

doi.org/10.31043/2410-2733-2023-1-96-103

УДК: 611.013.395.018.1:636.082.453.52/.53

А. В. Филатова¹, Б. М. Тшивале¹, Г. С. Никитин², В. С. Авдеенко²

Санитарное качество молока у коров с репродуктивными патологиями в молочном предприятии при использовании различных систем доения

Аннотация.

Цель: установить роль репродуктивных патологий у высокоудойных коров в снижении санитарного качества молока на молочных предприятиях с использованием различных систем доения.

Материалы и методы. Исследования проведены в условиях высокотехнологических молочных предприятий, использующих системы роботизированного доения GEA Dairy ProQ и Ley Astronaut с продуктивностью коров более 11 тонн молока за лактацию. Под наблюдением находилось 4659 лактирующих коров. Отбор образцов маточных выделений, образцов с сосков вымени, поверхности аногенетальной области, молочной железы и молока для бактериологических исследований проводили стерильно, затем осуществляли их посев на питательные среды.

Результаты. Содержимое матки при пиометре в 80% контаминировано микроорганизмами: *S. dysgalactiae* – 29,1%, *S. aureus* – 26,4%, *E. coli* – 24,2%, и *S. agalactiae* – 20,3%. У 12% коров микрофлору выделяли в монокультуре. Образцы молока, полученного от коров, больных патологией матки и использующих роботизированное доение Ley Astronaut, показали в 1,72 раза ниже санитарную безопасность, в сравнении с образцами, полученными от клинически здоровых животных, использующих систему роботизированного доения GEA Dairy ProQ.

Заключение. В образцах молока, полученного от больных коров, использующих систему роботизированного доения Ley Astronaut, при микробиологическом исследовании установлено снижение санитарного качества молока, что является препятствием при производстве сыров.

Ключевые слова: микробиология матки, санитария молока, системы доения – робот-дойер GEA Dairy ProQ, робот-дойер Ley Astronaut.

Авторы:

Филатова Алена Владимировна – кандидат биологических наук; e-mail: avdeenko-8686@mail.ru;

Тшивале Белизариу Мануэль – аспирант; e-mail: larabaw2011@gmail.com;

Никитин Георгий Сергеевич – кандидат ветеринарных наук; e-mail: nikitin.g.s007@mail.ru;

Авдеенко Владимир Семенович – доктор ветеринарных наук; e-mail: avdeenko0106@mail.ru.

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова; 410003, Россия, Саратовская обл., г. Саратов, проспект им. П. Столыпина, здание 4, стр. 3.

² Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская 5.

Введение. Одним из факторов, определяющих вероятность заболевания матки, по данным В. Д. Кочарян и др., [1] и С. О. Лощина и др. [2], является частота встречаемости факторов риска репродуктивных патологий – это прежде всего повреждение эндометрия в период родовспоможения, отрицательный энергетический баланс после родов и не соблюдение гигиены при оказании родовспоможения. Исследованиями Н. В. Родина и др., [3]; Г. М. Фирсова и др. [4] и С. С. Karstrup et al. [9] доказано, что бактери-

альные инфекции эндометрия, вызывающие воспаление матки после родов у современного молочного скота, содержащегося в крупных высокотехнологических молочных предприятиях, приводят к снижению продуктивности и длительному бесплодию.

S. Bademkiran et al. [5] представил данные записей от 97318 лактирующих коров с заболеванием клиническим метритом, которая составила 21%, а по данным M. Drillich et al. [7] было поражено 16,9% из 1865 коров и варьирует в за-

висимости от породы, страны, а по данным публикаций М. J. W. Dohmen et al. [6] от уровня молочной продуктивности стада и систем доения.

Послеродовые заболевания матки М. Feldmann et al. [8], S. G. Moore et al. [10] и I. M. Sheldon et al. [13] связывают с бактериальным фактором, в частности *E. coli*, *Trueperella pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum*, *Prevotella* и *Bacteroides*, что обуславливает длительное симптоматическое бесплодие. Более поздние опыты J. P. Timothy et al. [11] и I. Sannmann et al. [12] с использованием музейных штаммов аэробных и анаэробных культур подтвердили участие *E. coli*, *T. pyogenes* в воспалении матки у коров после отела. В связи с этим I. M. Sheldon et al. [14] и S. C. Surinder et al. [15], K. Wagener et al. [16] отмечают, что наиболее распространенными патогенными организмами все-таки являются *S. dysgalactiae*, *S. aureus*, *S. agalactiae* и *C. bovis*.

