



DOI 10.22363/2312-797X-2025-20-1-79-87  
EDN HOTXPC  
УДК 619:618+619:616.9

Научная статья / Research article

## Анализ уровня С-реактивного белка в жидкости из полости матки у дойных коров

Г.М. Фирсов 

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Российская Федерация  
✉ [firsovgm@yandex.ru](mailto:firsovgm@yandex.ru)

**Аннотация.** Нарушения в работе иммунной системы, травмы половых путей и изменения в микробиотическом составе матки в послеродовой период часто становятся причиной метрита или, в долгосрочной перспективе, возникновения гнойных выделений из влагалища. Ранее осуществленные анализы выявили, что концентрация сывороточного белка С-реактивного протеина у коров, пораженных метритом, значительно превышает показатели в группе здоровых животных, выступающей в роли контроля. Цель исследования — изучение изменения концентрации С-реактивного белка (СРБ), который служит индикатором воспалительных процессов при диагностике, в экссудате из маточной полости у молочных животных после родов. Научные работы проводили с 2020 по 2024 г. на базе ООО «СП «Донское»» (Волгоградская область). Уровень СРБ в жидкостях, полученных после промывания матки, а также в плазменных пробах определяли с использованием иммуноферментного анализа (ELISA), применительно к серии образцов и набору для диагностики данного биомаркера. Исследования в лаборатории проводили согласно инструкциям, предоставленным производителем аналитического оборудования и необходимых реактивов. Выявлены модификации в содержании СРБ в составах для спринцевания матки у коров на протяжении опыта. В растворах для промывания полости матки у здоровых коров из контрольного ряда средний уровень СРБ достигал  $23,62 \pm 8,94$  нг/мл, тогда как у животных экспериментальной группы, страдающих метритом, этот показатель был значительно выше и составлял  $67,26 \pm 26,32$  нг/мл. Наблюдался разброс в концентрациях СРБ у коров двух групп, что свидетельствует об их различной иммунной активности. Сделан вывод о том, что определение концентрации СРБ в жидкости матки может быть действенным методом для выявления воспалительных состояний в этом органе.

**Ключевые слова:** ELISA, острая фаза, острый воспалительный ответ, промывание матки, Волгоградская область

**Благодарности.** Автор выражает благодарность всем сотрудникам кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, заразных болезней и морфологии Волгоградского государственного аграрного университета за помощь в проведении исследований.

**Заявление о конфликте интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

---

© Фирсов Г.М., 2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

**История статьи:** поступила в редакцию 6 декабря 2024 г., принята к публикации 11 января 2025 г.

**Для цитирования:** Фирсов Г.М. Анализ уровня С-реактивного белка в жидкости из полости матки у дойных коров // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2025. Т. 20. № 1. С. 79—87. doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-79-87 EDN HOTXPC

## Analysis of C-reactive protein levels in uterine fluid of dairy cows

Grigory M. Firsov 

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

✉ firsovgm@yandex.ru

**Abstract.** The aim is to study changes in the concentration of C-reactive protein, which serves as an indicator of inflammatory processes in diagnostics, in the exudate from the uterine cavity of dairy animals after parturition. In the period from 2020 to 2024, in the Volgograd Region, scientific work was carried out on the basis of LLC "SP 'Donskoye'". The level of C-reactive protein in the fluids obtained after uterine lavage and in plasma samples was determined using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) on a series of samples and a diagnostic kit for this biomarker. The studies in the laboratory were carried out according to the instructions provided by the manufacturer of the analytical equipment and the necessary reagents. The study revealed modifications in the content of C-reactive protein (CRP) both in blood plasma and in the uterine syringing solutions in cows throughout the experiment. In the uterine lavage solutions of healthy cows from the control series, the average CRP level reached  $23.62 \pm 8.94$  ng/ml, whereas in the animals of the experimental group suffering from metritis this indicator was significantly higher and amounted to  $67.26 \pm 26.32$  ng/ml. There is a spread in the concentrations of C-reactive protein in cows of the two groups, which indicates their different immune activity. The study aims to evaluate C-reactive protein as a potential indicator of inflammation during uterine healing after labor. Based on the results, it can be concluded that determining the concentration of this protein in uterine fluid may be an effective method for identifying inflammatory conditions in this organ.

