

Анна Валиевна Шмидт¹, Байлар Садррадинович Иолчиев^{2✉}, Наталья Тухтаровна Онкорова³

¹Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

²Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская область, Россия

³Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, Элиста, Республика Калмыкия, Россия

¹tadzhieva-av@rudn.ru

²baylar1@yandex.ru

³machkaewa-nt5@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ СПЕРМАТОЗОИДОВ В СПЕРМЕ С БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕНЕННОСТЬЮ

Цель исследования – изучение связи между бактериальной контаминацией спермы быков-производителей с биологической полноценностью сперматозоидов, а также показателями воспроизводства. Объектом исследования были быки-производители голштинской породы ($n=17$). Материалом для исследования служила замороженно-оттаянная сперма быков-производителей в количестве 61 пробы. Микробиологические исследования спермодоз проводили с использованием стандартных питательных сред в соответствии с ГОСТ 32222-2013. Определение общего количества микроорганизмов вычисляли по числу выросших колонобразующих единиц (КОЕ/мл) в 1 см^3 , с последующим определением их морфологических свойств. Подвижность и морфологию сперматозоидов определяли с помощью программы «Аргус CASA». Состояние ДНК в сперматозоидах изучали методом акридин-оранжевого теста (АО-тест) с применением флуоресцентного микроскопа. В результате исследования установлена высокая положительная корреляционная зависимость ($r = +0,940^{**}$) между количеством микроорганизмов в сперме и патологией в отдельных сегментах сперматозоидов. Дисперсионный анализ подтверждает статистически значимое влияние количества микроорганизмов на морфологию сперматозоидов $F = 123,2$ ($p = 0,000$). Корреляционная взаимосвязь между индексом фрагментации и содержанием микроорганизмов имеет высокое значение ($r = +0,965^{**}$). Подвижность сперматозоидов отрицательно коррелирует ($r = -0,768^{**}$) с количеством микроорганизмов (КОЕ/мл). При наличии в образцах *Mycoplasma spp* количество коров с плодотворным осеменением составило 35,5 % за счет снижения подвижности, морфологии и высокой фрагментации ДНК сперматозоидов (58 %). Подвижность сперматозоидов в образцах с содержанием *Mycoplasma spp* в среднем составляет 24,5 %, в образцах без содержания этих микроорганизмов – 48,9 %. Таким образом, можно предположить, что наличие в образцах *Mycoplasma spp* и высокие показатели бактериальной обсемененности приводят к снижению показателей воспроизводства у производителей.

Ключевые слова: морфология, фрагментация ДНК, активность сперматозоидов, микробная обсемененность, качество спермопродукции, воспроизводство

Для цитирования: Шмидт А.В., Иолчиев Б.С., Онкорова Н.Т. Изучение биологической полноценности сперматозоидов в сперме с бактериальной обсемененностью // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6. С. 101–108. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-101-108.

Anna Valievna Schmidt¹, Baylar Sadraddinovich Iolchiev^{2✉}, Natalia Tukhtarovna Onkorova³

¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

²Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Dubrovitsy settlement, Podolsk urban District, Moscow Region, Russia

³Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Republic of Kalmykia, Russia

