

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ И ВАГИНАЛЬНОМ СЕКРЕТЕ БОЛЬНЫХ ГЕНИТАЛЬНЫМ МИКОПЛАЗМОЗОМ КОРОВ НА ФОНЕ ЛЕЧЕНИЯ ТУЛАТРОМИЦИНОМ

Васильев Р.М., Васильева С.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,
Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Современная концепция развития промышленного животноводства предусматривает поддержание репродуктивного здоровья самок. Сдерживающим фактором в достижении этой цели являются вялотекущие заболевания репродуктивных органов. На сегодняшний день имеется мало сведений об иммунопатогенезе генитального микоплазмоза, что затрудняет разработку рациональных схем лечения животных. В условиях промышленного животноводства основным способом лечения микоплазмоза остается антибиотикотерапия препаратами тетрациклиновой, макролидной или фторхинолоновой групп.

Исходя из этого, целью нашей работы явилось изучение динамики содержания классов иммуноглобулинов в сыворотке крови и вагинальном секрете коров с генитальным микоплазмозом при использовании для лечения полусинтетического антибиотика макролидной группы тулатромицина.

В эксперименте участвовали сухостойные коровы в возрасте 3-4 лет. Из них было сформировано две группы по 8 животных в каждой. Контрольная группа – клинически здоровые коровы. Опытная группа – коровы с клиническими признаками хронического вагинита, либо имевшие их в течение беременности с подтвержденной микоплазменной инфекцией. Опытной группе коров для лечения генитального микоплазмоза применяли антибиотик траксовет 100 (тулатромицин) в дозе 2,5 мг на 1 кг массы тела животного, подкожно, однократно за 40 дней до предполагаемых родов. У обеих групп животных получали сыворотку крови и вагинальный секрет в которых определяли содержание иммуноглобулинов классов G, M, A и sIgA в вагинальном секрете методом радиальной иммунодиффузии в геле по Манчини.

Экспериментально установлено, что на 14-й день после введения тулатромицина у больных генитальным микоплазмозом коров в сыворотке крови наблюдалось достоверное увеличение содержания IgG и снижение уровней IgM и IgA, однако данные показатели оставались ниже, чем у здоровых коров. В вагинальном секрете происходило достоверное снижение количества IgM и sIgA и иммуноглобулиновый состав секрета после антибиотикотерапии практически не отличался от здоровых коров.

Адрес для переписки:

Васильев Роман Михайлович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет ветеринарной медицины»
196084, Россия, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, 5.
Тел.: 8 (921) 909-70-03.
E-mail: rmpvcvet@yandex.ru

Address for correspondence:

Roman M. Vasiliev
St. Petersburg State University of Veterinary Medicine
5 Chernigovskaya St
St. Petersburg
196084 Russian Federation
Phone: +7 (921) 909-70-03.
E-mail: rmpvcvet@yandex.ru

Образец цитирования:

Р.М. Васильев, С.В. Васильева «Динамика содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови и вагинальном секрете больных генитальным микоплазмозом коров на фоне лечения тулатромицином» // Российский иммунологический журнал, 2023. Т. 26, № 2. С. 189-194. doi: 10.46235/1028-7221-12045-DOT

© Васильев Р.М., Васильева С.В., 2023
Эта статья распространяется по лицензии
Creative Commons Attribution 4.0

For citation:

R.M. Vasiliev, S.V. Vasilieva "Dynamics of the content of immunoglobulins in the blood serum and vaginal secretion of cows with genital mycoplasmosis during treatment with tulathromycin", Russian Journal of Immunology/Rossiyskiy Immunologicheskii Zhurnal, 2023, Vol. 26, no. 2, pp. 189-194. doi: 10.46235/1028-7221-12045-DOT

© Vasiliev R.M., Vasilieva S.V., 2023
The article can be used under the Creative
Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.46235/1028-7221-12045-DOT

Таким образом, применение тулатромицина при генитальном микоплазмозе у стельных коров помимо высокой терапевтической эффективности приводит лишь к частичной нормализации их иммуноглобулинового статуса. Полученные в ходе эксперимента данные позволят совершенствовать схему лечения генитального микоплазмоза крупного рогатого скота.

