

УДК 619:579.618.14-002.636.2

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39

В.И. Луцай¹ ✉

В.Д. Сибирцев¹

А.М. Нефедов¹

П.А. Руденко^{1, 2}

¹Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

✉ recaro21@bk.ru

Поступила в редакцию: 30.05.2024

Одобрена после рецензирования: 12.08.2024

Принята к публикации: 28.08.2024

© Луцай В.И., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М., Руденко П.А.

Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии

РЕЗЮМЕ

Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система защиты — это сбалансированная система, отвечающая за обработку и утилизацию липидов в клетках организма. Она играет важную роль в обмене липидов, защите клеток и поддержании здоровья организма в целом. Ее правильное функционирование необходимо для обеспечения оптимальной работы клеток и органов всего организма.

В статье клинико-экспериментально обоснована патогенетическая роль продуктов перекисного окисления липидов и уровня антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии. Показано, что полиморбидная манифестация сопровождается более тяжелым течением, чем отдельные заболевания. Установлено, что развитие послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у коров сопровождается высокодостоверным увеличением в сыворотке крови продуктов ПОЛ на фоне снижения количества антиоксидантных ферментов, за исключением церулоплазмينا. При этом указанные изменения сопровождаются резким скачком при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии у высокопродуктивных животных.

Ключевые слова: эндометрит, ортопедическая патология, коморбидное течение, пероксисомальная окислительная липид-связывающая активность, коровы.

Для цитирования: Луцай В.И., Сибирцев В.Д., Нефедов А.М., Руденко П.А. Уровень прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при коморбидном течении акушерско-гинекологической и ортопедической патологии. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 34–39.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39

Vladimir I. Lutsay¹ ✉

Vladimir D. Sibirtsev¹

Anton M. Nefedov¹

Pavel A. Rudenko^{1, 2}

¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia named Patrice Lumumba, Moscow, Russia

✉ recaro21@bk.ru

Received by the editorial office: 30.05.2024

Accepted in revised: 12.08.2024

Accepted for publication: 28.08.2024

© 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

ABSTRACT

The lipid peroxidation and antioxidant defense system is a balanced system responsible for the processing and utilization of lipids in the body's cells. It plays an important role in lipid metabolism, cell protection and overall health of the body. Its proper functioning is necessary to ensure optimal functioning of cells and organs throughout the body. The article clinically and experimentally substantiates the pathogenetic role of lipid peroxidation products and the level of antioxidant protection in cows with endometritis and purulent-necrotic processes in the finger area, as well as with the comorbid course of endometritis and orthopedic pathology. It has been shown that multimorbid manifestation is accompanied by a more severe course than individual diseases. It has been established that the development of postpartum endometritis and purulent-necrotic lesions of the limbs in cows is accompanied by a highly significant increase in lipid peroxidation products in the blood serum against the background of a decrease in the amount of antioxidant enzymes, with the exception of ceruloplasmin. Moreover, these changes are accompanied by a sharp jump in the comorbid course of endometritis and orthopedic pathology in highly productive animals.

Key words: endometritis, orthopedic pathology, comorbidity, lipid peroxidation, antioxidant system, cows

For citation: 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; 386(9): 34–39 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-34-39>

Введение/Introduction

Молочное скотоводство имеет стратегическое значение для развития аграрного сектора в экономике нашей страны. Современные условия рыночной конкуренции обуславливают развитие отрасли за счет увеличения продуктивности коров и технологического усовершенствования их содержания и эксплуатации [1, 2]. Рядом исследователей доказаны ведущая роль в возникновении бесплодия у коров несоответствий условий содержания физиологическим потребностям животных, несбалансированное кормление, нарушения эксплуатационного режима, неудовлетворительное санитарно-гигиеническое состояние помещений, нарушения технологии искусственного осеменения, отсутствие регулярного моциона, неполноценный запуск и т. д. При этом непосредственно главной причиной снижения интенсивности воспроизводства выступают акушерско-гинекологические патологии, приводящие к длительному бесплодию или даже полной потери половой функции у коров [3–7].

В ветеринарной медицине существует проблема коморбидного течения ряда заболеваний у коров, обусловленных ассоциациями условно-патогенной микрофлоры, циркулирующими в фермерских биоценозах и представляющих собой группу биогеоценологических факторных инфекций [1, 8–11].