¹tadzhieva-av@rudn.ru

²baylar1@yandex.ru

³machkaewa-nt5@yandex.ru

STUDYING THE BIOLOGICAL COMPLETENESS OF SPERM IN SEMEN WITH BACTERIAL CONTAMINATION

*The aim of the study is to investigate the relationship between bacterial contamination of bull semen and the biological value of spermatozoa, as well as reproductive performance. The object of the study was Holstein bulls (n = 17). The material for the study was frozen-thawed semen of bulls in the amount of 61 samples. Microbiological studies of sperm doses were carried out using standard nutrient media in accordance with GOST 32222-2013. The total number of microorganisms was calculated by the number of grown colony-forming units (CFU/ml) in 1 cm³, with subsequent determination of their morphological properties. Sperm motility and morphology were determined using the Argus CASA program. The state of DNA in spermatozoa was studied by the acridine orange test (AO test) using a fluorescence microscope. The study revealed a high positive correlation (r = +0.940**) between the number of microorganisms in sperm and pathology in individual sperm segments. Analysis of variance confirmed a statistically significant effect of the number of microorganisms on sperm morphology F = 123.2 (p=0.000). The correlation relationship between the fragmentation index and the content of microorganisms has a high value (r = +0.965**). Sperm motility negatively correlates (r = -0.768**) with the number of microorganisms (CFU/ml). In the presence of Mycoplasma spp in the samples, the number of cows with fruitful insemination was 35.5 % due to reduced motility, morphology and high fragmentation of sperm DNA (58 %). Sperm motility in samples containing Mycoplasma spp averages 24.5 %, while in samples without these microorganisms it is 48.9 %. Thus, it can be assumed that the presence of Mycoplasma spp in samples and high bacterial contamination rates lead to lower reproductive performance in bulls.*

Keywords: morphology, DNA fragmentation, sperm activity, microbial contamination, sperm quality, reproduction

For citation: Shmidt A.V., Iolchiev B.S., Onkorova N.T. Studying the biological completeness of sperm in semen with bacterial contamination // Bulliten KrasSAU. 2024;(6): 101–108 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-101-108.

Введение. Рентабельность отрасли животноводства определяется уровнем воспроизводства поголовья и количеством произведенной продукции. В частности, использование высокоценных производителей, обладающих хорошим генетическим потенциалом по качественным и количественным показателям, будет способствовать созданию конкурентоспособной отрасли и решению вопросов импортозамещения.

В условиях интенсивного развития отрасли репродуктивная система производителей постоянно подвергается влиянию различных факторов биотической и абиотической природы, которые приводят к снижению фертильности или идиопатическому бесплодию [1–4].

Одной из причин развития идиопатического бесплодия могут являться иммуногенные дефекты, генетические нарушения, воспаления и инфекционные проблемы [5]. Воспаление прямо или косвенно ухудшает сперматогенез и функцию сперматозоидов за счет выработки антител сперматозоидов и активных форм кислорода (АФК), которые приводят к нарушению целостности ДНК [6]. Контаминация патогенными бактериями репродуктивных путей самцов представляет большую угрозу маточному поголовью и является причиной их бесплодия. Так, у крупного рогатого скота болезни органов размножения производителей [7] или использование некачественной спермы [8] способствуют возникновению у коров длительного бесплодия.

Более остро проблема заготовки и хранения качественного семени стоит в индустрии искусственного осеменения, так как риск распространения инфекционных заболеваний через контаминацию половых путей самок от производителей-бактерионосителей остается потенциально высоким [9].

Обсеменение спермы микробными ассоциациями и грибами чаще всего происходит во время забора спермы у животного (нарушение волосяного покрова, гиперемия препуциальной полости, травмы), из-за неудовлетворительных санитарно-гигиенических условий в помещении (загрязнение воздуха в случном манеже) [10, 11], во время фасовки и хранения спермы, при нарушении порядка и режима в лаборатории (грязная лабораторная посуда, инструменты, разбавители, небрежная эквilibрация), а также от производителей-бактерионосителей [12].

По данным С.П. Яцентюк с соавт., в спермодозе от быков из отечественных племенных центров и спермы, разделенной по полу, были выявлены: вирус герпеса (*Bovine Herpesvirus 1, BHV1*) – 1,94 %; *Campylobacter Spp* – 84,4; *Histophilussomni* – 90,2; *C. jejuni* – 18,4; *Mycoplasma spp* – 91,2 %. Наличие *Mycoplasma spp.* в репродуктивном тракте здоровых животных оказывает негативное влияние на репродуктивные качества семени [13]. По данным [14], в пробах семени быков спермодоноров из российских племенных хозяйств у 23,6 % обнаружили геном возбудителей микоплазмозов КРС, и наиболее чаще выявляли геном *M. Bovigenitalium*. На территории Уральского региона у крупного рогатого скота было выявлено коинфицирование *M. bovis* и *M. bovig genitalium* в 17,2 % пробах [15].

