аминокислот в рационе и поддержание здоровья рубца для оптимального переваривания и усвоения белка.

Своевременное выявление и коррекция дисбаланса белка позволяют снизить риски развития метаболических нарушений и обеспечить высокую молочную продуктивность в течение всей лактации.

Белки плазмы крови выполняют широкий спектр жизненно важных функций, обеспечивая гомеостаз внутренней среды организма. Отклонения в концентрации общего белка могут указывать на различные физиологические нарушения, связанные с метаболическими процессами, питанием и общим состоянием здоровья животного.

В контексте молочного животноводства мониторинг уровня общего белка в крови коров является важным инструментом для оценки их физиологического состояния и адекватности рациона. Недостаточное потребление белка и его неэффективное усвоение могут привести к снижению концентрации общего белка, что негативно сказывается на продуктивности и репродуктивной функции.

С другой стороны, изменения в уровне общего белка могут быть обусловлены физиологическими факторами, такими как беременность и лактация. В период лактации потребность в белке возрастает для обеспечения синтеза молочного белка и других компонентов молока. Соответственно, поддержание оптимального уровня общего белка в крови коров имеет первостепенное значение для достижения высокой молочной продуктивности и сохранения здоровья животных [17].

Согласно результатам исследований, в сухостойный период уровень общего белка крови составил 74,3–76,7 г/л, а после отела претерпевал изменения в сторону увеличения (табл. 2).

Сопоставляя динамику изменений, можно заключить, что физиологические процессы в организме коров контрольной группы в предотельный и ранний послеотельный периоды характеризовались несколько иным метаболическим профилем. Вероятно, возросшие потребности организма в белке для поддержания лактации и общего физиологического состояния в начальный период после отела не были в достаточной мере удовлетворены в контрольной группе.

Различия в уровне общего белка в крови между группами в более поздние сроки после отела (14, 21 и 90 дней) свидетельствуют о пролонгированном влиянии испытуемой добавки на белковый обмен, что, возможно, указывает на улучшение

Таблица 2. Показатели белкового обмена опытных коров (n = 5, M ± m)

Table 2. Indicators of protein metabolism in experimental cows (n = 5, M ± m)

Показатель	Группа	Сутки до(-) и после(+) отела				
		-21	+7	+14	+21	+90
Общий белок, г/л	контрольная	76,70 ± 0,16	87,00 ± 2,49	84,10 ± 2,06	85,30 ± 1,98	82,30 ± 3,60
	опытная	74,30 ± 0,22***	82,30 ± 3,24	88,90 ± 3,02	90,00 ± 2,50	84,30 ± 2,60
Альбумин, г/л	контрольная	29,6 ± 0,73	26,3 ± 1,28	25,36 ± 1,30	26,30 ± 1,60	23,60 ± 2,30
	опытная	26,5 ± 0,82**	27,8 ± 1,55	29,35 ± 1,26*	28,92 ± 1,98	27,80 ± 1,80
АЛТ, МЕ/л	контрольная	36,80 ± 2,43	35,20 ± 2,63	39,40 ± 1,98	39,22 ± 2,05	36,00 ± 1,30
	опытная	39,30 ± 3,51	33,96 ± 3,63	35,60 ± 2,06	33,00 ± 2,50	32,00 ± 1,20*
АСТ, МЕ/л	контрольная	96,60 ± 8,91	79,90 ± 7,69	89,00 ± 6,30	90,00 ± 6,50	88,00 ± 2,30
	опытная	105,41 ± 8,68	71,76 ± 5,47	75,36 ± 2,36*	72,30 ± 2,60*	72,00 ± 3,60**
Мочевина, мм/л	контрольная	7,41 ± 0,41	2,29 ± 0,20	3,00 ± 0,18	3,60 ± 0,39	3,00 ± 0,50
	опытная	5,92 ± 0,35**	2,62 ± 0,28	2,36 ± 0,30	2,85 ± 0,36	2,20 ± 0,06

Примечание: различия по сравнению с контролем статистически достоверны при * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

общего метаболического состояния и здоровья животных.