Ключевые слова: коровы, иммуноглобулины, вагинальный секрет, микоплазмоз, тулатромицин

DYNAMICS OF THE CONTENT OF IMMUNOGLOBULINS IN THE BLOOD SERUM AND VAGINAL SECRETION OF COWS WITH GENITAL MYCOPLASMOSIS DURING TREATMENT WITH TULATHROMYCIN

Vasiliev R.M., Vasilieva S.V.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. An important task of industrial animal husbandry is to maintain the reproductive health of female animals. Indolent diseases of the reproductive system remain a big problem. Little information is available on the immunopathogenesis of genital mycoplasmosis. Antibiotic treatment with drugs from tetracycline, macrolide or fluoroquinolone groups is the main approach to treatment of mycoplasmosis. The aim of the present work was to study the dynamics of immunoglobulin contents in blood serum and vaginal secretions of cows with genital mycoplasmosis during therapy with tulathromycin, a semi-synthetic macrolide antibiotic drug.

We studied two groups of cows at their interlactation period ($n = 8$), aged 3-4 years. Control group consisted of clinically healthy cows. The cows from experimental group had confirmed genital mycoplasmosis. They were treated with Traxovet 100 antibiotic (tulathromycin) at a dose of 2.5 mg per 1 kg of animal body weight, by subcutaneous route, 40 days before the expected delivery. Blood serum and vaginal secretions were collected in both groups of animals. The contents of IgG, IgM, IgA immunoglobulins, and sIgA in the vaginal secretion were determined by radial immunodiffusion (Mancini technique).

On the 14th day of the experiment, a significant increase in the IgG contents and decreased levels of IgM and IgA were observed in the blood of the cows from experimental group. However, these indexes still remained lower than in healthy cows. In vaginal secretions, a significant decrease in the IgM and sIgA amounts was detected. The immunoglobulin levels in vaginal secretions after antibiotic therapy did not differ from the healthy cows.

The use of tulathromycin for treatment of genital mycoplasmosis in pregnant cows shows high therapeutic efficacy, but does not lead to a complete normalization of their immunoglobulin status.

Keywords: cows, immunoglobulins, vaginal secretions, mycoplasmosis, tulathromycin

Введение

Сохранение репродуктивного здоровья коров является одной из приоритетных задач на современном этапе развития животноводства в нашей стране. Успешную реализацию этой задачи сдерживают заболевания, характеризующиеся длительным латентным периодом и неспецифической клинической картиной, что существенно растягивает срок постановки окончательного диагноза и назначение соответствующей терапии. В результате в организме больных животных могут развиваться необратимые морфофункциональные изменения, приводящие к преждевременному их исключению из хозяйственного оборота. Как следствие, животноводческие предприятия несут убытки, складывающиеся из за-

трат на лечение, ограничений в реализации продукции и преждевременной выбраковки коров, что отражается на повышении себестоимости молока и мяса. Этиология заболеваний, составляющих эту группу, достаточно широка – от обменных нарушений до хронических инфекций [2, 3].

Одним из таких заболеваний является генитальный микоплазмоз крупного рогатого скота. Генитальный микоплазмоз характеризуется длительным латентным периодом и стертой клинической картиной, что способствует его распространению в популяции [1, 5, 11, 14]. Со временем в животноводческих хозяйствах начинают отмечать снижение показателей воспроизводства стада. Проведение стандартной гинекологической диспансеризации не позволяет установить причины снижения репродуктивной

способности коров, и это ставит в тупик ветеринарных специалистов. На значимость проблемы генитального микоплазмоза крупного рогатого скота указывают зарубежные и отечественные исследователи [5, 11]. Мониторинг животноводческих хозяйств Северо-Западного региона Российской Федерации показал, что урогенитальный микоплазмоз в них широко распространен и имеет четкую корреляцию с низкими показателями воспроизводства [2].