Коморбидное течение гинекологической и ортопедической патологии у коров приводит к значительному экономическому ущербу, связанному со снижением показателей молочной продуктивности, затратами на проведение диагностических, лечебных, профилактических ветеринарных мероприятий [12–14].

Проблема значительного распространения нарушений репродуктивной функции и гнойно-некротических поражений в области пальцев у коров требует поиска новых способов ранней диагностики и коррекции данной патологии [15–19].

Переокисление липидов (ПОЛ) — антиоксидантная система (АОС) защиты. Это сбалансированная система, отвечающая за обработку и утилизацию липидов в клетках организма. Она играет важную роль в поддержании гомеостаза липидов и защите от окислительного стресса. Эта система помогает контролировать уровень липидов в клетках, регулирует процессы метаболизма, участвует в биосинтезе мембранных компонентов и в запасании энергии.

Кроме того, «ПОЛ-АОС» способствует защите клеток от повреждающего воздействия свободных радикалов и участвует в установлении иммунного ответа. Важность системы «ПОЛ-АОС» заключается в том, что ее нарушение может привести к развитию различных патологий, поэтому поддержание нормальной ее работы имеет большое значение для здоровья организма. Система «ПОЛ-АОС» играет важную роль в обмене липидов, защите клеток и поддержании здоровья организма в целом. Ее правильное функционирование необходимо для обеспечения оптимальной работы клеток и органов всего организма [20–24]. В связи с этим изучение прооксидантно-антиоксидантного баланса у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца является достаточно актуальным направлением для научных изысканий.

Цель работы — клинико-экспериментально обосновать патогенетическую роль продуктов перекисного окисления липидов и уровня антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Эксперимент проведен в соответствии с Международными биоэтическими нормами¹. Исследования проведены на базе АО «Воскресенское» (Воскресенский р-н, Московская обл., Россия) с общим поголовьем 1450 голов крупного рогатого скота, в том числе 830 коров.

Материалом для исследования служили высокопродуктивные коровы с острым гнойно-катаральным послеродовым эндометритом — группа 1-я ($n = 28$), животные с гнойно-некротическими заболеваниями в области пальца — группа 2-я ($n = 25$), при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии — группа 3-я ($n = 27$).

Ортопедическую диспансеризацию проводили ежемесячно, что позволило определить степень и характер деформаций, интенсивность разрушения копытного рога, динамику болезней копытцев у коров в течение календарного года. При этом особое внимание обращали на состояние копытцев (присутствие деформаций) и копытцевого рога (наличие в нем карманов, раковин, расслоений, трещин), постановку грудных и тазовых конечностей.

При проведении ортопедической диспансеризации 830 голов коров выявлены 64 (7,7% от общего количества исследованных) животных с признаками деформаций и поражений в области пальца. У коров чаще всего при проведении ортопедической диспансеризации регистрировали гнойный пододрматит, раны и язвы межпальцевой щели и язву Рустергольца. Значительно реже отмечали возникновение межпальцевой флегмоны и болезнь Мортелларо. При этом в большинстве случаев локализацию гнойно-воспалительных процессов регистрировали на тазовых конечностях.

У животных с наличием гнойно-некротических поражений в области пальцев в послеродовом периоде проводили акушерско-гинекологическую диспансеризацию на основании клинической манифестации методом трансректальной пальпации и ультразвуковым сканированием половых органов прибором Scanner Falco при частоте 8 мГц, по принятым в ветеринарной репродуктологии методикам². При этом определяли размеры и эхоплотность тканей, их однородность, эхохарактер функциональных и патологических структур.

У коров с ортопедической патологией клиническую манифестацию острого гнойно-катарального эндометрита отмечали на 4–6-е сутки после родов. При этом регистрировали выделение из матки тягучих желто-коричневых или серовато-белых лохий, иногда с хлопьевидными участками разрушенных корункулов и разлагающихся фрагментов последа.

На 8–12-е сутки у всех животных из влагища отмечено обильное выделение обильного слизисто-гнояного экссудата. При этом у животных слизистая оболочка влагища была гиперемирована, отечная, болезненная, с повышением местной температуры.

¹ Положения IV Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (ETS 123, 1986).