В целом альбуминовый профиль крови коров оставался стабильным и соответствовал физиологической норме, однако динамика изменений четко дифференцировалась в зависимости от рациона питания в период сухостоя. Животные из контрольной группы показали тенденцию к снижению уровня альбуминов в сыворотке крови после отела, что может свидетельствовать о повышенном расходе белка для производства молозива и молока или о некотором уменьшении синтетической активности печени в ранний послеродовой период. В отличие от них, коровы, получавшие добавку в сухостойный период, продемонстрировали противоположную тенденцию.

Повышение уровня альбуминов после отела, особенно в первые две недели лактации, свидетельствует о поддержании достаточного уровня белкового питания и, возможно, о стимуляции синтеза альбуминов в печени благодаря компонентам добавки.

Данные различия подчеркивают важность сбалансированного рациона в период сухостоя для обеспечения оптимального метаболизма и поддержания высокой продуктивности коров в период лактации. Коррекция рациона позволяет не только избежать критического снижения уровня альбуминов, но и стимулировать его повышение, что положительно сказывается на общем состоянии здоровья и молочной продуктивности животных.

Процесс трансаминирования имеет важное значение для аминокислотного метаболизма, так как позволяет организму создавать заменимые аминокислоты, утилизировать азот и поддерживать энергетический баланс. Аминотрансферазы выступают в роли катализаторов, обеспечивая обратимость реакций и адаптацию к различным физиологическим потребностям [18]. Существенное повышение уровня этих ферментов может указывать на цитолиз, то есть на разрушение клеток печени, миокарда, почек или других тканей, в которых присутствуют эти ферменты [19].

Полученные результаты указывают на то, что добавление добавки в рацион коров во время

лактации оказывает гепатопротекторное воздействие, помогая уменьшить нагрузку на печень и улучшить ее функциональное состояние. Уменьшение активности АЛТ и АСТ в крови является важным показателем, указывающим на снижение цитолиза гепатоцитов и, следовательно, уменьшение повреждения печеночной ткани. Статистически значимое снижение активности АЛТ отмечали через 90 дней после отела — 11% (p < 0,05). Активность АСТ в опытной группе показала выраженное снижение: через 14 дней после отела она уменьшилась на 15,3% (p < 0,05), на 21-й день — на 19,7% (p < 0,05), а через 90 дней — на 18,2% (p < 0,01).

Несмотря на первоначальное повышение активности АЛТ и АСТ у сухостойных коров, получавших добавку, последующее снижение этих показателей в период лактации свидетельствует о постепенном проявлении гепатопротекторных свойств компонентов добавки и их положительном влиянии на метаболические процессы в печени.

Концентрация мочевины в крови жвачных животных является важным показателем эффективности переработки азота, содержащегося в кормах. Этот параметр позволяет оценить, насколько эффективно животные усваивают питательные вещества из пищи, что имеет большое значение для их кормления и здоровья. Высокий уровень мочевины сигнализирует о превышении синтеза аммиака в рубце над его утилизацией микроорганизмами, что приводит к потере азота и снижению эффективности кормления. Оптимальный уровень мочевины в крови свидетельствует о балансе между поступлением азота из корма и его использованием для синтеза микробного протеина, который впоследствии усваивается животным. Поддержание этого баланса критически важно для обеспечения высокой продуктивности и здоровья жвачных [20].

Наблюдали статистически значимое снижение концентрации мочевины в крови коров опытной группы по сравнению с контрольной. Данные изменения, зафиксированные на 14-е, 21-е и 90-е сутки после отела (снижение на 21,3%, 20,8% и

26,7% соответственно), указывают на улучшенную утилизацию аминокислот в процессе синтеза молока под воздействием компонентов исследуемой добавки.

Использование ХЭД помогает повысить антиоксидантную защиту и улучшить белковый обмен у коров, что в свою очередь благоприятно сказывается на их здоровье и удоях. На 30-й и 60-й дни эксперимента коровы из опытной группы продемонстрировали более высокую среднесуточную молочную продуктивность по сравнению с контрольной группой. Так, в контрольной группе среднесуточный удой составил 18 кг и 18,38 кг, а в опытной — 19,67 кг и 20,27 кг на 30-й и 60-й день опыта соответственно. Несмотря на различия в удое, показатели жирности (3,7%) и белка (2,88–3,01%) в молоке оставались на одном уровне в обеих группах.