На сегодняшний день основными препаратами для лечения генитального микоплазмоза у коров являются антибиотики тетрациклиновой, макролидной, фторхинолоновой групп [5, 6, 8, 9, 12]. Однако следует учитывать, что антибиотикотерапия не всегда дает ожидаемый эффект, поскольку устойчивость микоплазм к применяемым препаратам со временем увеличивается [10]. Поскольку микоплазмы являются мембранными паразитами эпителиальных клеток слизистых оболочек, то не всегда эффективность антибиотика *in vitro* и *in vivo* будут аналогичными. Как показывает практика, наибольшую терапевтическую эффективность показывают препараты, накапливающиеся в высокой концентрации в лимфе, трансудатах и экссудатах.

Другим важным фактором в успешной терапии генитального микоплазмоза является состояние иммунной системы животного и, прежде всего, комплекса защитных механизмов, обеспечивающих локальный иммунитет слизистых оболочек. В частности, в комплексной защите слизистой оболочки влагалища значительную роль играют: количественный и качественный состав аутофлоры, кислотность вагинального секрета, содержание в нем иммуноглобулинов и лизоцима [3, 16]. Несмотря на многоуровневую защиту слизистых оболочек, микоплазмы за счет синтеза иммуносупрессивных метаболитов и вариабельности поверхностных антигенов способны уклоняться от иммунного ответа, что позволяет им длительно персистировать в организме животных [13, 15]. Одним из важных факторов иммунитета слизистой оболочки влагалища является содержание в ее секрете иммуноглобулинов. Иммуноглобулины, а особенно секреторный иммуноглобулин А (sIgA), препятствуют адгезии инфекционных агентов к эпителиальным клеткам за счет образования иммунных комплексов, а также активируют систему комплемента, нейтрализуя биологическую активность возбудителей.

Опираясь на изложенное выше, определенный интерес представляет изучение терапевтической эффективности полусинтетического антибиотика группы макролидов пролонгированного действия тулатромицин и его влияния на концентрацию иммуноглобулинов в сыворотке кро-

ви и вагинальном секрете коров с генитальным микоплазмозом.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе ЗАО «Осьминское» Сланцевского района Ленинградской области на сухостойных коровах возрастом 3-4 года. Из них были сформированы 2 группы по 8 животных в каждой. Первая группа – клинически здоровые коровы не инфицированные микоплазмозом (контроль). Вторая группа – коровы с клиническими признаками хронического вагинита, либо имевшие их в течение беременности с подтвержденной микоплазменной инфекцией (опыт). Наличие микоплазменной инфекции устанавливали методом ПСР. Для проведения теста с верхнего свода влагалища с помощью цитощетки получали эпителий слизистой оболочки. Выделение ДНК микоплазм из материала проводилось с применением комплекта реагентов «ДНК-сорб-АМ», производства ООО «ИнтерЛабСервис» (Россия). Амплификацию проводили с использованием тест системы «МИК-КОМ» (выявление *Mycoplasma* spp.), ООО «ИнтерЛабСервис» (Россия), на амплификаторе MJ Mini, Bio-Rad (США). Детекция осуществлялась методом электрофореза в агарозном геле с применением комплекта реагентов «ЭФ» производства ООО «ИнтерЛабСервис» (Россия). У положительно реагирующих на *Mycoplasma* spp. коров, дополнительно проводилась серологическая типизация возбудителя методом непрямой гемагглютинации (РНГА) – установлена *M. bovis genitalium*.

Опытной группе коров для лечения генитального микоплазмоза применяли антибиотик траксовет 100 (тулатромицин) в дозе 2,5 мг на 1 кг массы тела животного, подкожно, однократно за 40 дней до предполагаемых родов.