Способность микоплазм (*Mycoplasma spp.*) контаминировать сперму быков-производителей отмечается в работах российских и зарубежных авторов [16–18]. Микоплазмы изменяют концентрацию, подвижность [19] и морфологию [20] сперматозоидов. Более того, отмечается фрагментация ДНК сперматозоидов относительно неинфицированных производителей [21, 22]. Также было показано, что при выявлении *M. bovig genitalium* в образцах спермы быков подвижность сперматозоидов снижается [23].

Проведенные исследования показывают, что наличие в сперме микоплазмы (*Mycoplasma spp.*) оказывает влияние на параметры спермопродукции и фрагментацию ДНК сперматозои-

дов, что приводит к снижению фертильности производителей, однако вопрос остается спорным и требует дальнейшего изучения.

Цель исследования – изучение влияния бактериальной контаминации спермы быков на биологическую полноценность сперматозоидов и показатели воспроизводства.

Задачи: провести микробиологические исследования замороженно-оттаянной спермы быков-производителей; определить активность сперматозоидов в исследуемых пробах спермодоз; изучить степень фрагментации ядерной ДНК в сперматозоидах; определить влияние микробной контаминации спермопродукции на воспроизводительные показатели стада.

Объекты, материалы и методы. Исследования проводили в лаборатории клеточной инженерии ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста».

Объектом исследования были быки-производители голштинской черно-пестрой породы ($n = 17$). Материалом для исследования служила замороженно-оттаянная сперма быков-производителей в количестве 61 пробы. Микробиологические исследования спермодоз проводили с использованием стандартных питательных сред в соответствии с ГОСТ 32222-2013 [24]. Посевы инкубировали. Определение общего количества микроорганизмов вычисляли по числу выросших колониобразующих единиц (КОЕ/мл) в 1 см^3 , с последующим определением их морфологических свойств. Подвижность и морфологию сперматозоидов определяли с помощью программы «Аргус CASA». Состояние ДНК в сперматозоидах изучали методом акридин-оранжевого теста (АО-тест) с применением флуоресцентного микроскопа, оснащенного кубом флуоресцентных фильтров GFP-LEX460-500 DM 505BA510 с окуляром 15x и объективом 20x, 40x, 100x [25].

Статистический анализ полученных результатов проводили с помощью пакета программ MS Excel и SPSS Statistics 23.

Результаты и их обсуждение. Активность сперматозоидов является одним из важнейших показателей, характеризующих качество спермы. Содержание сперматозоидов с прямолинейным поступательным движением в среднем составило 46,2 % (от $\text{min} = 19,1$ % до $\text{max} = 69,2$ %). Наименьшая подвижность была отмечена у быков №1 (25,4 %), № 13 (19,1 %) и № 17 (29 %), у остальных производителей активность соста-

вила от 41 до 69,2 %, что соответствует нормативным величинам.

Общее количество сперматозоидов с патологической морфологией колебалось от 8,3 до 19,4 %, среди патологических дефектов преобладали аномалии жгутика. Корреляционный

анализ показывает высокую положительную взаимосвязь ($r = +0,940^{**}$) между количеством микроорганизмов в сперме и патологией в строении отдельных сегментов сперматозоидов (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная взаимосвязь между показателями

Показатель	Аномальные сперматозоиды, %	Индекс фрагментации	Кол-во бактерий, КОЕ/мл	Активность сперматозоидов, %
Аномальные сперматозоиды, %	1	+0,940**	+0,944**	-0,798**
Индекс фрагментации	+0,940**	1	+0,965**	-0,761**
Количество бактерий, КОЕ/мл	+0,944**	+0,965**	1	-0,768**
Активность сперматозоидов, %	-0,798**	-0,761**	-0,768**	1

** Уровень значимости корреляции 0,01.

Установлена высокая отрицательная корреляционная взаимосвязь между количеством бактерий в сперме с активностью сперматозоидов ($r = -0,768^{**}$).

