




DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-383-392

EDN: GCKXAE

УДК 636.4:611.013.11:579.8

Научная статья / Research article

Влияние бактериальной контаминации на биологическую полноценность сперматозоидов у хряков

А.В. Шмидт¹ , Е.О. Рысцова¹  , Б.С. Иолчиев² , Т.В. Чубенко¹ ¹Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация²Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Московская обл.,
Российская Федерация
 rystsova_eo@pfur.ru

Аннотация. Продуктивное долголетие свиноматок приводит к росту производства товарной продукции. Однако более половины выбраковываются после первого опороса вследствие нарушения воспроизводительных качеств под воздействием различных факторов, в т. ч. и инфекционных заболеваний. Источником инфицирования свиноматок может служить семенной материал производителей. Имеются данные о взаимосвязи влияния инфекционных агентов на репродуктивный тракт производителей и воспалительные процессы генеративных органов самок, что приводит к снижению показателей воспроизводства. У самцов контаминация микроорганизмами семявыносящих путей напрямую влияет на качество спермопродукции и функции сперматозоидов, что в свою очередь приводит к выработке антител, активных форм кислорода и фрагментации ДНК. Для изучения влияния бактериальной обсемененности на биологическую полноценность сперматозоидов у хряков-производителей сформировали три группы животных в зависимости от активности сперматозоидов. Для исследования были взяты эякуляты хряков-производителей ($n = 46$): крупной белой породы, ландраса и породы дюрок. Возраст производителей составил 18...40 месяцев, период проведения январь — декабрь. Для определения качественных и количественных показателей сперматозоидов использовали программу Argus CASA (ArgusSoft, Санкт-Петербург, Россия) на основе CASA-технологии с применением методов однофакторного анализа. Комплексная оценка эякулятов хряков-производителей показала наличие дрожжей и дрожжеподобных грибов (плесени) в 44 % исследуемых образцах, в которых общее количество колониеобразующих микроорганизмов составило $4895 \pm 37,5$ КОЕ/см³, что в 8,1 раза больше по сравнению с образцами без контаминации, при этом доля сперматозоидов с прогрессивно-подвижным движением ниже на 10 %. В группе с высокой микробной контаминацией (4895 КОЕ/см³) отмечались: ниже в 1,2 раза активность ($p < 0,001$), выше в 1,7 доля аномальных сперматозоидов ($p < 0,001$) и в 3,1 раза уровень фрагментации ДНК ($p < 0,001$). Корреляционный анализ между микробной контаминацией и прогрессивно-подвижными спер-

© Шмидт А.В., Рысцова Е.О., Иолчиев Б.С., Чубенко Т.В., 2024

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

матозоидами показал наличие отрицательной двусторонней корреляции $r = -0,51$ ($p < 0,01$) и положительной корреляции с аномальной морфологией $r = 0,42$ ($p < 0,05$) и фрагментацией ДНК $r = 0,56$ ($p < 0,01$). Установлены репродуктивные показатели хряков-производителей в группе с высокой бактериальной обсемененностью: оплодотворяющая способность ниже на 23 %, количество абортосов выше в 2,3 раза, частота мертворожденных и мумифицированных поросят в помете выше соответственно в 3 и в 2,5 раза.



Ключевые слова: фрагментация ДНК, подвижность, акросомы, бактериальная обсемененность, дрожжи, показатели воспроизводства

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 10 января 2024 г., принята к публикации 7 февраль 2024 г.


Для цитирования: Шмидт А.В., Рысцова Е.О., Иолчиев Б.С., Чубенко Т.В. Влияние бактериальной контаминации на биологическую полноценность сперматозоидов у хряков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19. № 2. С. 383—392. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-383-392

The effect of bacterial contamination on the biological integrity of sperm in boars

Anna V. Schmidt¹ , Ekaterina O. Rystsova¹  ,
Bailar S. Iolchiev² , Tamara V. Chubenko¹ 

¹RUDN University, Moscow, Russian Federation

²All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Moscow region, Russian Federation

 rystsova_eo@pfur.ru

Abstract. The productive longevity of sows leads to an increase in production of marketable products. However, more than half are discarded after the first farrowing due to impaired reproductive qualities under the influence of various factors including infectious diseases. The seminal material of boars can be a source of infection for sows. There is evidence of the relationship between the influence of infectious agents on the reproductive tract of producers and on inflammatory processes in the generative organs of females, which leads to a decrease in reproduction rates. In males, contamination of the sperm-carrying ducts by microorganisms directly affects the quality of sperm production and the function of spermatozoa, which in turn leads to the production of antibodies, reactive oxygen species and DNA fragmentation. To study the effect of bacterial contamination on the biological integrity of sperm in breeding boars, three groups of animals were formed depending on the activity of spermatozoa. For the study, ejaculates of Large White, Landrace and Duroc breeding boars ($n = 46$) were taken. The age of the producers ranged from 18 to 40 months; ejaculates were collected in January — December. To determine qualitative and quantitative parameters of spermatozoa, Argus CASA program (ArgusSoft, St. Petersburg, Russia) was used based on CASA technology, using single-factor analysis methods. A comprehensive assessment of the ejaculates of boar producers showed the presence of yeast and yeast-like fungi (mold) in 44% of the studied samples, in which the total number of colony-forming microorganisms was 4895 ± 37.5 CFU/cm³, which is 8.1 times more than in samples without contamination, and the proportion of progressive motile spermatozoa was lower by 10%. In the group with high microbial contamination (4895 CFU/cm³), activity was 1.2 times lower ($p < 0.001$), the proportion of abnormal spermatozoa was 1.7 times higher ($p < 0.001$) and the level of DNA fragmentation was 3.1 times higher ($p < 0.001$). Correlation analysis between microbial contamination and progressively motile spermatozoa showed a negative bilateral correlation $r = -0.51$ ($p < 0.01$) and a positive correlation with abnormal morphology $r = 0.42$ ($p < 0.05$) and DNA fragmentation $r = 0.56$ ($p < 0.01$). Reproductive indicators of boars-producers in the group with high bacterial contamination were established: fertilizing ability was 23%