Контроль терапевтической эффективности траксовета 100 осуществлялся путем повторного ПСР-теста на *Mycoplasma* spp. через 14 дней после введения препарата.

У опытной и контрольной групп коров брали кровь из яремной вены для получения сыворотки, а также с помощью специальной ложки в области шейки матки со стенок влагалища собирали вагинальный секрет. У опытной группы материал отбирали дважды – до начала терапии и через 14 дней после введения антибиотика. У контрольной группы однократно – за 25-27 дней до предполагаемых родов.

В сыворотке крови исследовали концентрацию иммуноглобулинов классов IgG, IgM, IgA и их общее содержание, в вагинальном секрете исследовали IgG, IgM, IgA, sIgA и их общее содержание. Определение классов иммуноглобулинов проводили методом радиальной иммуно-

диффузии в геле по Манчини, с использованием антисывороток к иммуноглобулинам крупного рогатого скота производства Hangzhou Sunlong Biotech Co., Ltd. China. Полученные результаты статистически обработаны с использованием компьютерной программы SPSS 22.0.

Результаты и обсуждение

Экспериментальные данные демонстрируют высокую терапевтическую эффективность тулатромицина при генитальном микоплазмозе крупного рогатого скота. Повторное PCR-тестирование через 14 дней после инъекции тулатромицина выявило наличие возбудителя только у 2 животных из 8, что составляет 75%.

Количественные изменения классов иммуноглобулинов в сыворотке крови и вагинальном секрете на фоне применения тулатромицина коровам с генитальным микоплазмозом представлены в таблице 1.

Терапия тулатромицином приводила к значительному росту содержания IgG в сыворотке крови больных генитальным микоплазмозом коров с $9,3 \pm 0,41$ г/л на 44% ($p < 0,001$), однако значение данного показателя оставалось ниже, чем у здоровых животных. Изменения иного характера наблюдались в отношении IgM и IgA. Так, до начала терапии количество IgM в сыворотке крови коров с микоплазмозом составляло $3,34 \pm 0,14$ г/л и снижалось на 14-й день от начала терапии на 37% ($p < 0,001$). Исходно высокий уровень IgA — $6,15 \pm 0,13$ г/л через две недели после введения антибиотика снижался на 31,5% ($p < 0,001$), но оставался существенно выше, чем у клинически здоровых животных. Следует отметить, что общее содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови коров с генитальным микоплазмозом на фоне применения тулатромицина практически не претерпело изменений и было на 3,96 г/л ниже, чем у здоровых животных.

Изучение динамики иммуноглобулинов в вагинальном секрете коров с генитальным микоплазмозом показало, что применение тулатромицина вызывало недостоверное повышение уровня IgG через 2 недели от его применения на 9%. Антибиотикотерапия больных микоплазмозом коров приводила к достоверному снижению количества IgM в вагинальном секрете с $0,054 \pm 0,003$ г/л на 0,014 г/л, и оно достигало значения данного показателя у здоровых животных. Исходно низкий уровень IgA в вагинальном секрете инфицированных животных через 2 недели после введения тулатромицина повышался на 22% и приближался к его значению у здоровых коров, однако изменения оказались статистически недостоверными. Высокое содержание секреторного IgA, составлявшее у коров с

генитальным микоплазмозом до начала лечения $0,096 \pm 0,007$ г/л, в результате проведенной терапии достоверно снижалось на 0,023 г/л и соответствовало уровню здоровых животных. Заболевание коров генитальным микоплазмозом не отражалось на общем содержании иммуноглобулинов в вагинальном секрете. Применение тулатромицина для лечения этих животных вызывало лишь незначительные колебания данного показателя, и он был идентичен уровню здоровых коров.