² Баймишев Х.Б., Землянкин В.В., Баймишев М.Х. Практикум по акушерству и гинекологии: учебное пособие. 2-е изд. (перераб. и доп.). Самара: РИЦ СГСХА. 2012; 300.

У большинства коров отмечали угнетение, отказ от корма и повышение общей температуры тела до 40 °С.

На основании клинических исследований установлено негативное влияние ортопедической патологии у коров на развитие в послеродовом периоде острого гнойно-катарального эндометрита.

У больных животных, а также коров из группы контроля ($n = 23$) отбирали кровь из яремной вены в утренние часы до кормления в стерильные пробирки для проведения биохимических исследований на базе лаборатории кафедры ветеринарной медицины «РОСБИОТЕХ».

Поглощение в образцах измеряли с помощью спектрофотометра (UN2CO-WFT2100, Шанхай, Китай). Интенсивность процессов «ПОЛ-АОС» в сыворотке крови оценивали, используя коммерческие наборы для колориметрического анализа (RANDOX Laboratories Ltd., Лондон, Великобритания), согласно инструкции производителя. При этом из показателей перекисного окисления липидов был определен уровень диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и молекул средней массы (МСМ).

Состояние антиоксидантной защиты оценивали по показателям активности супероксиддисмутазы (СОД), церулоплазмину (ЦП), каталазы (КТ), глутатионпероксидазы (ГЛП) и уровня общей антиоксидантной активности плазмы крови (ОАОА), который определяли по методике Р.А. Тимир-Булатова и Е.И. Селезнева³.

Расчеты проводили с помощью статистической программы Statistica 7.0. (StatSoft, USA) общепринятыми методами⁴. При проведении статистических расчетов предварительно оценивали нормальность распределения с помощью теста ANOVA. Рассчитывали доверительный интервал (CI), для 95%, среднюю арифметическую (Mean), среднеквадратическую ошибку (SE) и стандартное отклонение (SD). Достоверность разницы показателей рассчитывали по критерию Тьюки: между показателями контрольной и I–III опытными группами (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$); между показателями коров I и II групп (◇ $p < 0,05$; ◇◇ $p < 0,01$; ◇◇◇ $p < 0,001$); между показателями коров I и III групп († $p < 0,05$; †† $p < 0,01$; ††† $p < 0,001$); между показателями коров II и III групп (§ $p < 0,05$; §§ $p < 0,01$; §§§ $p < 0,001$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ветеринарная практика подтверждает существование у высокопродуктивных коров клинически выраженной ассоциированной связи между проявлением акушерских болезней и ортопедической патологии [13].

Поскольку липиды являются неотъемлемым компонентом клеточных мембран, повреждение клеточной мембраны, а именно фосфолипидного комплекса,

является одним из пусковых механизмов развития многих патологических процессов.

Основную роль в повреждении этих структур играют процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ). Они наряду с другими токсическими метаболитами и медиаторами воспаления вызывают деструкцию клеточных мембран, которая приводит к тяжелой дезорганизации функций органов и тканей организма, что сопровождается подавлением синтеза белков и иммунного статуса, а также является одним из пусковых механизмов патогенеза любых патологических процессов [21, 24].

Показатели прооксидантного статуса сыворотки крови у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца нашли свой отпечаток в таблице 1.

С помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) были установлены достоверные ($p < 0,001$) изменения уровня продуктов процессов перекисной окисления — диеновых конъюгатов, малонового диальдегида и молекул средней массы у животных первой, второй и третьей опытных групп — $F = 43,93$, $F = 37,11$, $F = 26,72$ соответственно.

В этом случае можно отвергнуть нулевую гипотезу о том, что исследуемые показатели ПОЛ у животных разных групп относятся к одной и той же генеральной совокупности. Впоследствии был проведен анализ множественных сравнений Тьюки для детального статистического анализа различий между опытными группами животных. При этом установлено высокодостоверное ($p < 0,001$) увеличение показателя ДК у коров I, II и III опытных групп в 1,79, 1,80 и 1,76 раза, соответственно, при сравнении со значением клинически здоровых животных.

