

Г. М. Фирсов¹, Н. В. Родин², А. С. Рыхлов², В. С. Авдеенко¹, В. Т. Ахмадов³

Метаболические изменения в организме коров, больных метритом в ранний послеродовой период

Аннотация.

Цель: определение изменения метаболического статуса у новотельных коров и первотелок при метрите и роль оксидантного стресса в патогенезе воспаления матки.

Материалы и методы. Исследовали две группы животных по 15 голов в каждой. Клиническую диагностику острого метрита у коров и первотелок в ранний послеродовой период проводили в рамках акушерско-гинекологической диспансеризации. Заборы крови на гематологические исследования брали у коров перед утренним кормлением. Определяли общие кетоновые тела (ОКТ), β -гидроксимасляную кислоту (ВН), ацетон с ацетоуксусной кислотой (АсАс), прогестерон, эстрадиол, тестостерон, кортизол; кетодиены и сопряженные триены (КДиСТ), диеновые конъюгаты (ДК), изолированные двойные связи и кетодиены, малоновый диальдегид (МДА), глутатион восстановленный и окисленный, СОД, каталазу, витамины С и Е.

Результаты. При остром метрите у коров и первотелок отмечается жировая дистрофия центробилярной локализации в печени, при которой показатели ВН/АсАс, ОКТ и ВН составили $1,9 \pm 0,43$ ммоль/л, $2,49 \pm 0,12$ и $1,82 \pm 0,05$ ммоль/л, соответственно. Большие значения показателей ВН/АсАс, ОКТ и ВН установлены и при отсутствии видимой жировой дистрофии: $3,8 \pm 0,6$ ммоль/л, $3,22 \pm 0,11$ и $2,53 \pm 0,23$ ммоль/л, соответственно. Показатель АсАс в крови этих коров был выше — $0,97 \pm 0,07$ ммоль/л. У коров и первотелок больных метритом содержание МДА увеличилось в 1,32 раза в сравнении с показателями у здоровых животных аналогичного физиологического периода ($p < 0,05$). В тоже время каталаза была увеличена ($p < 0,01$) с $24,4 \pm 0,23$ мМ Н202/лхмин до $34,1 \pm 0,26$ мМ Н202/лхмин. При этом содержание витамина С и Е в сравнении с контролем понизилось. Так, изолированные двойные связи у больных коров и первотелок метритом имеют достоверные отличия ($p < 0,05$) в показателях у клинически здоровых животных $1,244 \pm 0,41$ против $1,686 \pm 0,42$ усл. ед., а сопряженные триены и кетодиены с $0,116 \pm 0,05$ до $0,186 \pm 0,07$ усл. ед. Снижение индекса супероксиддисмутазы меньше уровня в 1,55 усл. ед. также свидетельствует о наличии оксидантного стресса.

Заключение. Согласно представленным данным, одним из основных этиологических факторов в патогенезе метрита у коров и первотелок в ранний период пуэрперия является оксидантный стресс, возникающий у животных на фоне отрицательного энергетического баланса. Поэтому традиционно используемые в алгоритме диагностики животных, больных метритом в начальный послеродовой период, биохимические показатели крови обладают меньшей степенью специфичности и чувствительности, чем параметры системы «перекисное окисление липидов — антиоксидантная защита».

Ключевые слова: коровы, кровь, система «оксидантный стресс», острый послеродовой метрит.

Авторы:

Фирсов Григорий Михайлович — кандидат ветеринарных наук; e-mail: firsovgm@yandex.ru;

Родин Николай Владимирович — кандидат ветеринарных наук; e-mail: rodinnikolaj@yandex.ru;

Рыхлов Андрей Сергеевич — доктор ветеринарных наук, профессор; e-mail: Rychlov.andrej@yandex.ru;

Авдеенко Владимир Семенович — доктор ветеринарных наук, профессор; e-mail: avdeenko0106@mail.ru;

Ахмадов Вахит Тапаевич — кандидат ветеринарных наук; e-mail: Ahmadov.Vahit@mail.ru.