Подтверждаются научные данные о влиянии высокой контаминации микроорганизмов на морфологию сперматозоидов. Дисперсионный анализ показал статистически значимое влия-

ние количества микроорганизмов на морфологию сперматозоидов $F = 123,2$ ($p = 0,000$). Нужно отметить, что у производителей № 1, № 13, № 17 число сперматозоидов с аномальной морфологией было выше стандартных показателей (19,2 %; 19,4; 18,5 % соответственно) (рис. 1).

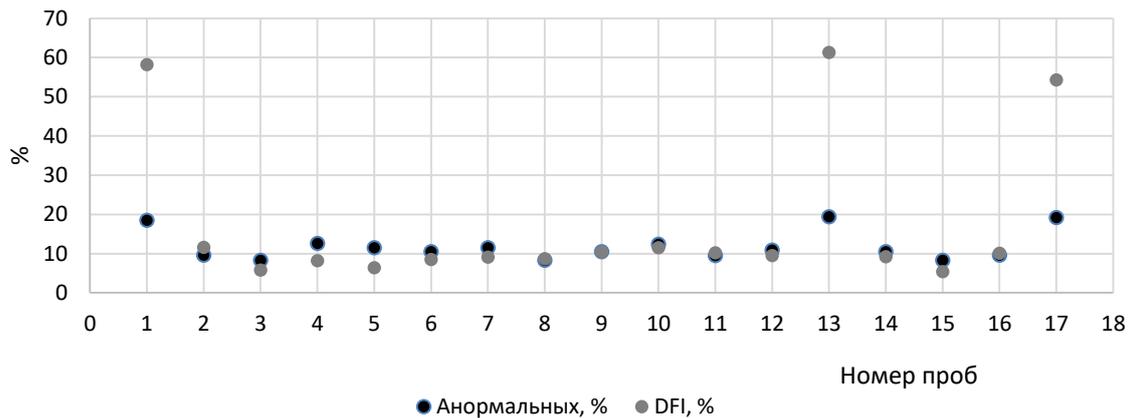


Рис. 1. Показатели аномалий морфометрии и индекса фрагментации ДНК сперматозоидов у быков-производителей

Анализ состояния хроматина с помощью акридин-оранжевого теста (АО-тест) показал более высокую степень фрагментации ДНК (DFI) у быков-производителей № 1 (58,2 %), № 13 (61,3 %)

и № 17 (54,3 %), чем средние показатели по исследуемой выборке. Можно отметить, что в образцах трех быков (№ 1, № 13, № 17) отмечается низкая подвижность, выше частота дефектов

морфологии и выше индекс фрагментации ДНК. Корреляционная взаимосвязь между индексом фрагментации и содержанием микроорганизмов высокая ($r = +0,965^{**}$).

Общее количество микроорганизмов (КОЕ/см³) во всех исследуемых образцах соответствовало стандартным показателям ГОСТ 26030–2015 «Средства воспроизводства. Сперма быков замороженная», за исключением трех образцов, где общее количество микроорганизмов было на погранично-допустимом уровне: № 1 (КОЕ/см³

450), № 13 (КОЕ/см³ 510), и № 17 (КОЕ/см³ 480) (рис. 2).

В образцах быков № 1, № 13 и № 17 была выявлена микоплазма (*Mycoplasma spp.*). Подвижность сперматозоидов в образцах с содержанием *Mycoplasma spp.* в среднем составляет 24,5 %, в образцах без содержания – 48,9 %.

Как показывают результаты исследования, наличие микоплазмы в образцах № 1, № 13 и № 17 оказало большее влияние на подвижность, морфометрические показатели и целостность ДНК.