В эксперименте установлена высокая терапевтическая эффективность полусинтетического антибиотика макролидной группы тулатромицин в отношении *M. bovigenitalium* которая составила 75%. О высокой эффективности антибиотиков данной группы при генитальном микоплазмозе у животных, достигающей 90%, свидетельствуют работы отечественных и зарубежных специалистов [6, 8].

Применение тулатромицина для лечения коров с генитальным микоплазмозом оказывало существенное позитивное влияние на иммуноглобулиновый спектр сыворотки крови. Наблюдаемое снижение IgM может говорить о снижении антигенной стимуляции организма коров вследствие элиминации микоплазм из генитального тракта. Аналогичного характера изменения наблюдались и в отношении IgA, что можно связать со снижением его миграции в слизистую оболочку влагалища для трансформации в секреторный IgA. На этом фоне отмечалось существенное повышение количества IgG, вероятно, являющееся результатом снижения его потребности в реализации иммунологических реакций и снижением супрессивного воздействия микоплазменных метаболитов [13, 15]. Отсутствие достоверной динамики в общем содержании иммуноглобулинов указывает, что изменения в классовом составе происходили путем перераспределения их количества.

В меньшей степени применение тулатромицина при генитальном микоплазмозе крупного рогатого скота повлияло на иммуноглобулиновый состав вагинального секрета. Мы не наблюдали достоверных изменений в концентрации IgG и IgA на 14-й день после введения антибиотика, что может быть связано с отсутствием опосредованного влияния тулатромицина на механизмы транспорта этих иммуноглобулинов через слизистую оболочку. Снижение в вагинальном секрете IgM до уровня здоровых животных является результатом прекращения антигенной стимуляции в связи с элиминацией микоплазм со слизистой оболочки. Значительное снижение в результате проведенной антибиотикотерапии претерпел sIgA и его содержание достигало значения данного показателя в вагинальном секрете здоровых

ТАБЛИЦА 1. ВЛИЯНИЕ ТЕРАПИИ ТУЛАТРОМИЦИНОМ БОЛЬНЫХ ГЕНИТАЛЬНЫМ МИКОПЛАЗМОЗОМ КОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ КЛАССОВ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ И ВАГИНАЛЬНОМ СЕКРЕТЕ

TABLE 1. INFLUENCE OF THERAPY WITH TULATHROMYCIN IN COWS WITH GENITAL MYCOPLASMOSIS ON THE CONTENT OF IMMUNOGLOBULIN CLASSES IN BLOOD SERUM AND VAGINAL SECRETION

Показатели Indicators	Генитальный микоплазмоз Genital mycoplasmosis		Клинически здоровые Clinically healthy
	До лечения Before treatment	На 14-й день после After 14 days	
Сыворотка крови Blood serum			
IgG, г/л IgG, g/L	9,30±0,41	13,40±0,54***	17,40±0,63
IgM, г/л IgM, g/L	3,34±0,14	2,10±0,06***	3,41±0,17
IgA, г/л IgA, g/L	6,15±0,13	4,21±0,34***	2,80±0,09
Ig, г/л Ig, g/L	18,76±0,38	19,70±0,71	23,66±0,60
Вагинальный секрет Vaginal secret			
IgG, г/л IgG, g/L	0,183±0,008	0,200±0,005	0,190±0,008
IgM, г/л IgM, g/L	0,054±0,003	0,040±0,003**	0,039±0,003
IgA, г/л IgA, g/L	0,018±0,001	0,022±0,002	0,024±0,003
slgA, г/л slgA, g/L	0,096±0,007	0,063±0,002**	0,067±0,005
Ig, г/л Ig, g/L	0,350±0,013	0,32±0,01	0,320±0,011

Примечание. * – уровень достоверности между больными животными получавшими тулатромицин в динамике (** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$).

Note. *, the level of significance between sick animals treated with tulathromycin in dynamics (**, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$).