¹ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»; 400094, Россия, г. Волгоград, ул. Университетская, 29;

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»; 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1;

³ Чеченский государственный университет; Россия 366007, Чеченская Республика, г. Грозный, пр. Бульвар Дудаева, 17.

Введение. Перевод молочного скотоводства в хозяйствах товаропроизводителей молока сельских территорий РФ на евростандарт и использование промышленных технологий характерных для ведущих стран производителей молока при

неизменном традиционном кормлении высокопродуктивных молочных коров приводит к функциональному напряжению организма животного [1–3]. В некоторых случаях проявляется функционирование «на грани», приводящее к обострению ста-

рых (бесплодие, кетоз) и появлению новых болезней (гестоз, эклампсия) [4]. На сегодняшний день в научных работах процесс развития метрита у первотелок и коров в ранний пуэперальный период в контексте нарушений метаболизма рассматривают как аспект послеродовой дестабилизации гомеостаза у животных [5, 7, 8]. По материалам, опубликованным А. Г. Неждановым и др. [6] и S. G. Мооре и др. [10], после родов требуется определенный период времени для инволюционных процессов в половых органах коров, таких как регенерация эндометрия, возвращение циклической активности яичников и контроль энергетического баланса, прежде чем лактирующие животные восстановят плодовитость.

Резюмируя отмеченные изменения в организме первотелок и лактирующих коров в ранний послеродовой период, В. С. Авдеенко и др. [2] считают, что развитие синдрома «оксидантный стресс» — основной механизм нарушения течения процесса инволюции в половых органах самок после родов.

Молочный скот после родов испытывает метаболический стресс, сопровождающийся снижением концентрации питательных веществ и изменением уровня метаболических гормонов, в том числе снижением содержания глюкозы, глутамина и инсулиноподобного фактора роста 1 по опубликованным данным С. С. Karstrup и др. [9],

Отрицательный энергетический баланс может нарушать течение воспалительной реакции и клиренс бактерий из эндометрия, приводя к хроническому эндометриту, результаты исследований [11]. Конечно, реакция на молекулы патогена является энергетически дорогостоящей *in vivo* или *in vitro*, о чем сообщают Sheldon I. M. и Owens S. E. [13]. Ярким примером является то, что животные используют >1 кг глюкозы в первые 12 ч [12].

Кроме того, K. Wagener и др. считают, что истощение ключевых клеточных питательных веществ, глюкозы или глутамина, уменьшает воспалительные реакции тканей эндометрия *in vitro* [15]. Если метаболический стресс ставит под угрозу способность животных адекватно реагировать на патогенные микроорганизмы, это может привести к персистенции бактерий и микроскопических грибов.

Согласно данным некоторых исследователей, которые касаются состояния новотельных коров и первотелок, больных острым метритом, основные аспекты функционирования системы «перекисное окисление липидов — антиоксидантная защита» (ПОЛ-АОЗ) еще недостаточно изучены [14]. Считается, что при метаболическом стрессе происходит накопление свободных радикалов, и это приводит к сбою системы «ПОЛ-АОЗ» [5].

Хотя существует четкое понимание клинических аспектов и последствий послеродового заболевания матки, а также некоторых механизмов патологии, остаются важные нерешенные вопросы патогенеза. Самый очевидный вопрос — почему современные коровы и первотелки с высоким удоем вскоре после отела так восприимчивы к метриту?

Цель исследования: определение изменения метаболического статуса у новотельных коров и первотелок при метрите и роль оксидантного стресса в патогенезе воспаления матки.

Материал и методы. Полевые наблюдения и исследования проводились в хозяйствах различных организационно-правовых форм собственности Волгоградской, Саратовской областей и Чеченской республики РФ. Сформировали две группы животных по 15 голов в каждой. Клиническую диагностику метрита у коров и первотелок в ранний послеродовой период проводили в рамках акушерско-гинекологической диспансеризации.