Установлено, что у опытных животных I–III групп отмечается достоверный рост показателя МДА: на 46,3% — с $1,45 \pm 0,49$ до $2,70 \pm 0,45$ мкмоль/л; на 48,4% — с $1,45 \pm 0,49$ до $2,81 \pm 1,06$ мкмоль/л; на 56,8% — с $1,45 \pm 0,49$ до $3,36 \pm 0,43$ мкмоль/л соответственно. Выявлено достоверное ($p < 0,01$) увеличение малонового диальдегида при сравнении I и III групп в 1,24 раза, достоверное ($p < 0,05$) его увеличение при сравнении II и III опытных групп в 1,19 раза.

Следует отметить, что определено достоверное ($p < 0,001$) увеличение показателя МСМ у животных I и III групп в 1,29 и 1,44 раза, соответственно, при сравнении с показателями животных группы контроля.

Установлено достоверное ($p < 0,05$) снижение показателя МСМ при сравнении I и II опытных групп в 1,13 раза, с $0,35 \pm 0,05$ до $0,31 \pm 0,05$ усл. ед. Определено достоверный рост ($p < 0,01$) уровня молекул средней массы в сыворотке крови коров при сравнении показателей I и III групп в 1,11 раза, с $0,35 \pm 0,05$ до $0,39 \pm 0,06$ усл. ед.

Таблица 1. Уровень продуктов ПОЛ у коров при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии
Table 1. Level of lipid peroxidation products in cows with comorbid endometritis and orthopedic pathology

| Аналиты | Параметр | Контроль ($n = 23$) | Группы | | | ANOVA тест |
|---------------|----------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| | | | I ($n = 28$) | II ($n = 25$) | III ($n = 27$) | |
| ДК, ед/мл | M ± SD | $1,85 \pm 0,27$ | $3,31 \pm 0,72^{***}$ | $3,34 \pm 0,62^{***}$ | $3,26 \pm 0,37^{***}$ | $F = 43,93$ $p < 0,001$ |
| | 95% CI | 1,73–1,96 | 3,03–3,59 | 3,08–3,59 | 3,12–3,41 | |
| МДА, мкмоль/л | M ± SD | $1,45 \pm 0,49$ | $2,70 \pm 0,45^{***}$ | $2,81 \pm 1,06^{***}$ | $3,36 \pm 0,43^{***\ddagger\§}$ | $F = 37,11$ $p < 0,001$ |
| | 95% CI | 1,24–1,66 | 2,53–2,87 | 2,37–3,25 | 3,19–3,53 | |
| МСМ, усл. ед. | M ± SD | $0,27 \pm 0,03$ | $0,35 \pm 0,05^{***}$ | $0,31 \pm 0,05^\diamond$ | $0,39 \pm 0,06^{***\ddagger\§\ \}$ | $F = 26,72$ $p < 0,001$ |
| | 95% CI | 0,26–0,29 | 0,33–0,36 | 0,29–0,33 | 0,37–0,42 | |

³ Карбышев М.С., Абдуллаев Ш.П. Биохимия оксидативного стресса: учебно-методическое пособие. Москва. 2012; 60.

⁴ Шарафудинова Н.Х., Киреева Э.Ф., Николаева И.Е. и др. Статистические методы в медицине и здравоохранении: учеб. пособие. Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. 2018; 131.

($p < 0,01$), при сравнении показателей II и III групп на 20,5% — с $0,31 \pm 0,05$ до $0,39 \pm 0,06$ усл. ед. ($p < 0,001$) (критерий Тьюки).

Относительно низкий уровень свободных радикалов контролируется присутствием АОС, ферменты которой способны непосредственно контактировать и связываться с ними, защищая от повреждений клетки и ткани в организме. В норме АОС должна защищать клеточную стенку от избыточного переокисления, поэтому она является одной из значимых структур в поддержании гомеостаза организма. Даже при незначительных и кратковременных нарушениях в работе АОС могут возникнуть различные метаболические сбои, а более длительное наличие свободных радикалов в кровотоке может привести к необратимым повреждениям клеточной стенки органов и тканей [20–22].

Показатели уровня оксидативного стресса у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца приведены в таблице 2.

Методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) были установлены достоверные изменения показателя СОД в сыворотке крови животных разных опытных групп ($F = 91,25$, $p < 0,001$). При этом проведенный анализ множественных сравнений Тьюки при детальном статистическом изучении различий между опытными группами животных позволил установить высокодостоверное ($p < 0,001$) снижение уровня СОД в сыворотке крови коров I, II и III опытных групп в 1,49, 1,32 и 2,27 раза, соответственно, при сравнении с показателями клинически здоровых животных.