A. V. Filatova et al. [17] считает, что гнойно-катаральное воспаление матки имеет бактериальное происхождение и в 80,0% случаев параллельно вызывает мастит, который снижает санитарное качество молока, аналогичными бактериями: *E. coli*, *S. uberis*, *S. aureus*, *S. dysgalactiae* и *S. agalactiae*.

Цель исследования: установление факторов снижения санитарного качества молока на молочных предприятиях, использующих современные роботизированные системы доения.

Материалы и методы. Эксперименты выполнены в высокотехнологичных современных молочных предприятиях, использующих современные системы роботизированного доения GEA Dairy ProQ и Ley Astronaut с продуктивностью коров более 11 тонн молока за лактацию - Ленинградской, Саратовской и Волгоградской областей. Всего под наблюдением находилось 4659 коров. Клиническую диагностику клинического метрита и субклинического мастита у первотелок и коров проводили в рамках акушерско-гинекологической диспансеризации. При диагностике гнойно-катарального воспаления бывшего гравидного рога матки у бесплодных коров учитывали степень открытия шейки матки и выделяемого из половых органов экссудата. При пиометре экссудат содержал пленки и хлопья белого цвета, запах гноя, с примесью крошек и сгустков фибрина.

Микробиологические исследования стерильно полученных образцов маточных выделений и смывов с поверхности сосков вымени, молочной железы и ано-уро-генитальной области осуществ-

лялись путем посева на стандартные среды Эндо, Кода и Сабуро. Определение чувствительности бактерий к антибиотикам проводили методом диффузии в агар. Видовую принадлежность и их идентификацию устанавливали, руководствуясь «Кратким определителем бактерий Берги» цит. [3], а грибов - методики Н. А. Спесивцевой цит. [4]. Для лабораторной диагностики использовали микроскопию приготовленных препаратов по грамму и культуральную диагностику — путем посева на сусло — агар.

Цифровой материал подвергали биометрической обработке с использованием стандартных программ Microsoft Excel XP с вычислением коэффициента достоверности по Стьюденту на ПК «Pentium-4».

Результаты и обсуждение. Исследования, проведенные в современных молочных предприятиях, использующих роботизированное доение различных пород скота в Ленинградской, Волгоградской и Саратовской областей РФ, показывают, что коровы и первотелки голштинской породы наиболее предрасположены к воспалению матки после отела, а именно: клиническим метритом в первые 10...14 дней послеродового периода в 55,7%; гнойно-катаральным эндометритом спустя 17...45 дней после отела в 30,5% и субклиническим эндометритом через 45-90 дней после родов в 12,5% случаев (рис. 1).

Полученные полевые наблюдения свидетельствуют о том, что коровы и первотелки черно-пестрой и голштинской пород подвергаются заболеванию матки клиническим метритом до 21 дня после родов, в основном после дистоций, оказания родовспоможения, задержания последа и выворота матки в 54,3% случаев. Гнойно-катаральное воспаление матки (пиометра) характеризуется накоплением гнойного или слизисто-гнойного содержимого в маточной полости и растяжением матки, в присутствии активного желтого тела в яйчнике в основном на 21-45 день послеродового периода.

Анализ полученных данных позволил установить, что заболевание репродуктивных патологий у коров в начале лактации имеет бактериальную этиологию (рис. 2).

Так, на 21...45 день после родов от больных коров гнойно-катаральным эндометритом, из полученных образцов содержимого матки в 80% обнаружены микроорганизмы: *S. aureus* — 26%, *E. coli* — 46%, *P. mirabilis* — 14%, *K. pneumoniae* — 8%, *S. pyogenes* — 5%. У 12% коров микрофлору выделяли в монокультуре, а у 88% в ассоциации: *S. aureus* у 60,0% коров, *E. coli* — 20%, *P. mirabilis* — 13,3%, *S. pyogenes* — 3,3% и *E. aerogenes* в 3,3% случаях.

Частота субклинического эндометрита составила 12,5% на 45...90 день после родов при отсутствии гнойно-слизистого содержимого в матке и влагалище. У животных заболевание было диагностировано путем измерения доли нейтрофилов, присутствующих в поле зрения микроскопа более 18% нейтрофилов.