Заборы крови на гематологические исследования брали у коров перед утренним приемом пищи, для этой цели использовали ветеринарный автоматический гематологический анализатор крови Абакус Джуниор Pse 90 Vet (Automatic Veterinary, Германия) и биохимический анализатор крови Chem Well combi Models 2902 (USA). Определяли общие кетоновые тела (ОКТ), β -гидроксимасляную кислоту (ВН), ацетон с ацетуксусной кислотой (AcAc), каталазу, витамины С и Е. Для гормонального скрининга состояния использовали набор реагентов для иммуноферментного определения прогестерона, эстрадиола, тестостерона и кортизола («Алкор Био», Санкт-Петербург).

Во время анализа определяли первичные продукты пероксидации липидов — оценку проводили по концентрации кетодиенов и сопряженных триенов (КДиСТ) и диеновых конъюгатов (ДК), изолированных двойных связей и кетодиенов. Также вторичные — по концентрации малонового диальдегида (МДА). Обретенные данные выражали в мкмоль/л, КДиСТ — в усл. ед. С помощью флуориметрического метода определяли глутатион восстановленный и окисленный, концентрацию которых выражали в мкмоль/л. Для определения активности супероксиддисмутазы (СОД) использовали спектрофлуорофотометр при λ — 320 нм, выраженную в усл. ед.

Для статического анализа полученных данных использовался стандартный пакет программ Microsoft Excel 2000 SPSS 10.0.5.

Результаты и обсуждение. При диагностике острого метрита у новотельных коров и первоте-

лок экссудат, выделяемый из половых органов, коричневатого-серого цвета, неприятного запаха. При ректальном исследовании больного животного с острым метритом отмечается дряблость, тестоватость стенки матки и отсутствие сократительной активности. Исследования помогли установить, что те коровы, которые имели в анамнезе острый метрит, имели удлиненный сервис-период примерно на 123,6 дня. При этом индекс осеменения увеличен в 2,8 раза, если сравнивать эти показатели с аналогичными у клинически здоровых коров и первотелок.

При остром метрите у коров и первотелок отмечается жировая дистрофия центрлобулярной локализации в печени, при которой показатели ВН/АсАс, ОКТ и ВН составили $1,9 \pm 0,43$ ммоль/л, $2,49 \pm 0,12$ и $1,82 \pm 0,05$ ммоль/л, соответственно (табл. 1).

Согласно данным самые большие значения показателей ВН/АсАс, ОКТ и ВН установлены у новотельных коров и первотелок больных острым метритом при отсутствии видимой (при световой микроскопии) жировой дистрофии: $3,8 \pm 0,6$ ммоль/л, $3,22 \pm 0,11$ и $2,53 \pm 0,23$ ммоль/л, соответственно. Показатель АсАс в крови этих коров был наоборот выше и равнялся $0,97 \pm 0,07$ ммоль/л.

В результате исследований установлено, что метрит у новотельных коров и первотелок происходит на фоне оксидантного стресса. Об этом свидетельствуют показатели эндокринного статуса с одной стороны, указывающие на пониженное содержание стероидных гормонов (табл. 2),

а с другой стороны — повышение активности антиоксидантной системы компенсаторного характера (табл. 3).

У коров и первотелок больных метритом в ранний период пуэрперия содержание манолового диальдегида увеличилось в 1,32 раза в сравнении с показателями у здоровых животных аналогичного физиологического периода ($p < 0,05$). В тоже время показателем параметра крови как каталаза, которая увеличилась на статистически достоверную величину ($p < 0,01$) с $24,4 \pm 0,23$ мМ Н2О2/лхмин до $34,1 \pm 0,26$ мМ Н2О2/лхмин. При этом содержание витамина С и Е в сравнении с контролем понизилось.

В таблице 4 представлены концентрации продуктов свободно радикального перекисного окисления липидов, которые определялись в исследовании у коров и первотелок при остром метрите.