Показано, что при сравнении показателей СОД в сыворотке крови коров I и II групп выявлено достоверное ($p < 0,05$) увеличение на 11,9% — с $51,28 \pm 7,9$ до $58,24 \pm 5,81$ ед/л. Установлено высокодостоверное ($p < 0,001$) снижение уровня фермента супероксиддисмутазы при сравнении сыворотки крови животных I и III групп, II и III опытных групп на 34,1% и 41,9% соответственно (критерий Тьюки).

Были установлены с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) достоверные изменения уровня белка плазмы ЦП ($F = 84,35$, $p < 0,001$) у животных разных опытных групп. Так, мы наблюдали достоверное увеличение церуллоплазмينا в сыворотке крови животных I, II и III опытных групп в 1,54 ($p < 0,001$), 1,27 ($p < 0,01$) и 2,08 ($p < 0,001$) раза, соответственно, при сравнении с показателями здоровых коров.

Установлено, что при сравнении показателей уровня ЦП сыворотки крови коров I и II групп отмечается достоверное ($p < 0,01$) его снижение на 17,4% — с $126,32 \pm 11,84$ до $104,28 \pm 12,98$ мг/л.

Следует отметить, что при сравнении показателей ЦП в сыворотке крови коров I и III, II и III опытных групп выявлен высокодостоверный рост в 1,35 ($p < 0,001$) и 1,64 ($p < 0,001$) раза соответственно. Касательно гемсодержащего фермента класса оксидоредуктаз — каталазы. Установлено, что у коров I–III опытных групп регистрируется достоверное ($p < 0,001$) его снижение, соответственно, в 1,48, 1,39 и 2,37 раза при сравнении с выходными данными группы контроля. Помимо этого, выявлено высокодостоверное ($p < 0,001$) его снижение при сравнении показателей КТ в сыворотке крови коров I и III, II и III опытных групп на 37,7% и 41,1% соответственно.

При сравнительном анализе уровня ГЛП выявлено высокодостоверное ($p < 0,001$) его снижение в сыворотке крови коров I–III опытных групп в 1,63, 1,59 и 1,89 раза, соответственно, при сравнении с показателями животных группы контроля (ANOVA тест: $F = 42,23$, $p < 0,001$).

Общая антиоксидантная активность сыворотки крови (ОАОА) является интегральным показателем, который свидетельствует об уровне суммарной защиты организма от токсичных продуктов окислительного стресса [21]. Уровень ОАОА сыворотки крови у высокопродуктивных коров при эндометрите и ортопедической патологии, при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца приведен на рисунке 1.

Методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) выявлены высокодостоверные изменения уровня общей антиоксидантной активности сыворотки крови у животных разных групп ($F = 23,85$, $p < 0,001$).

Рис. 1. Уровень общей антиоксидантной активности у коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца, ммоль/л
Fig. 1. Level of general antioxidant activity in cows with comorbid endometritis and purulent-necrotic diseases in the finger area, mmol/l

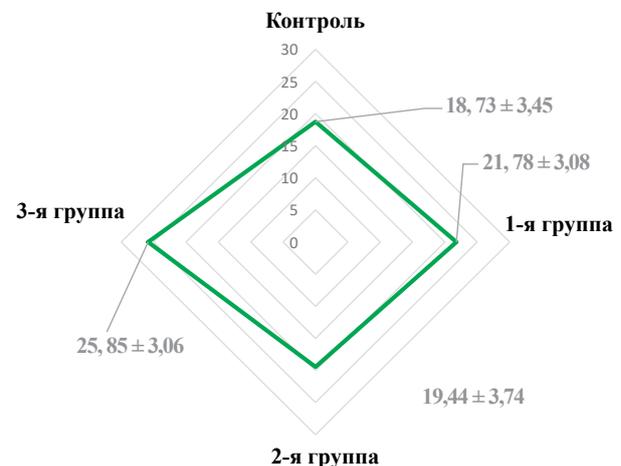


Таблица 2. Уровень антиоксидантных ферментов у коров при коморбидном течении эндометрита и гнойно-некротических заболеваний в области пальца