В результате проведенных исследований доказано, что бактериальная микрофлора является фактором, который инициирует воспалительный процесс на слизистых оболочках бывшего gravidного рога матки в 25...50% случаев. Контаминация бактериями образцов смывов с поверхности сосков вымени и молочной железы у больных коров гнойно-катаральным воспалением эндометрия матки составила $337,4 \pm 10,35$ тыс./см³, что в 5,01 раза выше ($p \leq 0,01$), чем у коров в группе сравнения, использующих роботизированное доение GEA Dairy ProQ (рис. 3).

Микробиологическими исследованиями установлено превышение более чем в 3,86 раза общей

бактериальной обсемененности образцов смывов с сосков вымени и кожи молочной железы, полученных от больных коров гнойно-катаральным эндометритом (пиометра).

При использовании роботизированного доения системы GEA Dairy ProQ общая бактериальная обсемененность образцов смывов была снижена более чем в 1,72 раза в сравнении с доением робот-дояр Ley Astronaut. У больных коров гнойно-катаральным эндометритом КМАФнМ, КОЕ/см³ в отобранных образцах молока составила $(4,9 \pm 0,03) \times 10^4$, $p \leq 0,05$, что на порядок выше, чем в образцах молока, полученного от клинически здоровых животных - $(4,02 \pm 0,07) \times 10^4$.

Анализ показателей с высокой степенью положительной корреляции указывает на содержание соматических клеток (СК), $r=0,63$, для установления пригодности молока при производстве сыров (рис. 4). Количество СК в полученных образцах показывает на достаточно высокие показатели у коров при доении робот-дойером GEA Dairy ProQ, разница составила с системами доения робот-дойер Ley Astronaut в 117,4 тыс./мл.

При исследовании основных параметров ферментов, участвующих в иммунобиологической защите молочной железы, полученный материал графически представлен в данных рисунка 5.

Установлено, что у больных коров гнойно-катаральным воспалением эндометрия (пиометра) в секрете вымени достоверным изменением, с высокой степенью корреляции, подвергается содержание каталазы и свободного оксипролина (рис. 6).

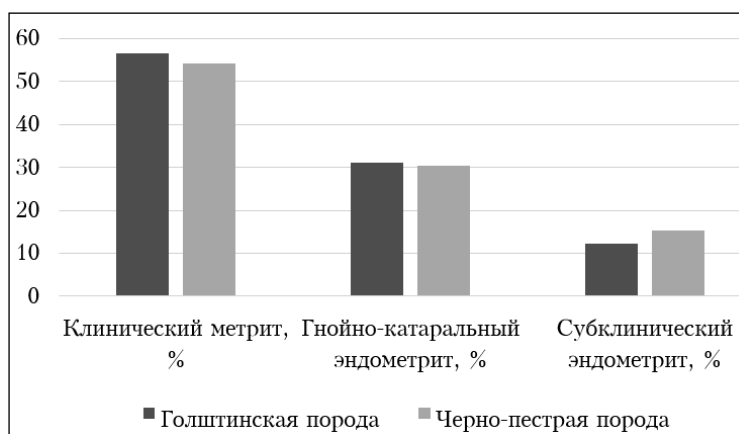


Рис. 1. Частота заболеваемости коров воспалением матки при использовании систем: роботизированного доения GEA Dairy ProQ и Ley Astronaut