**Keywords:** ELISA, acute phase, acute inflammatory response, uterine lavage, Volgograd region

**Acknowledgments.** The author expresses gratitude to all employees of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Infectious Diseases and Morphology of the Volgograd State Agrarian University for their assistance in conducting the research.

**Conflicts of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Article history:** received 6 December 2024, accepted 11 January 2025.

**For citation:** Firsov GM. Analysis of the level of C-reactive protein in the fluid from the uterine cavity of dairy cows. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2025; 20(1): 79—87. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2025-20-1-79-87 EDN HOTXPC

### Введение

Фаза послеродового периода представляет собой ключевой момент для благополучия и молочной продуктивности коров [1]. После рождения теленка репродуктивная система коровы возвращается к своему обычному состоянию до беременности.

В матке происходят сокращение мышечного слоя и воспалительные процессы в слизистой оболочке, что необходимо для избавления от плаценты и предотвращения инфекций, включая те, которые вызываются патогенными бактериями. Микроорганизмы бактериального происхождения, задерживающиеся в маточной полости после процесса родов, обнаруживаются системой врожденного иммунитета. В результате этого процесса наблюдается перемещение воспалительных элементов крови, включая лимфоциты и нейтрофилы, к участкам репродуктивной системы, где локализованы патогенные микроорганизмы.

Протеины острого воспалительного ответа выполняют разнообразные функции, благодаря которым они борются с бактериальными агентами, снижают степень травмирования тканей и способствуют их восстановлению [2]. В ветеринарной практике С-реактивный белок (СРБ) применяется как показатель наличия воспалительного процесса, а также для мониторинга эффективности терапевтических мероприятий в случае воспалительных патологий [3]. Исследования, проведенные ранее в Беларуси (2020) и нами в Волгоградской области (2023) [1, 4], показали, что у коров, страдающих метритом, уровень сывороточного СРБ был значительно выше, чем у здоровых животных из контрольной группы. Составляющим элементом СРБ является негликолизированный протеин, включающий пять компонентов. Он взаимодействует с липополисахаридными структурами, которые обнаруживаются в оболочках микроорганизмов, таких как бактерии и грибы [5]. В клинических исследованиях, направленных на анализ СРБ в качестве показателя системного воспаления, преобладает изучение его концентрации, но случаи использования СРБ в качестве индикатора для отслеживания воспалительных реакций в конкретных органах, включая матку, встречаются крайне редко. Исследование Ando, Y et al. из Японии [6] обнаружило повышенное содержание  $PGF_{2\alpha}$  и СРБ в эндометрии. Высокие уровни этих веществ в крови могут служить признаками, позволяющими определить животных с риском развития задержки плаценты или метрита [7].

СРБ не только обладает высокой способностью обнаруживать воспалительные процессы, он также эффективно откликается на лечебные процедуры. Это делает СРБ ценным инструментом для мониторинга и управления терапевтическим процессом в случае различных заболеваний, характеризующихся увеличением уровня этого маркера [8–15].

**Цель исследования** — анализ колебаний уровня СРБ, являющегося неспецифическим показателем, указывающим на наличие острого воспаления в жидкости из полости матки после отела у животных молочного направления.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2020–2024 гг. в ООО «СП „Донское“», расположенном в Калачевском районе Волгоградской области России, с опорой на диагностические данные, предоставленные коровами голштинской породы с примесью фризской, достигшими трех-пятилетнего возраста и имеющими

средний годовой объем молока в пределах 8560...8942 кг. В процессе экспериментального исследования участвовали коровы контрольной группы здоровых животных ( $n = 16$ ) и опытной группы ( $n = 16$ ) больных метритом коров. Критерии для установления клинических диагнозов в случае послеродовых патологий у коров включали следующие положения: метрит считался клиническим, если воспаление матки возникало в первые три недели после родов, характеризуясь увеличением ее размеров и наличием гнойных выделений из половых путей; эндометрит диагностировался как клинический, когда инфекционный процесс начинался спустя 21 день после отела, сопровождаясь слизисто-гнойными или гнойными выделениями, которые могли быть обнаружены с помощью ректального обследования и ультразвукового сканирования; субклинический эндометрит определяли при отсутствии явных симптомов воспаления матки после родов, что обнаруживалось в ходе репродуктивной диагностики. Для анализа цитологического материала использовали цитощетку, образцы с которой наносили на стекла, фиксировали и окрашивали по методу Райта — Гимза. Подсчет клеток матки и нейтрофилов проводился микроскопически. Диагноз ставился при выявлении более 5 % полиморфноядерных нейтрофилов среди 200 клеток. Во время проведения исследований не был установлен диагноз воспаления цервикального канала матки.