В ходе исследования у коров опытной группы было отмечено статистически значимое снижение количества соматических клеток в молоке (при $p < 0,05$). Применение кормовой добавки позволило снизить затраты питательных веществ на производство 1 кг молока (3,4% жирности), что подтверждает эффективность использования специализированных добавок в рационе коров. В опытной группе, получавшей добавку, расход концентратов уменьшился на 10,9% по сравнению с контрольной группой.

В период лактации у коров наблюдается повышение антиоксидантной защиты, особенно во второй половине. Однако с наступлением и развитием беременности уровень перекисного окисления липидов возрастает, сигнализируя о нарастании окислительного стресса. В этот период падает активность ферментов, отвечающих за антиоксидантную защиту организма, что негативно сказывается на здоровье животных [22].

Причинами ухудшения состояния коров авторы считают ослабление иммунитета и ускорение метаболизма из-за больших энергозатрат на производство молока. Кроме того, общее состояние коров в переходный период (между поздней беременностью и началом лактации) подвержено влиянию динамических изменений в липидном и белковом обмене.

Во время отела у коров возрастает потребность в кислороде, что ускоряет метаболизм жиров. Интенсивный обмен веществ может сказаться на работе антиоксидантной системы, играющей ключевую роль в поддержании здоровья и продуктивности животного. В первые недели после отела, когда корова испытывает дефицит энергии, происходит активное расщепление жиров. Это

сопровождается образованием вредных веществ, таких как перекиси липидов и активные формы кислорода, а также снижением уровня антиоксидантов, способных их обезвреживать. В результате возникает окислительный стресс [23].

Несбалансированное питание животных, бедное витаминами и антиоксидантами при избытке жиров, ослабляет их антиоксидантную систему. У первотелок это проявляется в повышенном уровне ТБК-активных веществ в крови (маркеры окислительного стресса и проблем с метаболизмом железа), а также в отклонениях активности церулоплазмينا и уровня аскорбиновой кислоты. Повышенный гемоглобин в крови может быть признаком адаптации, но низкий уровень кобальта вызывает опасения. Всё это говорит о необходимости пересмотра рациона с акцентом на снижение жиров и увеличение содержания клетчатки, кобальта и витаминов-антиоксидантов [24].

Выводы/Conclusions

Данное исследование позволяет сделать заключение, что коровы в ранний послеродовой период испытывают энергетический дефицит и окислительный стресс из-за расщепления жиров и недостатка антиоксидантов.

Включение ХЭД в корм коровам перед родами оказало благоприятное воздействие на антиоксидантную систему и белковый метаболизм. Изменения выразились в увеличении общего количества водорастворимых антиоксидантов, а также важных белков, таких как церулоплазмин и альбумин. Кроме того, возросла активность ферментов глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы, что указывает на усиление защитных функций организма. Наблюдали усиление белкового обмена в организме коров при использовании ХЭД. Это в совокупности оказало положительное влияние на среднесуточный удой молока натуральной жирности и затраты комбикормов на 1 кг молока.