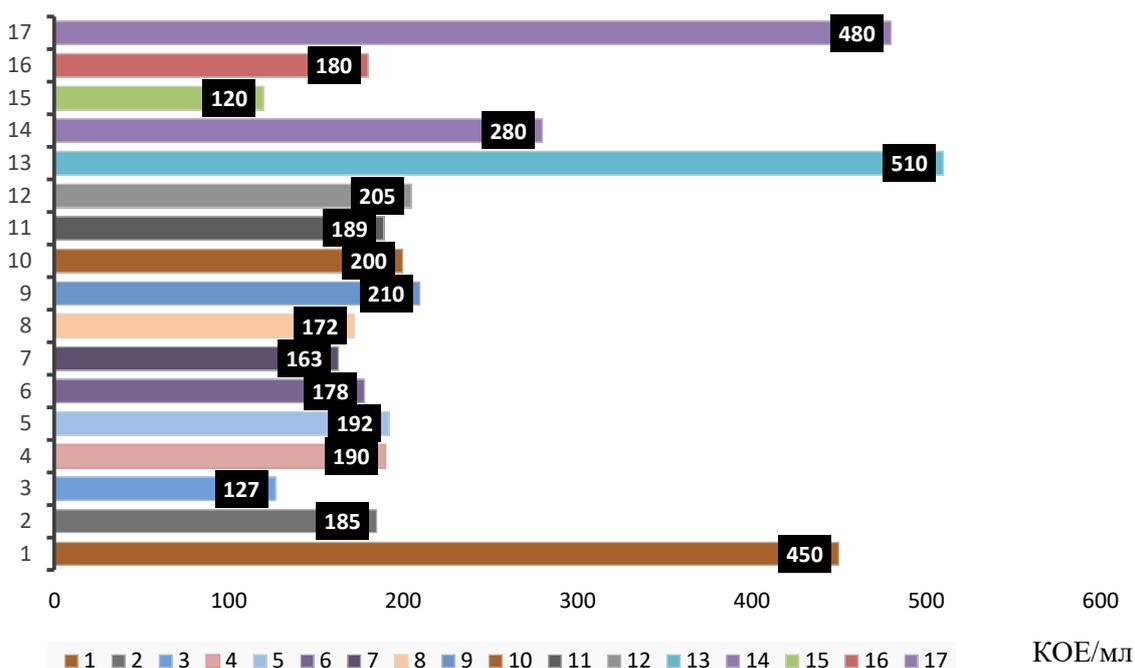


Рис. 2. Общее количество микроорганизмов в эякуляте у быков-производителей

Репродуктивные показатели быков-производителей с выявленной микоплазмой были значительно хуже.

Результаты регрессионного анализа показывают тесную взаимосвязь стельности коров от первого осеменения с содержанием бактерий в

сперме (табл. 2). В среднем по выборке стельность от первого осеменения составила 48,08 %. У трех быков (№ 1, №13, № 17) с выявленной микоплазмой количество коров с плодотворным осеменением было наименьшим и составило 33,1 %; 36,6 и 36,9 % соответственно.

Таблица 2

Дисперсионный анализ взаимосвязи стельности коров от первого осеменения* с количеством бактерии в сперме

	Модель	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1	Регрессия	686,223	1	686,223	14,868	0,001**
	Остаток	738,475	16	46,155		
	Всего	1424,698	17			

*Зависимая переменная: стельность коров от первого осеменения, %.

**Предикторы: (константа), Количество бактерий, КОЕ/мл.

Заключение. Таким образом, результаты исследования показали, что в образцах спермы с содержанием бактерии 450–510 КОЕ/мл наблюдается увеличение индекса фрагментации ДНК до 61,3 %. В 17,6 % исследуемых образцов были обнаружены *Mycoplasma spp.*, в них доля сперматозоидов с аномальной морфологией составляет 19 %, что больше на 9 %, чем в образцах, в которых не обнаружены *Mycoplasma spp.*, и содержанием бактерий в среднем 185,71 КОЕ/мл. Подвижность сперматозоидов в образцах с содержанием *Mycoplasma spp.* в среднем составляет 24,5 %, в образцах без содержания – 48,9 %. Следовательно, можно предположить, что наличие в образцах *Mycoplasma spp.* и высокие показатели бактериальной обсемененности приводят к снижению показателей воспроизводства у производителей.