Уровень СРБ определяли посредством иммуноферментного анализа в формате sandwich с применением стандартных наборов для ELISA. Измерение оптических плотностей осуществляли с помощью автоматизированного ридера для микропланшетов.

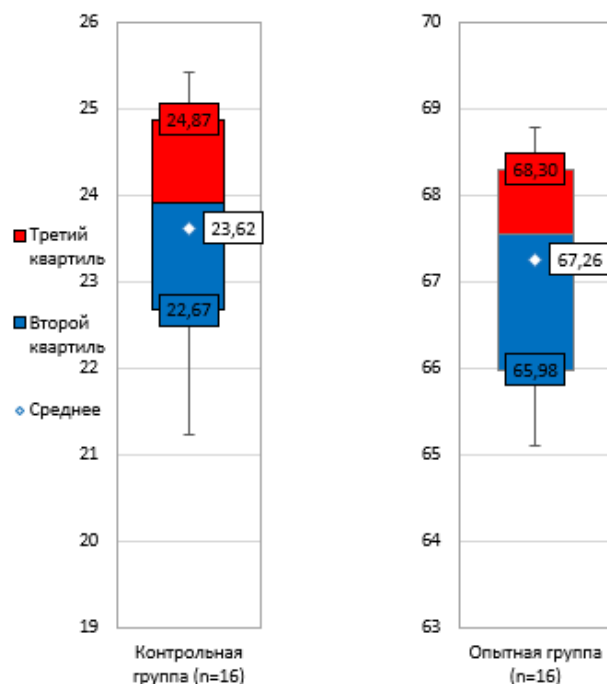
Перед процедурой орошения полости матки выполняли вагинальный осмотр. Перед вагинальным осмотром проводилась тщательная гигиеническая обработка половых губ с использованием воды и мыла, а также осуществлялась дезинфекция рук врача этанолом для предотвращения риска инфекционных осложнений в области влагалища и цервикального канала. Проводили пальпаторное ректальное исследование прямой кишки для анализа секрета из маточных труб в область шейки матки, определения степени раскрытия зева матки и оценки состояния репродуктивных органов непосредственно перед началом орошения.

Примеры образцов для лаважа были переданы в исследовательскую лабораторию в кратчайшие сроки, всего за один час, помещены в центрифугу и вращались с ускорением 760 об/мин на протяжении пяти минут. Содержание СРБ в растворах, полученных при промывке матки, а также в плазменных образцах измеряли методом иммуноферментного анализа (ELISA) с применением повторных порций и комплекта для определения данного белка. Лабораторные исследования были выполнены согласно рекомендациям, которые предоставил производитель оборудования и реагентов. Значения представлены в виде среднего показателя  $\pm$  стандартного отклонения. Для выявления статистических различий между средними величинами применялся анализ дисперсии с повторными замерами и U-критерий Манна — Уитни. Различия признавались значимыми при значениях  $p$ , меньших 0,05.

## Результаты исследования и обсуждение

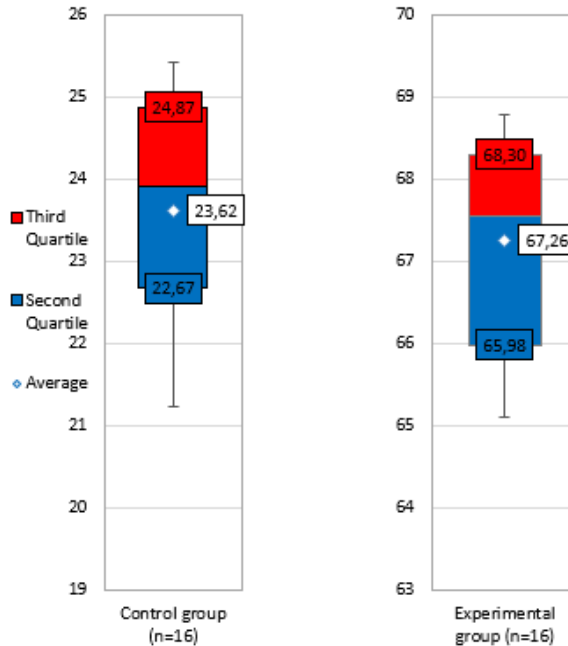
Анализы выявили, что у коров с метритом отмечается достоверное снижение концентрации мочевины и креатинина по сравнению с группой здоровых особей ( $p < 0,05$ ). У животных, страдающих метритом, уровень ферментов аспарагинаминотрансферазы и  $\gamma$ -глутамилтранспептидазы в плазме крови был значительно повышен ( $p < 0,05$ ) относительно показателей контрольной группы. При этом у коров с воспалением матки наблюдалось уменьшение содержания холестерина и кальция ( $p < 0,05$ ).