Так, изолированные двойные связи у больных коров и первотелок метритом имеют достоверные отличия ($p < 0,05$) в показателях у клинически здоровых животных $1,244 \pm 0,41$ против $1,686 \pm 0,42$ усл. ед., а сопряженные триены и кетодienes с $0,116 \pm 0,05$ до $0,186 \pm 0,07$ усл. ед. Снижение индекса супероксиддисмутазы меньше уровня в 1,55 усл. ед. свидетельствует о наличии оксидантного стресса.

Закключение. Согласно представленным данным, одним из основных этиологических факторов в патогенезе метрита у коров и первотелок в ранний период пуэрперия является оксидантный стресс, возникающий у животных на фоне

Таблица 1. Зависимость жировой инфильтрации печени от концентрации кетоновых тел в крови (ммоль/л)

Показатель кетогенеза	Крупнокапельная жировая дистрофия центрлобулярной локализации	Отсутствие видимой (при световой микроскопии) жировой дистрофии
ОКТ	$2,49 \pm 0,12$	$3,22 \pm 0,11$
АсАс	$0,79 \pm 0,07$ *	$0,62 \pm 0,07$
ВН	$1,82 \pm 0,05$ **	$2,53 \pm 0,03$
ВН/АсАс	$1,9 \pm 0,43$ **	$3,8 \pm 0,6$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Таблица 2. Гормональные показатели крови у новотельных коров при остром метрите на фоне субклинического кетоза

Показатель	Острый метрит на фоне субклинического кетоза (n=15)	Клинически здоровые животные (n=15)
Прогестерон, нг/мл	$14,70 \pm 1,62$	$20,50 \pm 2,00$ **
Тестостерон, нг/мл	$1,30 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,07$
Эстрадиол, пг/мл	$173,40 \pm 18,40$	$215,2 \pm 17,90$ *
Кортизол, нг/мл	$12,70 \pm 1,79$	$24,4 \pm 1,01$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

отрицательного энергетического баланса. Поэтому традиционно используемые в алгоритме диагностики животных, больных метритом в начальный послеродовой период, биохимические показатели крови обладают меньшей степенью специфичности и чувствительности, чем параметры системы «перекисное окисление липидов — антиоксидантная защита».

Подтверждено увеличение в 1,32 раза количества манолового диальдегида при заболевании метритом коров и первотелок в ранний период пуэрперия, промежуточных продуктов кетодиенов, а также сопряженных триенов в крови животных. Острый послеродовой метрит у первотелок и новотельных коров приводит к повышенному

выбросу в кровь тестостерона. Тем временем, содержание прогестерона остается довольно несущественным, чтобы обеспечить процессы метаболизма в ранний пуэперальный период, что связано с завершением в половых органах инволюционных процессов. При этом показатель соотношения прогестерона к эстрадиолу ниже у первотелок и коров с заболеванием матки в первичный послеродовой период. В будущем полученные в этом исследовании данные следует принимать во внимание при исследовании проблемы метаболического стресса, метрита у новотельных коров и первотелок, и ее связи с сохранением репродуктивной функции в начальный послеродовой период у домашних животных.

Таблица 3. Некоторые показатели состояния системы «перекисное окисление липидов-антиоксидантная защита» у новотельных коров

Показатель	Острый метрит на фоне субклинического кетоза (n=15)	Клинически здоровые животные (n=15)
Малоновый диальдегид, мкмоль/л	1,44±0,04 *	1,09±0,02
Каталаза, ММ Н202/лхмин	34,10±0,26 **	24,4±0,23
Витамин Е, мкмоль/л	7,20±0,89 **	12,9±1,20
Витамин С, ммоль/л	12,50±1,73 *	18,1±1,02

Примечание: * p<0,05; ** p<0,01

Таблица 4. Колебания продуктов свободно радикального перекисного окисления липидов в крови больных новотельных коров и первотелок больных острым метритом