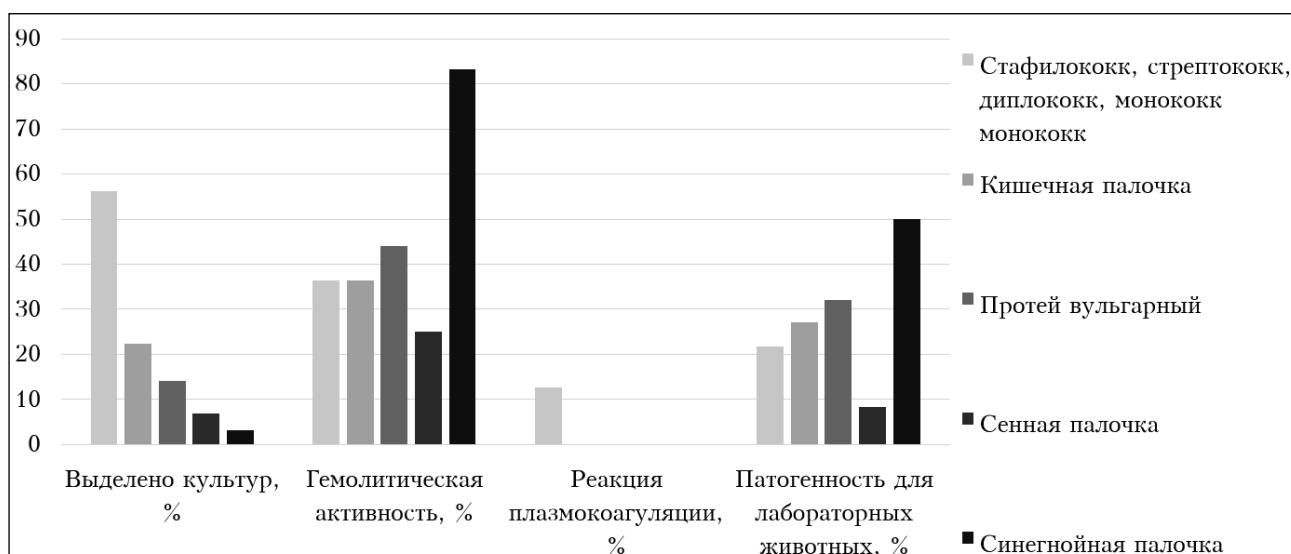


Рис. 2. Кокковые формы микроорганизмов, выделенные от больных коров гнойным воспалением бывшего gravidного рога матки (пиометра)

Анализ полученных материалов свидетельствует о том, что общей закономерностью изменения в молоке при гнойно-катаральном эндометрите является повышение количества соматических клеток ($p < 0,01$), лактопероксидазы ($p < 0,01$), лактоферина ($p < 0,01$) при высокой степени достоверности полученных результатов и снижение активности каталазы ($p < 0,01$) и свободного оксипролина ($p < 0,05$). Значительное поступление соматических клеток в молочную железу обусловлено необходимостью насыщения органа достаточным количеством фагоцитов и защиты здоровья вымени. Нейтрофилы и лактоциты, являясь источником лактоферина в секрете вымени, высвобождают его из специальных гра-

нул за счет дегрануляции первых во время фагоцитоза и разрушения этих гранул, что обуславливает его высокую концентрацию при воспалительных процессах больных коров. Стабилизация лактогенеза при заболевании матки обуславливает необходимость регулярного опорожнения вымени и притока из крови свежих нейтрофилов, участвующих в фагоцитозе микроорганизмов и выделяющих интенсивно фермент в секрет, о чем свидетельствует повышение его активности при пиометре. Кроме того, дополнительное поступление лактопероксидазы в молоко происходит при деструкции лактоцитов. Деструкция лактогенной ткани при воспалительных заболеваниях репродуктивных органов у высокопродуктивных коров способствует высвобождению биологически активных веществ, обеспечивающих высокий уровень локальной неспецифической резистентности.

Закключение. Установлено, что гнойно-катаральное воспаление эндометрия матки у высокоудойных коров с продуктивностью свыше 11 тонн молока за 305 дней лактации сопровождается повышенным микробным фоном, который представлен разнообразными ассоциациями патогенных и условно — патогенных микроорганизмов и напрямую зависит от способа доения коров. У больных коров содержимое матки в 82% случаев контаминировано различными микроорганизмами: *S. dysgalactiae* — 29,1%, *S. aureus* — 26,4%, *E. coli* — 24,2%, и *S. agalactiae* — 20,3%. В образцах молока, полученного от больных коров гнойно-катаральным воспалением эндометрия матки, использующих роботизированное доение системы GEA Dairy ProQ, общая бактериальная обсемененность образцов была снижена более чем в 1,72 раза в сравнении с доением робот-дойаром Ley Astronaut.

В образцах смывов сосков вымени, молочной железы и молока, полученного от больных коров при роботизированном доении системы GEA Dairy ProQ в сравнении при использовании систем доения робот-дойар Ley Astronaut, установлены лучшие санитарные показатели, которые приближены к санитарным показателям образцов клинически здоровых коров. Материалы текущей работы необходимо учитывать при принятии решения ограничения использования полученного таким образом молока в сыроварении.