Список источников

1. Насибов М.Н., Аминов А.Л., Рамеев Т.В. Спермопродукция хряков крупной белой породы, используемых для репродукции // Вестник БГАУ. 2015. № 4. С. 60–62.
2. Четвертакова Е.В. Влияние возраста быков на биотехнологические показатели спермы // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4. С. 151–154.
3. Effect of breed, age, season and region on sperm morphology in 11,387 bulls submitted to breeding soundness evaluation in Australia / J. Felton-Taylor [et al.] // Theriogenology. 2020. Vol. 15. P. 142:1–7.
4. Henning H., Luther A.-M., Waberski D. High Incidence of Sperm with Cytoplasmic Droplets Affects the Response to Bicarbonate in Preserved Boar Semen // Animals (Basel). 2021. № 11 (9). P. 2570.
5. The effect of bacterial contamination of semen on sperm chromatin integrity and standard semen parameters in men from infertile couples / R. Rybar [et al.] // J. Androl. 2012. Vol. 44. № s1. P. 410–418.
6. Seminal parameters of chronic male genital inflammation are associated with disturbed sperm DNA integrity / F. Haidl [et al.] // Andrologia. 2015. Vol. 47 (4). P. 464–469.
7. Топурия Л.Ю., Есказина А.Б. Основные причины низкой воспроизводительной способности коров // Известия ОГАУ. 2012. № 4. С. 76–77.
8. Головань В.Т., Лещук А.Г., Кучарявенко А.В. О воспроизводстве молочных коров // Сб. науч. тр. ВНИИОК. 2016. Т. 1, № 9. С. 30.
9. Сушкова М.А., Строганова И.Я., Счисленко С.А. Микробиологические исследования свежеполученной спермы быков-производителей на племпредприятии // Ветеринария сегодня. 2022. № 11 (4). С. 303–308.
10. Боранбаев А.В. Микробиологические показатели спермы марала, отобранной в панторезном станке после криоконсервации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 107–110.
11. Борунова С.М., Грязнева Т.Н. Антибиотикорезистентность *Mycoplasma bovis genitalium*, выделяемой из спермы быков-производителей // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 2. С. 22–27.
12. Althouse G.C., Lu K.G. Bacteriospermia in extended porcine semen // Theriogenology. 2005. Vol. 63, № 2. P. 573–584.
13. Использование метода ПЦР для выявления возбудителей инфекционных болезней в сперме крупного рогатого скота / С.П. Яценчук [и др.] // J. Agricultural and Socio-economic Sciences. 2017. Is. 10 (70). P. 331–337.
14. Распространение микоплазмозов крупного рогатого скота на животноводческих фермах в Российской Федерации в период с 2015 по 2018 г. / А.А. Мохаммад [и др.] // Ветеринария сегодня. 2020. № 2 (33). С. 102–108.
15. Детекция ДНК эмерджентных инфекций, как инструмент мониторинга за распространением и циркуляцией *Mycoplasma bovis* и *Mycoplasma bovis genitalium* у крупного рогатого скота на территории Уральского региона / Н.А. Безбородова [и др.] // Ветеринария Кубани. 2021. № 6. С. 13–15. DOI: 10.33861/2071-8020-2021-6-13-15.
16. Дифференциация *Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma bovis genitalium*, *Mycoplasma californicum* и выявление *Ureaplasma diversum* методом ПЦР в реальном времени / А.Д. Козлова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 2. С. 378–385.
17. Effect and mechanisms of reproductive tract infection on oxidative stress parameters, sperm DNA fragmentation, and semen quality in infertile males / K.S. Liu [et al.] // Reproduc-