Показатели	Острый метрит на фоне субклинического кетоза (n=15)	Клинически здоровые животные (n=15)
Изолированные двойные связи (усл. ед.)	1,686±0,42*	1,244±0,41
Кетодиены и сопряженные триены (усл. ед.)	0,186±0,07*	0,116±0,05
Глутатион восстановленный (мкмоль/л)	1,846±0,16**	1,556±0,34
Глутатион окисленный (мкмоль/л)	2,179±0,32*	2,888±0,56
Супероксиддисмутаза (усл. ед.)	1,336±0,37**	1,823±0,29

Примечание: * p<0,05; ** p<0,01

Литература

1. Авдеенко В. С. Механизм развития синдрома «кетоз-гестоз» у беременных коров и эффективность применения антиоксидантных препаратов / В. С. Авдеенко, О. Г. Донник, С. Н. Лоретц, С. Н. Бабухин, А. С. Рыхлов, А. В. Молчанов // Аграрный вестник Урала. — 2016. — № 8(150). — С. 4–10.
2. Авдеенко В. С. Нарушение функционирования системы «перекисное окисление липидов — антиоксидантная защита» как механизм развития синдрома «кетоз-гестоз» у молочного скота / В. С. Авдеенко, С. Н. Бабухин, П. В. Родин, И. И. Калюжный, С. В. Перерядкина // East European Scientific Journal (Nauki veterinarni). — 2016. — №8. — С. 87-91.
3. Калюжный И. И. Патология обмена веществ у импортного молочного скота / И. И. Калюжный, Н. Д. Баринов, А. Г. Смолянинов // Вестник Саратовского госагроуниверситета. — 2012. — № 1. — С. 23–26.
4. Калюжный И. И. Поражение печени у высокопродуктивных коров при нарушении обмена веществ // И. И. Калюжный, Н. Д. Баринов // Вестник Саратовского госагроуниверситета. — 2013. — № 8. — С. 7–11.
5. Рецкий М. И. Возрастная динамика образования оксида азота в организме крупного рогатого скота / М. И. Рецкий, А. Г. Шахов, Г. Н. Блинецова и др. // Доклады РАСХН. — 2004. — № 4. — С. 58–60.

6. Нежданов А. Г. Болезни органов размножения у коров и проблемы их диагностики, терапии и профилактики / А. Г. Нежданов, В. Д. Мисайлов, А. Г. Шахов // Актуальные проблемы болезней органов размножения и молочной железы у животных: мат. Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 5–7 октября 2005. — Воронеж: Европолиграфия, 2005. — С. 8–11.
7. Лободин К. А. Репродуктивное здоровье высокопродуктивных молочных коров красно-степной породы и биотехнологические методы его коррекции. / К. А. Лободин // Автореф. дис. докт. вет. наук. Санкт — Петербург. — 2011. — 45 с.
8. Герцева К. А. Физиологическое обоснование субклинического кетоза у молочных коров в условиях интенсивной технологии. Автореф. дис. соиск. уч. степени канд. биол. наук. Рязань, 2009. — 18 с.
9. Karstrup C. C. Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows / C. C. Karstrup, K. Klitgaard, T. K. Jensen, J. S. Agerholm, H. G. Pedersen // Theriogenology. — 2017. — № 99. — P. 43–47.
10. Moore S. G. (2017). Hot topic: 16S rRNA gene sequencing reveals the microbiome of the virgin and pregnant bovine uterus / S. G. Moore, A. C. Ericsson, S. E. Poock, P. Melendez, M. C. Lucy // J. Dairy Sci. — № 100. — P. 4953–4960.
11. Potter T. J. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / T. J. Potter, G. Javier, F. John, J. G. Patrick, I. Martin Sheldon // Theriogenology. — 2010. — Volume 74. — Issue 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. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle / I. M. Sheldon, S. E. Owens // Anim. Reprod. — 2017. — Vol. 14. — № 3. — P. 622–629.
14. Surinder S. C. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium / S. C. Surinder, C. Pietro, N. P. Eric, J. L. Brian, L. Fan, R. D. Frank // Animal Production Science. — 2014. — № 54(10). — P. 1525–1536.
15. Wagener K. (2015). Diversity and health status specific fluctuations of intrauterine microbial communities in postpartum dairy cows // K. Wagener, I. Prunner, H. Pothmann, M. Drillich, M. Ehling-Schulz // Vet. Microbiol. — 2015. — № 175. — P. 286–293.