Уровень СРБ в жидкости, используемой для промывания матки (рис. 1), был значительно ниже у животных контрольной группы по сравнению с показателями животных опытной группы. Средняя концентрация СРБ в растворах для промывания матки у коров контрольной группы составила  $23,62 \pm 8,94$  нг/мл против  $67,26 \pm 26,32$  нг/мл у коров опытной группы больных метритом. U-критерий Манна — Уитни составил 0,000 при асимптотической двусторонней значимости 0,001. Таким образом средняя концентрация СРБ у коров контрольной группы и у коров опытной группы больных метритом статистически достоверна при значении  $p \geq 0,001$ .



**Рис. 1.** Уровень С-реактивного белка, нг/мл, в растворах для промывания матки у коров контрольной и опытной групп

Источник: составлено Г.М. Фирсовым.

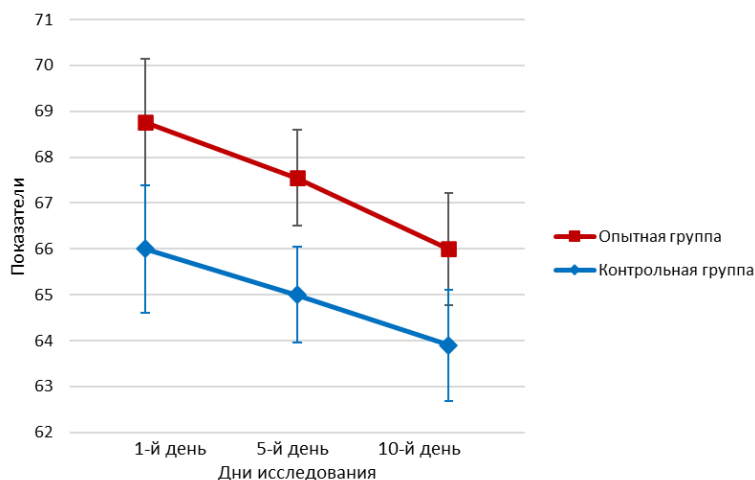


**Fig. 1.** The level of C-reactive protein, ng/ml, in solutions for uterine lavage in cows of the control and experimental groups

Source: compiled by G.M. Firsov.

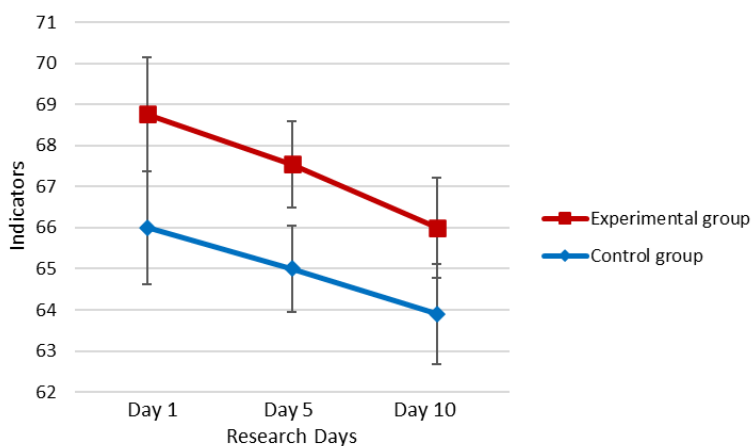
На рис. 2 отмечено отсутствие взаимосвязи между содержанием СРБ в жидкостях из матки и сыворотки крови. Однако выявлена статистически значимая связь ( $r = 0,54$ ,  $p < 0,1$ ) между концентрацией СРБ в промывных жидкостях и соотношением суммы нейтрофилов и лимфоцитов на 1-, 5- и 10-й день контрольной и опытной групп послеродового периода.