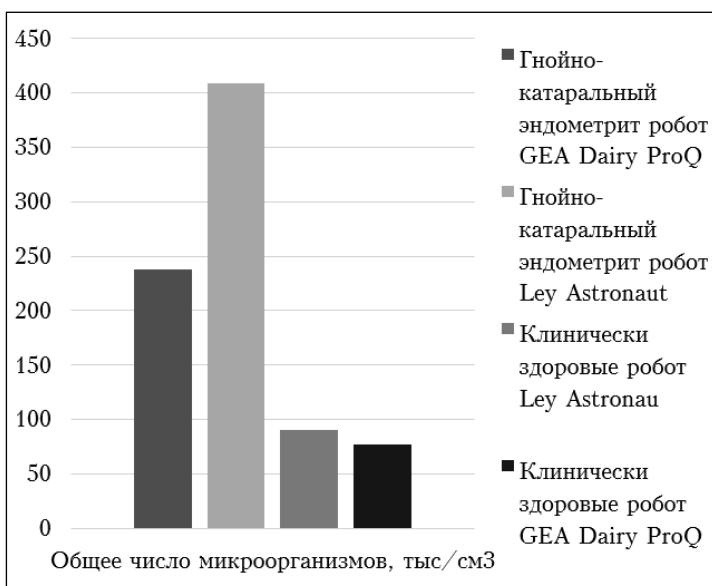


Рис. 3. Контаминация смывов с поверхности сосков вымени и молочной железы у больных коров пиометрой при использовании различных систем доения

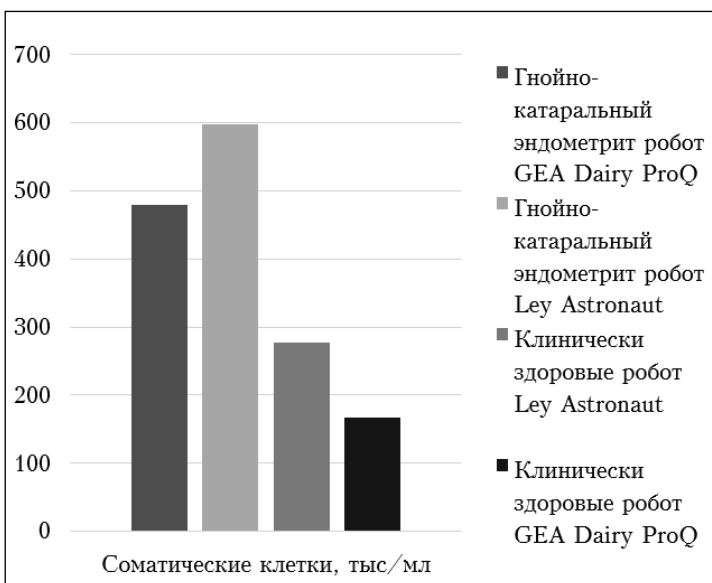


Рис. 4. Уровень соматических клеток в образцах молока у коров при заболевании гнойным воспалением матки при использовании различных систем доения

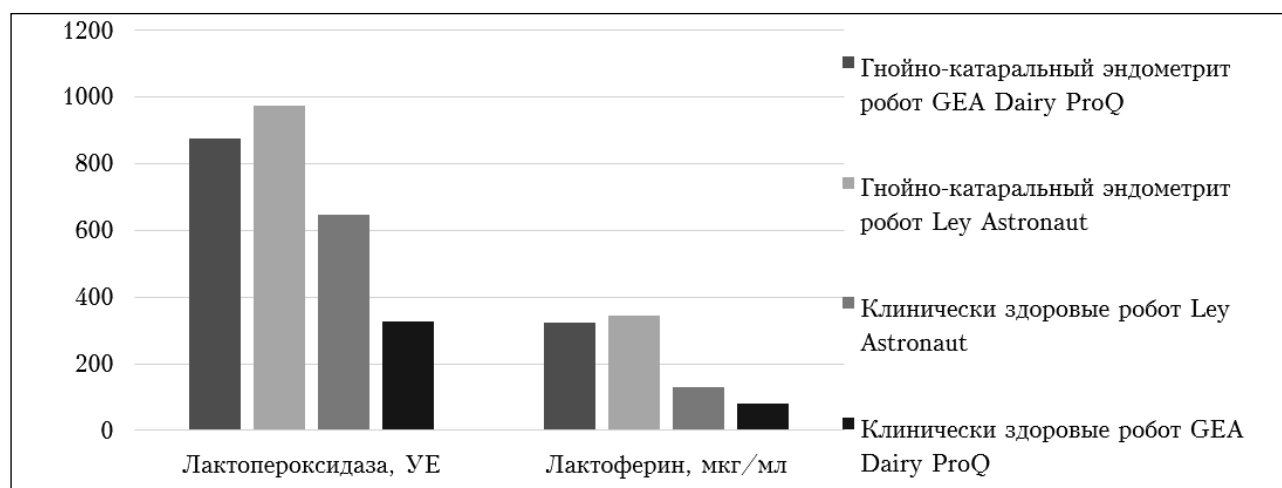


Рис. 5. Уровень показателей лактопероксидазы и лактоферина в образцах молока у коров при гнойно-катаральном воспалении эндометрия при использовании различных систем роботизированного доения