Table 2. Level of antioxidant enzymes in cows with comorbid endometritis and purulent-necrotic diseases in the toe area

| Аналиты | Параметр | Контроль (n = 23) | Группы | | | ANOVA тест |
|-----------|----------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|
| | | | I (n = 28) | II (n = 25) | III (n = 27) | |
| СОД, ед/л | M ± SD | 76,91 ± 13,72 | 51,28 ± 7,9*** | 58,24 ± 5,81***◇ | 33,81 ± 8,64***†††‡‡‡‡ | F = 91,2 p < 0,001 |
| | 95% CI | 70,97–82,85 | 48,22–54,35 | 55,84–60,64 | 30,39–37,23 | |
| ЦП, мг/л | M ± SD | 82,17 ± 5,19 | 126,32 ± 11,84*** | 104,28 ± 12,98**◇◇ | 171,22 ± 36,53 ***†††‡‡‡‡ | F = 84,35 p < 0,001 |
| | 95% CI | 79,93–84,42 | 121,73–130,91 | 98,92–109,64 | 156,77–185,67 | |
| КТ, ед/л | M ± SD | 1,02 ± 0,18 | 0,69 ± 0,26*** | 0,73 ± 0,16*** | 0,43 ± 0,11 ***†††‡‡‡‡ | F = 41,02 p < 0,001 |
| | 95% CI | 0,94–1,09 | 0,59–0,79 | 0,66–0,79 | 0,39–0,48 | |
| ГЛП, ед/л | M ± SD | 3,60 ± 0,81 | 2,21 ± 0,62*** | 2,26 ± 0,39*** | 1,90 ± 0,34 *** | F = 42,23 p < 0,001 |
| | 95% CI | 3,25–3,94 | 1,97–2,45 | 2,10–2,42 | 1,77–2,04 | |

Установлены достоверное ($p < 0,01$) увеличение уровня общей антиоксидантной активности сыворотки крови у коров, больных эндометритом, в 1,16 раза, высокодостоверное ($p < 0,001$) увеличение у животных при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии в 1,38 раза при сравнении с показателями группы контроля. Кроме этого, регистрировали высокодостоверный ($p < 0,001$) рост показателя ОАОА у коров при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии при сравнении с показателями коров I и II опытных групп на 15,7% — с $21,78 \pm 3,08$ до $25,85 \pm 3,06$ ммоль/л и на 24,8% — с $19,44 \pm 3,74$ до $25,85 \pm 3,06$ ммоль/л соответственно (критерий Тьюки).

Таким образом, установлена коморбидность послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у высокопродуктивных коров. При этом установлено, что полиморбидная манифестация сопровождается более тяжелым течением, чем отдельные заболевания. Это подтверждается проведенными исследованиями уровня продуктов ПОЛ и антиоксидантной защиты у коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

Выводы/Conclusion

Проведен детальный анализ прооксидантно-антиоксидантного статуса у высокопродуктивных коров при эндометритах и гнойно-некротических процессах в области пальца, при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии.

Установлено, что развитие послеродового эндометрита и гнойно-некротических поражений конечностей у коров сопровождается высокодостоверным увеличением в сыворотке крови продуктов ПОЛ на фоне снижения количества антиоксидантных ферментов, за исключением церулоплазмينا. При этом указанные изменения сопровождаются резким скачком при коморбидном течении эндометрита и ортопедической патологии у высокопродуктивных животных.

Показано, что детальное изучение показателей процессов ПОЛ-АОС при коморбидном течении акушерско-гинекологических и ортопедических заболеваний у крупного рогатого скота может иметь диагностическое и прогностическое значение течения воспалительного процесса и служить обоснованием применения того или иного протокола комплексной терапии, что, несомненно, позволит улучшить конечные результаты лечения.

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.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00172
<https://rscf.ru/project/24-26-00172/>

FUNDING

The research was supported by the Russian Science Foundation grant No. 24-26-00172
<https://rscf.ru/project/24-26-00172/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Rudenko P.A., Vatinikov Yu.A., Rudenko A.A., Rudenko V.B. Epizootический анализ животноводческих ферм, неблагополучных по факторным инфекциям. *Научная жизнь*. 2020; 15(4): 572–585. <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585>
- Kalashnikov V.A. Определение чувствительности к антибиотикам микрофлоры, выделенной из половых путей больных эндометритом коров. *Ветеринарна медицина. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Харків. 2004; 83: 107–110.
- Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
- Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
- Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M., Fegan N., Dunshea F.R., Warner R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*. 2020; 162: 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
- Юлдашбаев Ю.А., Ватников Ю.А., Руденко П.А., Руденко А.А. Особенности функционального состояния организма овец при стрессе. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство*. 2022; 17(2): 193–202. <https://doi.org/10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202>
- Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
- Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 1463. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
- Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
- Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American Journal of Veterinary Research*. 1991; 52(2): 184–188.