Беременность оказывает серьезное воздействие на функционирование иммунной системы. Важные взаимоотношения между иммунными механизмами и элементами репродуктивной системы играют ключевую роль в обеспечении успешного вынашивания плода, однако они же способствуют ослаблению иммунитета, что увеличивает вероятность развития заболеваний. Рождение телят и сопутствующие метаболические осложнения могут стать серьезным испытанием для здоровья коровы. В ответ на стресс в организме животного может запуститься механизм острого воспалительного ответа, что обычно сопровождается повышенной продукцией белков острой фазы в печени. Исследователи [8] выявили корреляцию между увеличенным уровнем белков острой воспалительного ответа и травматизацией тканей, обусловленной усиленной деятельностью миометрия в период отхождения плода, процессами инволюции матки, а также явлениями дегенерации и восстановления эндометрия.



**Рис. 2.** Уровни СРБ в матке и сыворотке крови на 1-й, 5-й и 10-й день контрольной и опытной групп послеродового периода

Источник: сделано Г.М. Фирсовым.



**Fig. 2.** CRP levels in the uterus and blood serum on the 1st, 5th and 10th day of the control and experimental groups of the postpartum period

Source: compiled by G.M. Firsov.

Исследования в Испании [9] показывают, что у крупного рогатого скота высокие уровни белков, связанных с острым воспалением (в частности СРБ), коррелируют с увеличением концентрации кортизола в ответ на стрессовые ситуации. Тем не менее, несмотря на общую тенденцию к подобной реакции, ее интенсивность может значительно колебаться среди разных особей: одни животные проявляют ярко выраженный ответ, в то время как другие реагируют слабо или почти незаметно. Подобное было установлено в нашем исследовании. Исследование Бригадирова Ю.Н. и др. из Беларуси [3] выявило, что синтез острых фазовых белков неодинаков как между разными видами животных, так

и среди особей одного вида. Различная степень вариабельности в уровнях СРБ у коров обеих групп указывает на их разнообразную активность. Сопоставимые результаты получены и нами.

## Заключение

Изучался С-реактивный белок в качестве возможного показателя воспалительного процесса в период восстановления матки после родов. Полученные данные подтвердили, что анализ уровня СРБ в маточной жидкости может служить эффективным способом диагностики воспалительных процессов в матке. В течение определенного контролируемого временного промежутка были отмечены заметные колебания в уровнях СРБ. Тем не менее, анализ этих метаболитов необходимо осуществлять в комплексе с детальным изучением истории болезни и всесторонним ветеринарным осмотром каждого животного.

## Список литературы / Referenses

1. Skorikov V, Mikhalev V, Chusova G, Akulova K. Morphological blood indicators and level of proinflammatory cytokines in clinically healthy cows and those with postpartum metritis. *uchenyje-zapiski-uovgavm*. 2023;59(3):34—38. (In Russ.). doi: 10.52368/2078-0109-2023-59-3-34-38. EDN: OZMSOT  
Скориков В.Н., Михалев В.И., Чусова Г.Г., Акулова К.О. Морфологические показатели крови и уровень провоспалительных цитокинов у клинически здоровых коров с послеродовым метритом // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2023. Т. 59. № 3. С. 34—38. doi: 10.52368/2078-0109-2023-59-3-34-38. EDN: OZMSOT
2. Talha A, Koca D, Nak Y, Şahin ME, Özyiğit MÖ, Nak D. Investigation of relationships between serum lactate, acute phase proteins, pro/antiinflammatory cytokine levels, and metritis formation in Holstein dairy heifers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2023 Jan 1;47(3):176—84. doi: 10.55730/1300-0128.4284 EDN: YNSWMO
3. Brigadиров YuN, Kotsarev VN, Ermolova TG, Perepelkina IS, Kopytina KO, Vladimirova YuYu, Ponomareva Yu O. The state of homeostasis in sows with inflammatory processes in the reproductive organs. *Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine*. 2020;56(4):26—31. (In Russ.). EDN: PPGAHE  
Бригадиров Ю.Н., Коцарев В.Н., Ермолова Т.Г., Перепелкина И.С., Копытина К.О., Владимирова Ю.Ю., Пономарева Ю.О. Состояние гомеостаза у свиноматок при воспалительных процессах в репродуктивных органах // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2020. Т. 56. № 4. С. 26—31. EDN: PPGAHE
4. Firsov GM, Ryadnov AA, Ryadnova TA, Morozova ZCh, Budtuev OV. Study of non-specific infections of the cow uterus. *Izvestiya NV AUK*. 2024;(1):180—188. (In Russ.). doi: 10.32786/2071-9485-2024-01-20 EDN: YWYMKV  
Фирсов Г.М., Ряднов А.А., Ряднова Т.А., Морозова З.Ч., Будтуев О.В. Исследование неспецифических инфекций матки коров // Известия НВ АУК. 2024. № 1(73). С. 180—188. doi: 10.32786/2071-9485-2024-01-20 EDN: YWYMKV
5. Garzon A, Habing G, Lima F, Silva-del-Rio N, Samah F, Pereira R. Defining clinical diagnosis and treatment of puerperal metritis in dairy cows: A scoping review. *Journal of Dairy Science*. 2022 Apr;105(4):3440—3452. doi: 10.3168/jds.2021-21203 EDN: YDOGHC
6. Yuki A., Dai I., Hideshige S., Natsumi E., Tomomi T. Changes in the C-reactive protein and 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F<sub>2α</sub> concentrations of uterine lavage samples after the administration of povidone-iodine in cows. *J Vet Med Sci*. 2022;84(10):1373—1376. doi: 10.1292/jvms.22-0249
7. Figueiredo C, Merenda V, de Oliveira E, Lima F, Chebel R, Galvão K, et al. Failure of clinical cure in dairy cows treated for metritis is associated with reduced productive and reproductive performance. *Journal of Dairy Science*. 2021;104(6):7056—7070. doi: 10.3168/jds.2020-19661