Включение ХЭД в рацион коров представляет перспективным способом усиления их антиоксидантного статуса и оптимизации белкового метаболизма. В переходный период, характеризующийся повышенным стрессом для животных, снижение окислительного стресса становится критически важным для поддержания их здоровья и продуктивности. Благодаря высокому содержанию натуральных антиоксидантов хвойная добавка помогает нейтрализовать свободные радикалы, укрепляет иммунитет и, как следствие, улучшает общее состояние и продуктивные показатели коров.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозова Л.А., Миколайчик И.Н., Морозов В.А., Булыгина Е.Н. Оптимизация энергетического питания у высокопродуктивных коров в транзитный период. *Вестник Курганской ГСХА*. 2019; (4): 30–34. <https://elibrary.ru/vbhjbe>
2. Барымова О.П., Барымов А.А. Использование энергетических кормовых добавок в кормлении коров в транзитный период. Агропромышленный комплекс: контуры будущего. *Материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия. 2018; 2: 12–16. <https://elibrary.ru/xznbtv>
3. Фролов А.И., Филиппова О.Б., Милушев Р.К., Лобков В.Ю., Ярлыков Н.Г. Фитокомплекс с биоплексами микроэлементов в рационах коров транзитного периода. *Вестник АПК Верхневолжья*. 2016; (4): 33–42. <https://elibrary.ru/xibrbj>
4. Haq Z. *et al.* Nutrition and Metabolic Diseases in Dairy Cattle — A Review. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2016; 8(12): 1154–1159
5. Овчаренко Э.В., Иванов А.А., Мазуров В.Н., Арланцева Е.Р. Физиологические факторы, лимитирующие потребление корма у молочных коров (обзор). *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2015; (1): 25–41. <https://elibrary.ru/trpxpf>
6. Konvičná J., Vargová M., Paulíková I., Kováč G., Kostecká Z. Oxidative stress and antioxidant status in dairy cows during prepartal and postpartal periods. *Acta Veterinaria Brno*. 2015; 84(2): 133–140. <https://doi.org/10.2754/avb201584020133>
7. Celi P., Gabai G. Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>
8. Ponnampalam E.N., Kiani A., Santhiravel S., Holman B.W.B., Lauridsen C., Dunshea F.R. The Importance of Dietary Antioxidants on Oxidative Stress, Meat and Milk Production, and Their Preservative Aspects in Farm Animals: Antioxidant Action, Animal Health, and Product Quality — Invited Review. *Animals*. 2022; 12(23): 3279. <https://doi.org/10.3390/ani12233279>
9. Sayiner S., Darbaz I., Ergene O., Aslan S. Changes in antioxidant enzyme activities and metabolic parameters in dairy cows during different reproductive periods. *Theriogenology*. 2021; 159: 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.10.024>
10. Zoidis E., Seremelis I., Kontopoulos N., Danezis G.P. Selenium-Dependent Antioxidant Enzymes: Actions and Properties of Selenoproteins. *Antioxidants*. 2018; 7(5): 66. <https://doi.org/10.3390/antiox7050066>
11. Putman A.K., Brown J.L., Gandy J.C., Wisnieski L., Sordillo L.M. Changes in biomarkers of nutrient metabolism, inflammation, and oxidative stress in dairy cows during the transition into the early dry period. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(10): 9350–9359. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14591>
12. Puvača N., Čabarkapa I., Bursić V., Petrović A., Ćimović M. Antimicrobial, Antioxidant and Acaricidal Properties of Tea Tree (*Melaleuca Alternifolia*). *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. 2018; 1(1): 29–38.
13. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants*. 2019; 8(1): 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>
14. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015; 99(6): 1003–1016. <https://doi.org/10.1111/jpn.12273>
15. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen T.E., Davis M.R. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurgery*. 2017; 37(2): 142–147. <https://doi.org/10.1002/micr.30053>
16. Понамарев В.С., Попова О.С. Влияние препарата «Гепатон» в сочетании с фитосорбционным комплексом на уровень эндогенной интоксикации. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2020; (3): 124–125. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.3.124>
17. Тарасенко Е.И., Себежко О.И. Азотистый обмен у черно-пестрого скота Кузбасса. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024; (3): 267–276. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-267-276>
18. Игнатьева Н., Лаврентьев А. Новый подход в селекции. *Животноводство России*. 2017; (3): 35–36. <https://elibrary.ru/yjvlyz>