- tive Biology and Endocrinology. 2021. Vol. 19, № 97. DOI: 10.1186/s12958-021-00781-6.
18. Research on the relationship between sperm DNA fragmentation and seminal infection by *Ureaplasma urealyticum* and *Mycoplasma hominis* of infertile males / *F.H. Pan* [et al.] // *Eur J. Contracept Reprod Health Care*. 2013. Vol. 33. P. 448–452.
 19. Bacterial species present in the lower male genital tract: a five-year retrospective study / *M.A. De Francesco* [et al.] // *Eur J. Contracept Reprod Health Care*. 2011. Vol. 16 (1). P. 47–53.
 20. *Zeyad A., Hamad M.F., Hammadeh M.E.* The effects of bacterial infection on human sperm nuclear protamine P1/P2 ratio and DNA integrity // *Andrologia*. 2017. № 50 (2). P. e12841.
 21. The incidence and effect of bacteriospermia and elevated seminal leukocytes on semen parameters / *T. Domes* [et al.] // *Fertil Steril*. 2012. Vol. 97, № 5. P. 1050–1055.
 22. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytosperma / *F. Eini* [et al.] // *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021. Vol. 22, № 42. DOI: 10.1186/s12860-021-00380-8.
 23. *Mycoplasma bovis* Infections-Occurrence, Diagnosis and Control / *K. Dudek* [et al.] // *Pathogens*. 2020. Vol. 6 (8). P. 640–645.
 24. ГОСТ 32222-2013. Средства воспроизводства. Сперма. Методы отбора проб. М., 2013.
 25. Detection and evaluation of different morphological forms of *Mycoplasma hominis* in human semen / *E. Bragina* [et al.] // *Asian J. of Andrology*. 2023. Vol. 25. P. 1–6.
 - Affects the Response to Bicarbonate in Preserved Boar Semen // *Animals (Basel)*. 2021. № 11 (9). P. 2570.
 5. The effect of bacterial contamination of semen on sperm chromatin integrity and standard semen parameters in men from infertile couples / *R. Rybar* [et al.] // *J. Androl*. 2012. Vol. 44. № s1. P. 410–418.
 6. Seminal parameters of chronic male genital inflammation are associated with disturbed sperm DNA integrity / *F. Haidl* [et al.] // *Andrologia*. 2015. Vol. 47 (4). P. 464–469.
 7. *Topuriya L.Yu., Eskazina A.B.* Osnovnye prichiny nizkoj vosproizvoditel'noj sposobnosti korov // *Izvestiya OGAU*. 2012. № 4. S. 76–77.
 8. *Golovan' V.T., Leschuk A.G., Kucharyavenko A.V.* O vosproizvodstve molochnyh korov // *Sb. nauch. tr. VNIIOK*. 2016. T. 1, № 9. S. 30.
 9. *Sushkova M.A., Stroganova I.Ya., Schislenko S.A.* Mikrobiologicheskie issledovaniya svezhepoluchennoj spermy bykov-proizvoditelej na plempredpriyatii // *Veterinariya segodnya*. 2022. № 11 (4). S. 303–308.
 10. *Boranbaev A.V.* Mikrobiologicheskie pokazateli spermy marala, otobrannoj v pantoreznom stanke posle kriokonservacii // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 3 (173). S. 107–110.
 11. *Borunova S.M., Gryazneva T.N.* Antibiotikorezistentnost' *Mycoplasma bovis*, vyde-lyaeмой iz spermy bykov-proizvoditelej // *Veterinariya, zootehniya i biotekhnologiya*. 2017. № 2. S. 22–27.
 12. *Althouse G.C., Lu K.G.* Bacteriospermia in extended porcine semen // *Theriogenology*. 2005. Vol. 63, № 2. R. 573–584.
 13. Ispol'zovanie metoda PCR dlya vyyavleniya vzbuditelej infekcionnyh boleznej v sperme krupnogo rogatogo skota / *S.P. Yacentyuk* [i dr.] // *J. Agricultural and Socio-economic Sciences*. 2017. Is. 10 (70). P. 331–337.
 14. Rasprostranenie mikoplazmozov krupnogo rogatogo skota na zhivotnovodcheskih fermah v Rossijskoj Federacii v period s 2015 po 2018 g. / *A.A. Mohammad* [i dr.] // *Veterinariya segodnya*. 2020. № 2 (33). S. 102–108.
 15. Detekciya DNK `emerdzhentnyh infekcij, kak instrument monitoringa za rasprostraneniem i cirkulyaciej *Mycoplasma bovis* i *Mycoplasma bovis* u krupnogo rogatogo skota na territorii Ural'skogo regiona / *N.A. Bezborodova* [i dr.] // *Veterinariya Kubani*. 2021. № 6.