Firsov M.¹, Rodin N.², Rykhlov A.², Avdeenko V.¹, Akhmadov V.³

Metabolic changes in the body of cows of patients with metric in the early postpartum period

Abstract.

Purpose: Determination of changes in metabolic status in new-fluxed cows and twisters when metric and the role of oxidant stress in the pathogenesis of inflammation of the uterus.

Materials and methods. The two groups of animals 15 goals were investigated in each. The clinical diagnosis of an acute metric in cows and first elevators in the early postpartum period was carried out in cancer of obstetric and gynecological examinations. Blood fences for hematological studies took from cows before morning feeding. General ketone bodies (OCT), beta-hydroxyma acid (BH), acetone with acetoxus acid (ACAC), progesterone, estradiol, testosterone, cortisol; Ketodines and conjugate trimes (cdist), diene conjugates (DK), isolated double bonds and ketodines, malonic dialdehyde (HMDa), glutathione restored and oxidized, soda, catalase, vitamins C and E.

Results. With acute metric, in cows and twisters, there is a fatty dystrophy of centrolobular localization in the liver, in which the indicators of EN / ASAS, Oct and VV amounted to 1.9 ± 0.43 mmol / l, 2.49 ± 0.12 and 1.82 ± 0.05 mmol / l, respectively. Large values of the indicators of EN / ASAS, Oct and VN are installed and in the absence of visible fatty dystrophy: 3.8 ± 0.6 mmol / l, 3.22 ± 0.11 and 2.53 ± 0.23 mmol / l, respectively. The asas in the blood of these cows was higher — 0.97 ± 0.07 mmol / l. In cows and primaries patients with metric, MDA content increased by 1.32 times in comparison with indicators in healthy animals of a similar physiological period ($p < 0.05$). At the same time, the catalase is increased ($p < 0.01$) from 24.4 ± 0.23 mm H₂O₂ / lchmin to 34.1 ± 0.26 mm H₂O₂ / lchmin. At the same time, the content of vitamin C and E in comparison with the control decreased. So insulated double bonds in patients with cows and first metrics have reliable differences ($p < 0.05$) in the indicators of clinically healthy animals 1.244 ± 0.41 against 1.686 ± 0.42 SL. Units, and conjugate trimes and ketodines with 0.116 ± 0.05 to 0.186 ± 0.07 SL. units. Reducing the superoxiddismutase index is less than a level of 1.55 SL. Ur, also indicates the presence of oxidant stress.

Conclusion. According to the data presented, one of the main etiological factors in the pathogenesis of metritis in cows and primaries in the early period of Puerperia is oxidant stress arising from animals against the background of a negative energy balance. Therefore, traditionally used in the algorithm for the diagnosis of animals, patients with metritis in the initial postpartum period, biochemical blood biochemical indicators have a lower degree specificity and sensitivity than the parameters of the system «peroxidation of lipids — antioxidant protection».

Keywords: cows, blood, oxidant stress system, sharp postpartum metritis.

Authors:

Firsov G. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: firsovgm@yandex.ru;

Rodin N. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: rodinnikolaj@yandex.ru;

Rykhlov A. — Dr. Habil. (Vet. Sci), Professor; e-mail: Ryhlov.andrej@yandex.ru;

Avdeenko V. — Dr. Habil. (Vet. Sci), Professor; e-mail: Avdeenko0106@mail.ru;

Akhmadov V. — PhD (Vet. Sci.); e-mail: ahmadov.vahat@mail.ru.

¹ FGBOU to Volgograd State Agrarian University; 400094, Russia, Volgograd, ul. University, 29;

² FGBOU in the Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilov; 410012, Russia, Saratov, Theater Square, 1;

³ Chechen State University; Russia, 366007, Chechen Republic, Grozny, Ave. Boulevard Dudaev, 17.