REFERENCES

1. Morozova L.A., Mikolaychik I.N., Morozov V.A., Bulygina E.N. Energy nutrition optimization in high-productive cows in transition period. *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2019; (4): 30–34 (in Russian). <https://elibrary.ru/vbhjbe>
2. Barymova O.P., Barymov A.A. Use of energy feed additives in feeding cows during the transition period. *Agro-industrial complex: contours of the future. Proceedings of the IX International scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*. Kursk: Kursk State Agricultural Academy. 2018; 2: 12–16 (in Russian). <https://elibrary.ru/xznbtv>
3. Frolov A.I., Filippova O.B., Milushev R.K., Lobkov V.Yu., Yarlykov N.G. Phytocomplex with bioplexes of microelements in rations of cows of the transit period. *Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*. 2016; (4): 33–42 (in Russian). <https://elibrary.ru/xibrbj>
4. Haq Z. *et al.* Nutrition and Metabolic Diseases in Dairy Cattle — A Review. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2016; 8(12): 1154–1159
5. Ovcharenko E.V., Ivanov A.A., Mazurov V.N., Arlantseva E.R. Physiological factors limiting feed intake in dairy cows. *Problems of Productive Animal Biology*. 2015; (1): 25–41 (in Russian). <https://elibrary.ru/trpxpf>
6. Konvičná J., Vargová M., Paulíková I., Kováč G., Kostecká Z. Oxidative stress and antioxidant status in dairy cows during prepartal and postpartal periods. *Acta Veterinaria Brno*. 2015; 84(2): 133–140. <https://doi.org/10.2754/avb201584020133>
7. Celi P., Gabai G. Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015; 2: 48. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>
8. Ponnampalam E.N., Kiani A., Santhiravel S., Holman B.W.B., Lauridsen C., Dunshea F.R. The Importance of Dietary Antioxidants on Oxidative Stress, Meat and Milk Production, and Their Preservative Aspects in Farm Animals: Antioxidant Action, Animal Health, and Product Quality — Invited Review. *Animals*. 2022; 12(23): 3279. <https://doi.org/10.3390/ani12233279>
9. Sayiner S., Darbaz I., Ergene O., Aslan S. Changes in antioxidant enzyme activities and metabolic parameters in dairy cows during different reproductive periods. *Theriogenology*. 2021; 159: 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.10.024>
10. Zoidis E., Seremelis I., Kontopoulos N., Danezis G.P. Selenium-Dependent Antioxidant Enzymes: Actions and Properties of Selenoproteins. *Antioxidants*. 2018; 7(5): 66. <https://doi.org/10.3390/antiox7050066>
11. Putman A.K., Brown J.L., Gandy J.C., Wisnieski L., Sordillo L.M. Changes in biomarkers of nutrient metabolism, inflammation, and oxidative stress in dairy cows during the transition into the early dry period. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(10): 9350–9359. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14591>
12. Puvača N., Čabarkapa I., Bursić V., Petrović A., Ćimović M. Antimicrobial, Antioxidant and Acaricidal Properties of Tea Tree (*Melaleuca Alternifolia*). *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*. 2018; 1(1): 29–38.
13. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. *Antioxidants*. 2019; 8(1): 20. <https://doi.org/10.3390/antiox8010020>
14. Abuelo A., Hernández J., Benedito J.L., Castillo C. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2015; 99(6): 1003–1016. <https://doi.org/10.1111/jpn.12273>
15. Fries C.A., Villamaria C.Y., Spencer J.R., Rasmussen T.E., Davis M.R. C1 esterase inhibitor ameliorates ischemia reperfusion injury in a swine musculocutaneous flap model. *Microsurgery*. 2017; 37(2): 142–147. <https://doi.org/10.1002/micr.30053>
16. Ponomarev V.S., Popova O.S. Effect of the “Gepaton” drug in combination with a phytosorption complex on the level of endogenic intoxication. *Issues of legal regulation in veterinary medicine*. 2020; (3): 124–125 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2020.3.124>
17. Tarasenko E.I., Sebezko O.I. Nitrogen metabolism in blackmoiled cattle of Kuzbass. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2024; (3): 267–276 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-267-276>
18. Ignatyeva N., Lavrentyev A. A new approach in selection. *Animal Husbandry of Russia*. 2017; (3): 35–36 (in Russian). <https://elibrary.ru/yjvlyz>

19. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Багиров В.А. Метаболический профиль коров при коррекции питания в конце сухостойного периода и начале лактации. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021; (1): 47–50. <https://doi.org/10.31857/S2500262721010117>

20. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Мишуров А.В., Короткий В.П., Рыжов В.А. Способ снижения энергетических дефицитов у новотельных коров. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2017; 53(3): 85–88. <https://elibrary.ru/zqwnwf>

21. Луцай В.И., Сибирцев В.Д., Неведов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2024; (9): 34–39. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