References

1. *Nasibov M.N., Aminov A.L., Rameev T.V.* Spermoprodukcija hryakov krupnoj beloj porody, ispol'zuemyh dlya reprodukcii // *Vestnik BGU*. 2015. № 4. S. 60–62.
2. *Chetvertakova E.V.* Vliyanie vozrasta bykov na biotekhnologicheskie pokazateli spermy // *Vestnik KrasGAU*. 2013. № 4. S. 151–154.
3. Effect of breed, age, season and region on sperm morphology in 11,387 bulls submitted to breeding soundness evaluation in Australia / *J. Felton-Taylor* [et al.] // *Theriogenology*. 2020. Vol. 15. P. 142:1-7.
4. *Henning H., Luther A.-M., Waberski D.* High Incidence of Sperm with Cytoplasmic Droplets

- S. 13–15. DOI: 10.33861/2071-8020-2021-6-13-15.
16. Differenciaciya *Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma bovis* genitalium, *Mycoplasma californicum* i vyavlenie *Ureaplasma diversum* metodom PCR v real'nom vremeni / A.D. Kozlova [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2019. T. 54, № 2. S. 378–385.
 17. Effect and mechanisms of reproductive tract infection on oxidative stress parameters, sperm DNA fragmentation, and semen quality in infertile males / K.S. Liu [et al.] // Reproductive Biology and Endocrinology. 2021. Vol. 19, № 97. DOI: 10.1186/s12958-021-00781-6.
 18. Research on the relationship between sperm DNA fragmentation and seminal infection by *Ureaplasma urealyticum* and *Mycoplasma hominis* of infertile males / F.H. Pan [et al.] // Eur J. ContraceptReprod Health Care. 2013. Vol. 33. P. 448–452.
 19. Bacterial species present in the lower male genital tract: a five-year retrospective study / M.A. De Francesco [et al.] // Eur J. ContraceptReprod Health Care. 2011. Vol. 16 (1). P. 47–53.
 20. Zeyad A., Hamad M.F., Hammadeh M.E. The effects of bacterial infection on human sperm nuclear protamine P1/P2 ratio and DNA integrity // Andrologia. 2017. № 50 (2). P. e12841.
 21. The incidence and effect of bacteriospermia and elevated seminal leukocytes on semen parameters / T. Domes [et al.] // FertilSteril. 2012. Vol. 97, № 5. P. 1050–1055.
 22. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytosperma / F. Eini [et al.] // BMC Molecular and Cell Biology. 2021. Vol. 22, № 42. DOI: 10.1186/s12860-021-00380-8.
 23. *Mycoplasma bovis* Infections-Occurrence, Diagnosis and Control / K. Dudek [et al.] // Pathogens. 2020. Vol. 6 (8). P. 640–645.
 24. GOST 32222-2013. Sredstva vosproizvodstva. Sperma. Metody otbora prob. M., 2013.
 25. Detection and evaluation of different morphological forms of *Mycoplasma hominis* in human semen / E. Bragina [et al.] // Asian J. of Andrology. 2023. Vol. 25. P. 1–6.

Статья принята к публикации 10.01.2024 / The article accepted for publication 10.01.2024.

Информация об авторах:

Анна Валиевна Шмидт¹, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Байлар Садраддинович Иолчиев², ведущий научный сотрудник лаборатории клеточной инженерии, доктор биологических наук

Наталья Тухтаровна Онкорова³, профессор кафедры медицины, общей биологии и физиологии, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Anna Valievna Schmidt¹, Associate Professor at the Department of Public Health, Healthcare and Hygiene, PhD in Agricultural Sciences, Docent

Baylar Sadraddinovich Iolchiev², Leading Researcher at the Laboratory of Cell Engineering, Doctor of Biological Sciences

Natalia Tukhtarovna Onkorova³, Professor at the Department of Medicine, General Biology and Physiology, Candidate of Biological Sciences, Docent