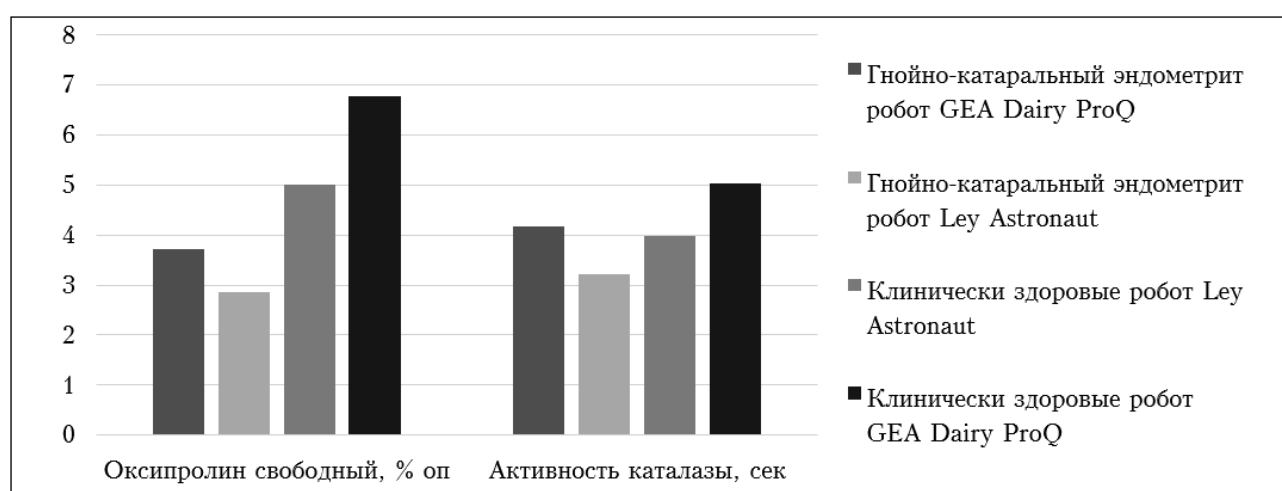


Рис. 6. Сравнительные показатели ферментов в молоке больных и здоровых коров при использовании различных систем доения

Литература

1. Кочарян В. Д. Информативные методы диагностики заболеваний молочной железы и матки в ранний пуэрперальный период / В. Д. Кочарян, В. С. Авдеенко, Г. С. Чинова, Ж. Ш. Ушакова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2020. — № 3 (59). — С. 308-317.
2. Лощинин С. О. Роль отрицательного баланса у коров после отела в патогенезе воспаления матки / С. О. Лощинин, В. С. Авдеенко, Г. М. Фирсов, К. В. Племяшов, Г. С. Никитин, В. И. Михалев // Международный вестник ветеринарии. — 2022. — № 1. — С. 185-197.
3. Родин Н. В. Метрит у коров бактериальной этиологии, и его терапия антибактериальными препаратами / Н. В. Родин, Г. М. Фирсов, В. А. Агольцов, В.С. Авдеенко // Научная жизнь. — 2020. — Т. 15. — №3 (103). — С. 434-442.
4. Фирсов Г. М. Метаболические изменения в организме коров больных метритом в ранний послеродовой период / Г. М. Фирсов, Н. В. Родин и др. // Генетика и разведение животных. — 2021. — №2. — С. 16-21.
5. Bademkiran S. Comparison of Pelargonium sidoides, Placebo and Antibiotic Treatment of Chronic Endometritis in Dairy Cows: A Field Trial / S. Bademkiran, D. Kurt, B. Yokus and R. Celik // Journal of Animal and Veterinary Advances. — 2009. — Vol. 8. — № 4. — P. 788-793.
6. Dohmen M. J. W. The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis / M. J. W. Dohmen, J. A. C. M. Lohuis, Gy. Huszenicza, P. Nagy, M. Gacs // Theriogenology. — 1995. — Vol. 43. — № 8. — P. 1379-1388.