коров. Данное изменение указывает на резкое снижение колонизации микоплазмами слизистой оболочки влагалища и может являться косвенным подтверждением терапевтической эффективности тулатромицина. Общее содержание иммуноглобулинов в вагинальном секрете на фоне проведенной антибиотикотерапии не претерпело существенных изменений и достоверно не отличалось от их количества у здоровых коров. Это свидетельствует о том, что *M. bovis genitalium* не вызывает резкого повышения иммунологической реактивности слизистой оболочки влагалища и реализация иммунного ответа происходит в основном за счет количественного перераспределения классов иммуноглобулинов [16].

Заключение

Проведенное исследование показало высокую терапевтическую эффективность полусинтети-

ческого антибиотика макролидной группы тулатромицина при лечении коров с генитальным микоплазмозом. Наряду с этим, его применение приводит только к частичной нормализации иммуноглобулинового состава сыворотки крови, главным образом за счет количественного перераспределения их классов. Более выраженное позитивное влияние антибиотикотерапия оказала на локальное содержание иммуноглобулинов в вагинальном секрете, где наблюдалась полная нормализация их классового состава. Обнаруженные изменения указывают на целесообразность сочетанного применения в схеме лечения генитального микоплазмоза крупного рогатого скота антибиотика и иммуномодулятора для полной нормализации иммунного статуса животных и предотвращения возможных рецидивов заболевания.