22. Киреев И.В., Оробец В.А., Пьянов Б.В. Антиоксидантный статус высокопродуктивных коров в различные периоды эксплуатации. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2022; 252: 117–121. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_117

23. Ланец О.В., Гринь В.А., Семененко М.П., Кузьмина Е.В. Фармакокоррекция метаболического и антиоксидантного профиля коров в ранний послетельный период. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2021; (3): 274–282. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-28>

24. Котович И.В., Позывайло О.П., Баран В.П., Ярошевич Т.М. Показатели липидного обмена, перексидного окисления липидов и антиоксидантной системы крови коров-первотелок на начальном этапе лактации. *Вестник Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта ім. І.П. Шамякіна*. 2018; (2): 33–39. <https://elibrary.ru/xuxmlt>

19. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Bagirov V.A. Metabolic Profile of Cows during Feeding Correction in the Late Dry Period and Early Lactation. *Russian Agricultural Sciences*. 2021; 47(2): 155–160. <https://doi.org/10.3103/S1068367421020026>

20. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Mishurov A.V., Korotky V.P., Ryzhov V.A. The method of minimizing energy deficits in newly-calved cows. *Scientific notes of the educational institution «Vitebsk Order of the Badge of Honor» State Academy of Veterinary Medicine*. 2017; 53(3): 85–88 (in Russian). <https://elibrary.ru/zqwnwf>

21. Lutsay V.I., Sibirtsev V.D., Nefedov A.M., Rudenko P.A. Level of prooxidant-antioxidant status in highly productive cows with comorbid obstetric, gynecological and orthopedic pathology. *Agrarian science*. 2024; (9): 34–39 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

22. Kireev I.V., Orobets V.A., Pyanov B.V. Antioxidant status of highly productive cows during different operation periods. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2022; 252: 117–121 (in Russian). https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_4_252_117

23. Lanets O.V., Grin V.A., Semenenko M.P., Kuzminova E.V. Pharmacological correction of the metabolic and antioxidant profile of cows in the early post-calving period. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2021; (3): 274–282 (in Russian). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-03-28>

24. Kotovich I.V., Pozvyailo O.P., Baran V.P., Yaroshevich T.M. Index for lipid exchange, peroxide oxidation and antioxidant system of first-calf cows determined in their early lactation cycle. *Vestnik of Muzur State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin*. 2018; (2): 33–39 (in Russian). <https://elibrary.ru/xuxmlt>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Владимирович Зайцев¹

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биоэкологии и физиологии сельскохозяйственных животных
Zaycev_vv1964@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5085-82734>

Надежда Владимировна Боголюбова²

доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных
652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Василий Павлович Короткий³

директор
himinvest@sandy.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9597-6836>

Лилия Михайловна Зайцева¹

кандидат сельскохозяйственных наук
lilyazaytseva75@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1996-5294>

Кирилл Алексеевич Кичапов¹

аспирант
Metelev98@list.ru.

Виктор Анатольевич Рыжов³

начальник отдела
woodnn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8275-9915>

¹Самарский государственный аграрный университет, ул. Учебная, 2, Кинель, Самарская обл., 446442, Россия

²Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, г. о. Подольск, Московская обл., 142132, Россия

³ООО Научно-технический центр «Химинвест», Нижне-Волжская набережная, 6/1, Нижний Новгород, 603001, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Vladimirovich Zaitsev¹

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Bioecology and Physiology of Farm Animals
Zaycev_vv1964@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5085-82734>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova²

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals
652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Vasily Pavlovich Korotky³

Director
himinvest@sandy.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9597-6836>

Liliya Mikhailovna Zaitseva¹

Candidate of Agricultural Sciences
lilyazaytseva75@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1996-5294>

Kirill Alekseevich Kichapov¹

Graduate Student
Metelev98@list.ru

Viktor Anatolyevich Ryzhov³

Head of Department
woodnn@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8275-9915>

¹Samara State Agrarian University, 2 Uchebnaya Str., Kinel, Samara Region, 446442, Russia

²L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia

³LLC Scientific and Technical Center “Khiminvest”, 6/1 Nizhne-Volzhskaya naberezhnaya, Nizhny Novgorod, 603001, Russia