7. Drillich M. Treatment of chronic endometritis in dairy cows with an intrauterine application of enzymes: A field trial / Drillich Marc, Raab Damaris, Wittke Miriam, Heuwiese Wolfgang // *Theriogenology*. – 2005. – Vol. 63. – № 7. – P. 1811-1823.
8. Feldmann M. Treatment of chronic bovine endometritis and factors for treatment success / M. Feldmann, S. Emming, M. Hoedemaker // *DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. – 2005. – № 112(1). – P. 10-16.
9. Karstrup C. C. Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows / C. C. Karstrup, K. Klitgaard et al. // *Theriogenology*. – 2017. – № 99. – P. 43-47.
10. Moore S. G. Hot topic: 16S rRNA gene sequencing reveals the microbiome of the virgin and pregnant bovine uterus / S. G. Moore, A. C. Ericsson et al. // *J Dairy Sci*. – 2017. – № 100. – P. 4953-4960.
11. Timothy Potter J. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / Timothy J. Potter, Javier Guitian, John Fishwick, Patrick J. Gordon, I. Martin Sheldon // *Theriogenology*. – 2010. – Vol. 74. – № 1. – P. 127-134.
12. Sannmann I. Technical note: interobserver, and test-retest reliabilities of an assessment of vaginal discharge from cows with and without acute puerperal metritis / I. Sannmann, W. Heuwieser // *J Dairy Sci*. – 2015. – № 98. – P. 5460-5466.
13. Sheldon I. M. Defining postpartum uterine disease in cattle / I. M. Sheldon, G. S. Lewis, S. LeBlanc, R. O. Gilbert // *Theriogenology*. – 2006. – Vol. 65. – № 8. – P. 1516-1530.
14. Sheldon I. M. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle / I. M. Sheldon, S. E. Owens // *Anim. Reprod*. – 2017. – Vol. 14. – № 3. – P. 622-629.
15. Surinder S. Chauhan. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium / Surinder S. Chauhan, Pietro Celi et al. // *Animal Production Science*. – 2014. – № 54 (10). – P. 1525-1536.
16. Wagener K. Diversity and health status specific fluctuations of intrauterine microbial communities in postpartum dairy cows / K. Wagener, I. Prunner et al. // *Vet. Microbiol*. – 2015. – № 175. – P. 286-293.
17. Filatova A. V. Milk quality and its technological suitability for processing after the disinfection of the udder teats in cows / A. V. Filatova, M. V. Nistratova, Yu. V. Bibaeva, S. V. Kozlov // *Conference on Agricultural Science and Engineering IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012101.

Filatova A.¹, Tshivale B.¹, Nikitin G.², Avdeenko V.²

Characteristics of the sanitary quality of milk in sick cows with purulent inflammation of the uterus when using the GEA Dairy ProQ robotic milking system

Abstract.

Purpose: to establish the role of reproductive pathologies in high-yielding cows in reducing the sanitary quality of milk at dairy enterprises using various milking systems.

Materials and methods. The studies were carried out in high-tech dairy enterprises using GEA Dairy ProQ and Ley Astronaut robotic milking systems with cow productivity of more than 11 tons of milk per lactation. 4659 lactating cows were under observation. The selection of samples of uterine secretions, samples from the udder teats, the surface of the anogenital area, mammary gland and milk for bacteriological studies was carried out sterile, then they were sown on nutrient media.

Results. The contents of the uterus with pyometra in 80% are contaminated with microorganisms: *S. dysgalactiae* – 29.1%, *S. aureus* – 26.4%, *E. coli* – 24.2%, and *S. agalactiae* – 20.3%. In 12% of cows, the microflora was isolated in monoculture. In samples of milk obtained from sick cows with uterine pathology using Ley Astronaut robotic milking, it showed 1.72 times lower sanitary safety, in comparison with samples obtained from clinically healthy animals and using the GEA Dairy ProQ robotic milking system.

Conclusion. In samples of milk obtained from sick cows using the Ley Astronaut robotic milking system, a microbiological study found a decrease in the sanitary quality of milk, which is an obstacle in the production of cheese.

Key words: Mesenchymal stem cells, cryopreservation, animal sperm.

Authors:

Filatova A. – PhD (Biol. Sci.); e-mail: avdeenko-8686@mail.ru;

Tshivale B. – graduate student; e-mail: larabaw2011@gmail.com;

Nikitin G. – PhD (Vet. Sci.); e-mail: nikitin.g.s007@mail.ru;

Avdeenko V. – Dr. Habil (Vet. Sci.); e-mail: avdeenko0106@mail.ru..

¹ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410003, Russia, Saratov region, Saratov, P. Stolypin Avenue., zd. 4, p. 3.