8. Avcilar T, Koca D, Nak Y, Şahin ME, Özyiğit MÖ, Nak D. Investigation of relationships between serum lactate, acute phase proteins, pro/antiinflammatory cytokine levels, and metritis formation in Holstein dairy heifers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*. 2023;47(3):176–184. doi: 10.55730/1300-0128.4284
9. Vallejo-Mateo PJ, Contreras-Aguilar MD, Muñoz-Prieto A, Botia M, Tvarijonaviciute A, Rubio CP, et al. Saliva as a Potential Source of Biomarkers in Cows with Metritis: A Pilot Study. *Veterinary Sciences*. 2024;11(9):446. doi: 10.3390/vetsci11090446
10. Schmitt R, Pieper L, Gonzalez-Grajales LA, Swinkels J, Gelfert C, Staufenbiel R. Evaluation of different acute-phase proteins for herd health diagnostics in early postpartum Holstein Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Research*. 2021;88(1):33–37. doi: 10.1017/S0022029921000078
11. Casaro S, Prim J, Gonzalez T, Bisinotto R, Chebel R, Marrero M, et al. Unraveling the immune and metabolic changes associated with metritis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(12):9244–9259. doi: 10.3168/jds.2023-23289
12. Chebel RC. Predicting the risk of retained fetal membranes and metritis in dairy cows according to prepartum hemogram and immune and metabolic status. *Preventive Veterinary Medicine*. 2021 Feb;187:105204. doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105204
13. Yáñez U, Herradón PG, Becerra JJ, Peña AI, Quintela LA. Relationship between Postpartum Metabolic Status and Subclinical Endometritis in Dairy Cattle. *Animals*. 2022 Jan 20;12(3):242. doi: 10.3390/ani12030242
14. Silva JCC, Brighenti L, Siqueira LC, Rodrigues MX, Zinicola M, Pomeroy B, et al. Testing the Induction of Metritis in Healthy Postpartum Primiparous Cows Challenged with a Cocktail of Bacteria. *Animals*. 2023;13(18):2852. doi: 10.3390/Ani13182852
15. Malledevarahalli Chandrappa S, Pascottini OB, Opsomer G, Meineri G, Martino NA, Banchi P, et al. Circulating and endometrial cell oxidative stress in dairy cows diagnosed with metritis. *Theriogenology*. 2023;198:217–223. doi: 10.1016/j.theriogenology.2022.12.045

#### **Об авторах:**

*Фирсов Григорий Михайлович* — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, заразных болезней и морфологии, Волгоградский государственный аграрный университет, Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26; e-mail: firsovgm@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-1262-6532 SPIN-код: 8781-7218

#### **About authors:**

*Firsov Grigory Mikhailovich* — Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Infectious Diseases and Morphology, Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetsky ave., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: firsovgm@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-1262-6532 SPIN-code: 8781-7218