REFERENCES

- Rudenko P.A., Vatinikov Yu.A., Rudenko A.A., Rudenko V.B. Epizootic analysis of factor-infected cattle farms. *Scientific life*. 2020; 15(4): 572–585 (in Russian). <https://doi.org/10.35679/1991-9476-2020-15-4-572-585>
- Kalashnikov V.A. Determination of sensitivity to antibiotics of microflora, isolated from the genital tract of patients with endometritis of cows. *Veterinary medicine. Interdepartmental thematic scientific collection*. Kharkiv. 2004; 83: 107–110 (in Russian).
- Barański W., Baryczka A., Zduńczyk S., Tobolski D., Janowski T. Prevalence of subclinical endometritis in dairy cows that recovered after treatment of clinical endometritis with cephalixin and PGF_{2α}. *Theriogenology*. 2022; 192: 166–171. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.08.031>
- Nyabinwa P., Kashongwe O.B., Habimana J.P., d'Andre Hirwa C., Bebe B.O. Estimating prevalence of endometritis in smallholder zero-grazed dairy cows in Rwanda. *Tropical Animal Health and Production*. 2020; 52(6): 3135–3145. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02337-z>
- Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M., Fegan N., Dunshea F.R., Warner R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*. 2020; 162: 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Osawa T. Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development*. 2021; 67(5): 291–299. <https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052>
- Yuldashbaev Yu.A., Vatinikov Yu.A., Rudenko P.A., Rudenko A.A. Features of the functional state of the organism of sheep under stress. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022; 17(2): 193–202 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797x-2022-17-2-193-202>
- Hulek M., Sommerfeld-Stur I., Kofler J. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal*. 2010; 183(2): 161–165. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.001>
- Scarsella E., Zecconi A., Cintio M., Stefanon B. Characterization of Microbiome on Feces, Blood and Milk in Dairy Cows with Different Milk Leucocyte Pattern. *Animals*. 2021; 11(5): 1463. <https://doi.org/10.3390/ani11051463>
- Rudenko A., Glamazdin I., Lutsay V., Sysoeva N., Tresnitskiy S., Rudenko P. Parasitocenoses in cattle and their circulation in small farms. *E3S Web of Conferences*. 2022; 363: 03029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236303029>
- Todhunter D.A., Smith K.L., Hogan J.S., Schoenberger P.S. Gram-negative bacterial infections of the mammary gland in cows. *American Journal of Veterinary Research*. 1991; 52(2): 184–188.

12. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
13. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
14. Basbas C. *et al.* Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59. <https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>
15. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
16. Skovorodin E., Bogolyuk S., Yurina A. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.
17. Belaid M.A., Rodriguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>
18. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378. <https://doi.org/10.3390/v15061378>
19. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. A systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>
20. Mudroň P., Rehage J., Qualmann K., Sallmann H.P., Scholz H. A Study of Lipid Peroxidation and Vitamin E in Dairy Cows with Hepatic Insufficiency. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1999; 46(4): 219–224. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.1999.00206.x>
21. Руденко П.А. Интенсивность перекисного окисления липидов и активность антиоксидантной системы кошек при гнойно-воспалительных процессах. *Ветеринария*. 2016; (10): 45–48. <https://www.elibrary.ru/wzixjh>
22. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K. Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLoS ONE*. 2018; 13(3): e0193512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>
23. Al-Qudah K.M. Oxidant and antioxidant profile of hyperketonemic ewes affected by pregnancy toxemia. *Veterinary Clinical Pathology*. 2011; 40(1): 60–65. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00284.x>
24. Esmailinejad B., Tavassoli M., Samiei A., Hajipour N., Imani-Baran A., Farhang-Pajuh F. Evaluation of oxidative stress and antioxidant status, serum trace mineral levels and cholinesterases activity in cattle infected with *Anaplasma marginale*. *Microbial Pathogenesis*. 2018; 123: 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.07.039>
12. Shearer J.K., van Amstel S.R. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2017; 33(2): 283–300. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.03.001>
13. Kofler J., Geissbühler U., Steiner A. Diagnostic Imaging in Bovine Orthopedics. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2014; 30(1): 11–53. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.11.003>
14. Basbas C. *et al.* Unveiling the microbiome during post-partum uterine infection: a deep shotgun sequencing approach to characterize the dairy cow uterine microbiome. *Animal Microbiome*. 2023; 5: 59. <https://doi.org/10.1186/s42523-023-00281-5>
15. de Lima F.S. Recent advances and future directions for uterine diseases diagnosis, pathogenesis, and management in dairy cows. *Animal Reproduction*. 2020; 17(3): e20200063. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0063>
16. Skovorodin E., Bogolyuk S., Yurina A. Clinical, laboratory, and morphological diagnosis of diseases in the oviducts and paraovarian structures of cows. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2022; 86(3): 194–202.
17. Belaid M.A., Rodriguez-Prado M., López-Suárez M., Rodríguez-Prado D.V., Calsamiglia S. Parturition behavior changes in dry Holstein cows at risk of postpartum diseases. *Journal of Dairy Science*. 2021; 104(4): 4575–4583. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18792>
18. Liu Z. *et al.* Application of Flow Cytometry in the Diagnosis of Bovine Epidemic Disease. *Viruses*. 2023; 15(6): 1378. <https://doi.org/10.3390/v15061378>
19. Dutton-Regester K.J., Barnes T.S., Wright J.D., Alawneh J.I., Rabiee A.R. A systematic review of tests for the detection and diagnosis of foot lesions causing lameness in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*. 2018; 149: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.003>
20. Mudroň P., Rehage J., Qualmann K., Sallmann H.P., Scholz H. A Study of Lipid Peroxidation and Vitamin E in Dairy Cows with Hepatic Insufficiency. *Journal of Veterinary Medicine Series A*. 1999; 46(4): 219–224. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.1999.00206.x>
21. Rudenko P.A. Lipid peroxidation and antioxidant system activity in cats with inflammatory processes. *Veterinary medicine*. 2016; (10): 45–48 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wzixjh>
22. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K. Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLoS ONE*. 2018; 13(3): e0193512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>
23. Al-Qudah K.M. Oxidant and antioxidant profile of hyperketonemic ewes affected by pregnancy toxemia. *Veterinary Clinical Pathology*. 2011; 40(1): 60–65. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00284.x>
24. Esmailinejad B., Tavassoli M., Samiei A., Hajipour N., Imani-Baran A., Farhang-Pajuh F. Evaluation of oxidative stress and antioxidant status, serum trace mineral levels and cholinesterases activity in cattle infected with *Anaplasma marginale*. *Microbial Pathogenesis*. 2018; 123: 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.07.039>

ОБ АВТОРАХ

Владимир Иванович Луцый¹

доктор ветеринарных наук,
заведующий кафедрой ветеринарной медицины
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Владимир Дмитриевич Сибирцев¹

аспирант кафедры ветеринарной медицины
sibircev_vd@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5302-3321>

Антон Максимович Неведов¹

аспирант кафедры ветеринарной медицины
goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

Павел Анатольевич Руденко^{1, 2}

доктор ветеринарных наук, профессор Департамента
ветеринарной медицины
pavelrudenko76@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>

¹Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, 125080, Россия

²Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, ул. им. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Vladimir Ivanovich Lutsay¹

Doctor of Veterinary Sciences, Head
of the Department of Veterinary Medicine
recaro21@bk.ru
<https://orcid.org/0009-0003-4668-2545>

Vladimir Dmitrievich Sibirtsev¹

Postgraduate Student of the Department of Veterinary Medicine
sibircev_vd@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5302-3321>

Anton Maksimovich Nefedov¹

Postgraduate Student of the Department of Veterinary Medicine
goose322@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-6908-2895>

Pavel Anatolyevich Rudenko^{1, 2}

Doctor of Veterinary Sciences, Professor
of the Department of Veterinary Medicine
pavelrudenko76@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0418-9918>

¹Russian Biotechnological University,
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba,
6 Miklukho-Maclay Str., Moscow, 117198, Russia