Список литературы / References

1. Алхуссен А.М., Кирпиченко В.В., Алхуссен А.М., Кирпиченко В.В., Яцентюк С.П., Нестеров А.А., Бьядовская О.П., Жбанова Т.В., Спрыгин А.В. Патогенные микоплазмы крупного рогатого скота *Mycoplasma bovis*, *m. bovis genitalium* и *m. dispar*: краткая характеристика возбудителей // Сельскохозяйственная биология, 2021. Т. 56, № 2. С. 245-260. [Alkhussen A.M., Kirpichenko V.V., Yatsenyuk S.P., Nesterov A.A., Byadovskaya O.P., Zhbhanova T.V., Sprygina A.V. Pathogenic mycoplasmas of cattle *Mycoplasma bovis*, *m. bovis genitalium* and *m. dispar*: a brief description of pathogens. *Selskokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2021, Vol. 56, no. 2, pp. 245-260. (In Russ.)]
2. Васильев Р.М. Роль хламидийной и микоплазменной инфекции в этиологии бесплодия у крупного рогатого скота // Международный вестник ветеринарии, 2008. № 3. С. 15-16. [Vasiliev R.M. The role of chlamydia and mycoplasma infection in the etiology of infertility in cattle. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2008, no. 3, pp. 15-16. (In Russ.)]
3. Васильев Р.М., Васильева С.В. Иммунобиологические свойства вагинального секрета у здоровых и больных микоплазмозом коров // Медицинская иммунология, 2021. Т. 23, № 4. С. 987-990. [Vasiliev R.M., Vasilieva S.V. Immuno-biological properties of vaginal discharge in healthy and mycoplasmosis-infected cows. *Meditsinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2021, Vol. 23, no. 4, pp. 987-990. (In Russ.)] doi: 10.15789/1563-0625-IBP-2278.
4. Васильева С.В., Васильев Р.М. Влияние субклинического кетоза коров на формирование колострального иммунитета телят // Медицинская иммунология, 2021. Т. 23, № 4. С. 981-986. [Vasilieva S.V., Vasiliev R.M. Influence of subclinical ketosis in cows on formation of colostrum immunity in calves. *Meditsinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2021, Vol. 23, no. 4, pp. 981-986. (In Russ.)] doi: 10.15789/1563-0625-IOS-2274.
5. Красиков А.П., Рудаков Н.В. Микоплазмозы человека и животных и их эпидемиологическое и эпизоотологическое значение. Омск: Омский научный вестник, 2015. 717 с. [Krasikov A.P., Rudakov N.V. Mycoplasmoses of humans and animals and their epidemiological and epizootological significance]. *Omsk: Omskiy nauchnyy vestnik*, 2015. 717 p.
6. Лещинский И.И. Макролиды – препараты выбора для борьбы с микоплазмозами животных // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные, 2009. № 1. С. 44-45. [Leshchinsky I.I. Macrolides – drugs of choice for combating mycoplasmosis of animals. *Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. Selskokhozyaystvennyye zhivotnye = Russian Veterinary Journal. Farm Animals*, 2009, no. 1, pp. 44-45. (In Russ.)]
7. Chambaud L., Wróblewski H., Blanchard A. Interactions between mycoplasma lipoproteins and the host immune system. *Trends Microbiol.*, 1999, Vol. 7, no. 12, pp. 493-499.
8. Cooper A.C., Fuller J.R., Fuller M.K., Whittlestone P., Wise D.R. *In vitro* activity of danofloxacin, tylosin and oxytetracycline against mycoplasmas of veterinary importance. *Res. Vet. Sci.*, 1993, Vol. 54, Iss. 3, pp. 329-334.
9. Gautier-Bouchardon A.V. Antimicrobial resistance in *Mycoplasma* spp. *Microbiol. Spectr.*, 2018, Vol. 6, no. 4. doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0030-2018.
10. Kong L.C., Gao D., Jia B.Y., Wang Z., Gao Y.H., Pei Z.H., Liu S.M., Xin J.Q., Ma H.X. Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of macrolide resistance of *Mycoplasma bovis* isolates from multiple provinces in China. *J. Vet. Med. Sci.*, 2016, Vol. 78, no. 2, pp. 293-296.
11. Lysnyansky I., Brenner J., Alpert N., Benjamin A., Bernstein M., Elad D., Blum S., Friedgut O., Rotenberg D. Identification of *Mycoplasma bovis genitalium* and *Mycoplasma canadense* from outbreaks of granulopapular vulvovaginitis in dairy cattle in Israel. *Vet. Rec.*, 2009, Vol. 165, no. 11, pp. 319-322.
12. Lluch-Senar M., Luong K., Lloréns-Rico V., Delgado J., Fang G., Spittle K., Clark T.A., Schadt E., Turner S.W., Korlach J., Serrano L. Comprehensive methylome characterization of *Mycoplasma genitalium* and *Mycoplasma pneumoniae* at single-base resolution. *PLoS Genet.*, 2013, Vol. 9, no. 1, e1003191. doi: 10.1371/journal.pgen.1003191.
13. Maunsell F.P., Chase C. *Mycoplasma bovis*: Interactions with the immune system and failure to generate an effective immune response. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 2019, Vol. 35, no. 3, pp. 471-483.
14. Nicholas R.A.J., Ayling R.D. *Mycoplasma bovis*: disease, diagnosis, and control. *Res. Vet. Sci.*, 2003, Vol. 74, Iss. 2, pp. 105-112.
15. Pilo P., Vilei E.M., Peterhans E., Bonvin-Klotz L., Stoffel M.H., Dobbelaere D., Frey J. A metabolic enzyme as a primary virulence factor of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* small colony. *J. Bacteriol.*, 2005, Vol. 187, no. 19, pp. 6824-6831.
16. Vasiliev R. Concentration of immunoglobulins in vaginal secretion in healthy cows and with mycoplasmosis. *FASEB J.*, 2021, Vol. 35, no. S1, 01622. doi: 10.1096/fasebj.2021.35.S1.01622.

Авторы:

Васильев Р.М. – к.вет.н., доцент кафедры клинической диагностики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

Васильева С.В. – к.вет.н., доцент кафедры биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

Authors:

Vasiliev R.M., PhD (Veterinary Medicine), Associate Professor, Department of Clinical Diagnostics, St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation;

Vasilieva S.V., PhD (Veterinary Medicine), Associate Professor, Department of Biochemistry and Physiology, St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Поступила 07.05.2023
Принята к печати 19.06.2023

Received 07.05.2023
Accepted 19.06.2023