References

1. Avdeenko B. C. mechanism for the development of Ketoz-Geszos syndrome in pregnant cows and the effectiveness of the use of antioxidant drugs / V. S. Avdeenko, O. G. Dvornik, S. N. Loretz, S. N. Babukhin, A. S. Rykhlov, A. V. Molchanov // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2016. — № 8(150). — P. 4–10.
2. Avdeenko V. S. Violation of the functioning of the system «Lipid peroxidation — antioxidant protection» as a mechanism for the development of Ketoz-Geszos syndrome in Milk Cattle / V. S. Avdeenko, S. N. Babukhin, P. V. Rodin, and I. I. Kalyuzhny, S. V. Pereyadkin // East European Scientific Journal (Nauki Veterinarni). — 2016. — № 8. — P. 87–91.
3. Kalyuzhny I. I. Pathology of metabolism in imported dairy cattle / I. I. Kalyuzhny, N. D. Barinov, A. G. Smolyaninov // Bulletin of Saratov State Agriculture. — 2012. — № 1. — P. 23–26.
4. Kalyuzhny I. I. Life damage in highly productive cows in violation of metabolism // I. I. Kalyuzhny, N. D. Barinov // Bulletin of Saratov State Agriculture. — 2013. — № 8. — P. 7–11.
5. Recsky M. I. Age dynamics of nitrogen oxide in the body of cattle / M. I. Rotsky, A. G. Shakhov, G. N. Kryminovova et al. // Reports of Rask. — 2004. — № 4. — P. 58–60.
6. Nezhdanov A. G. Diseases of reproduction bodies in cows and problems of their diagnosis, therapy and prevention / A. G. Nezhdanov, V. D. Misaylov, A. G. Shakhov // Current problems of diseases of the breeding organs and breasts in animals : mat. Intern. scientific study. conf. Voronezh, October 5–7, 2005. — Voronezh: Europoligraphia, 2005. — P. 8–11.
7. Lobodin K. A. Reproductive health of highly productive dairy cows of red-steppe rock and biotechnology methods for its correction. / K. A. Lobodin // Author. dis. dock. vet. Sciences. St. Petersburg. — 2011. — 45 p.
8. Herzva K. A. Physiological substantiation of subclinical ketosis in dairy cows in conditions of intensive technology. Author. dis. Mission accounting of the Cand. biol. science Ryazan, 2009. — 18 p.
9. Karstrup C. C. Presence of bacteria in the endometrium and placentomes of pregnant cows / C. C. Karstrup, K. Klitgaard, T. K. Jensen, J. S. Agerholm, H. G. Pedersen // Theriogenology. — 2017. — № 99. — P. 43–47.
10. Moore S. G. (2017). Hot topic: 16S rRNA gene sequencing reveals the microbiome of the virgin and pregnant bovine uterus / S. G. Moore, A. C. Ericsson, S. E. Pooock, P. Melendez, M. C. Lucy // J. Dairy Sci. — № 100. — P. 4953–4960.
11. Potter T. J. Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle / T. J. Potter, G. Javier, F. John, J. G. Patrick, I. Martin Sheldon // Theriogenology. — 2010. — Volume 74. — Issue 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. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle / I. M. Sheldon, S. E. Owens // Anim. Reprod. — 2017. — Vol. 14. — № 3. — P. 622–629.
14. Surinder S. C. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium / S. C. Surinder, C. Pietro, N. P. Eric, J. L. Brian, L. Fan, R. D. Frank // Animal Production Science. — 2014. — № 54(10). — P. 1525–1536.
15. Wagener K. (2015). Diversity and health status specific fluctuations of intrauterine microbial communities in postpartum dairy cows // K. Wagener, I. Prunner, H. Pothmann, M. Drillich, M. Ehling-Schulz // Vet. Microbiol. — 2015. — № 175. — P. 286–293.