² St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, Russia, St. Petersburg, st. Chernihiv 5.

References

1. Kocharyan V. D. Informative methods of diagnosing diseases of the mammary gland and uterus in the early puerperal period / V. D. Kocharyan, V. S. Avdeenko, G. S. Chizhova, J. Sh. Ushakova // Izvestia of the Nizhnevolzhsky agricultural vehicle complex: science and science and science and science Higher vocational education. – 2020. – № 3 (59). – P. 308-317.
2. Loshchinin S. O. The role of the negative balance of cows after a hotel in the pathogenesis of inflammation of the uterus / S. O. Loshchinin, V. S. Avdeenko, G. M. Firsov, K. V. Streyshev, G. S. Nikitin, in . I. Mikhalev // International Veterinary Military House. – 2022. – 1. – P. 185-197.
3. Rodin N.V. Metrite in cows of bacterial etiology, and its therapy with antibacterial drugs / N. V. Rodin, G. M. Firsov, V. A. Agoltsov, V.S. Avdeenko // J. Scientific life. – 2020. – Vol. 15. – № 3 (103). – P. 434-442.
4. Firsov G. M. Metabolic changes in the body of cows of patients with metrite in the early postpartum period / G. M. Firsov, N. V. Rodin et al. // J. Genetics and animal breeding. – 2021. – № 2. – P. 16-21.
5. Bademkiran S. Comparison of Pelargonium sidoides, Placebo and Antibiotic Treatment of Chronic Endometritis in Dairy Cows: A Field Trial / S. Bademkiran, D. Kurt, B. Yokus and R. Celik // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – Vol. 8. – № 4. – P. 788-793.
6. Dohmen M. J. W. The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis / M. J. W. Dohmen, J. A. C. M. Lohuis, Gy. Huszenicza, P. Nagy, M. Gacs // Theriogenology. – 1995. – Vol. 43. – № 8. – P. 1379-1388.
7. Drillich M. Treatment of chronic endometritis in dairy cows with an intrauterine application of enzymes: A field trial / Drillich Marc, Raab Damaris, Wittke Miriam, Heuwiese Wolfgang // Theriogenology. – 2005. – Vol. 63. – № 7. – P. 1811-1823.
8. Feldmann M. Treatment of chronic bovine endometritis and factors for treatment success / M. Feldmann, S. Emming, M. Hoedemaker // DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift. – 2005. – № 112(1). – P. 10-16.
9. Karstrup C. C. Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows / C. C. Karstrup, K. Klitgaard et al. // Theriogenology. – 2017. – № 99. – P. 43-47.
10. Moore S. G. Hot topic: 16S rRNA gene sequencing reveals the microbiome of the virgin and pregnant bovine uterus / S. G. Moore, A. C. Ericsson et al. // J Dairy Sci. – 2017. – № 100. – P. 4953-4960.
11. Timothy Potter J. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / Timothy J. Potter, Javier Guitian, John Fishwick, Patrick J. Gordon, I. Martin Sheldon // Theriogenology. – 2010. – Vol. 74. – № 1. – P.127-134.

12. Sannmann I. Technical note: interobserver, and test-retest reliabilities of an assessment of vaginal discharge from cows with and without acute puerperal metritis / I. Sannmann, W. Heuwieser // J Dairy Sci. – 2015. – № 98. – P. 5460-5466.
13. Sheldon I. M. Defining postpartum uterine disease in cattle / I. M. Sheldon, G. S. Lewis, S. LeBlanc, R. O. Gilbert // Theriogenology. – 2006. – Vol. 65. – № 8. – P. 1516-1530.
14. Sheldon I. M. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle / I. M. Sheldon, S. E. Owens // Anim. Reprod. – 2017. – Vol. 14. – № 3. – P. 622-629.
15. Surinder S. Chauhan. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium / Surinder S. Chauhan, Pietro Celi et al. // Animal Production Science. – 2014. – № 54 (10). – P. 1525-1536.
16. Wagener K. Diversity and health status specific fluctuations of intrauterine microbial communities in postpartum dairy cows / K. Wagener, I. Prunner et al. // Vet. Microbiol. – 2015. – № 175. – P. 286-293.
17. Filatova A. V. Milk quality and its technological suitability for processing after the disinfection of the udder teats in cows / A. V. Filatova, M. V. Nistratova, Yu. V. Bibaeva, S. V. Kozlov // Conference on Agricultural Science and Engineering IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012101.