lower, and the number of abortions was 2.3 times higher, and the frequency of stillbirths and mummified piglets in the litter was 3 times and 2.5 times higher, respectively.

Keywords: DNA fragmentation, motility, acrosomes, bacterial contamination, yeast, reproduction indicators

Conflict of interests. The authors declare that they have no conflict of interests.

Article history: Received: 10 January 2024. Accepted: 7 February 2024.

For citation: Schmidt AV, Rystsova EO, Iolchiev BS, Chubenko TV. The effect of bacterial contamination on the biological integrity of sperm in boars. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(2):383–392. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-383-392

Введение

Одним из приоритетных направлений развития аграрного сектора для обеспечения продовольственной безопасности России является отрасль свиноводства. По сравнению с предыдущими годами на 5,3 % выросло производство свинины и увеличился в два раза экспорт продукции в страны ЕАЭС. Россия вошла в десятку крупнейших поставщиков свинины на мировой рынок. Основу наращивания и поддержания высоких показателей производства продукции составляют свиноматки и срок их продуктивного использования [1].

Однако, на практике статистический анализ показывает высокую выбраковку свиноматок, до 50 % после первого опороса [1]. К основным причинам выбытия молодых свиноматок относятся заболевания, связанные с высокой продуктивностью, технологией и условиями содержания, а также инфекциями на свинокомплексах. Имеются данные о взаимосвязи влияния инфекционных агентов на репродуктивный тракт производителей и на воспалительные процессы генеративных органов самок, что приводит к снижению показателей воспроизводства [2–4].

Источником воспалительных поражений семьявносящих путей производителей чаще являются микроорганизмы условно-патогенной группы (G+ и G–), которые напрямую влияют на качество спермы [2, 5–8].

Бактериологический скрининг свежеполученной спермы хряков-производителей показывает положительный результат на наличие микроорганизмов: *Enterococcus spp* (20,5 %), грамотрицательной палочки *Stenotrophomonas maltophilia* (15,4 %), *Alcaligenes xylosoxidans* (10,3 %), *Serratia marcescens* (10,3 %), *Escherichia coli* (6,4 %), синегнойной палочки *Pseudomonas spp* (6,4 %), *Proteus mirabilis* (22,2 %) [3, 5, 9].

С одной стороны, условно-патогенная микрофлора в репродуктивном тракте самца обеспечивает защиту от доступа патогенных микроорганизмов и последующего их проникновения в организм, с другой стороны, при экстремальных условиях число колониеобразующих единиц (КОЕ/мл) увеличивается, условно-патогенная микрофлора становится патогенной и провоцирует к развитию воспалительных процессов в гениталиях [6]. Существует мнение о влиянии токсина семейства *Enterobacteriaceae* на характер и скорость движения [10] и морфометрические параметры сперматозоидов (дефекты головки, средней части и жгутика) [11, 12].

Известно о влиянии бактериальной контаминации на качество спермы, но единого мнения о пороговом значении 10^3 микробных КОЕ/мл в их этиологической значимости воспалительного процесса сформировано не полностью¹ [4, 11, 13].

При пороговом значении контаминации спермы 10^4 общего микробного показателя отмечается преждевременная акросомная реакция [4, 7], обсеменение грамположительными кокками увеличивает агрегацию сперматозоидов [7, 11], бактерии оказывают повреждающее действие на митохондрии сперматозоидов и синтез АТФ [7, 8, 14].

Воспаление в репродуктивной системе производителей влияет на ухудшение сперматогенеза и функции сперматозоидов, что в свою очередь приводит к выработке антител и активных форм кислорода (АФК) и фрагментации ДНК сперматозоидов [7, 14].

Контаминация спермопродукции микробными ассоциациями и дрожжеподобными грибами чаще всего происходит во время забора спермы у животного (нарушение волосяного покрова, гиперемия препуциальной полости, травмы), неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия в помещении (загрязнение воздуха в случном манеже) [5, 15], а также во время фасовки и хранения спермы при нарушении порядка и режима лаборатории (грязная лабораторная посуда, инструменты, разбавители, небрежная эквilibрация) [3, 9].

Технологические факторы: стресс, переохлаждение, условия содержания и кормления, травмы — также могут привести к снижению резистентности организма производителей и переходу непатогенной и условно-патогенной микрофлоры в патогенную, обуславливая воспалительные процессы в репродуктивном тракте.

Цель исследования — изучить взаимосвязь между биологической полноценностью сперматозоидов и уровнем контаминации микроорганизмами у хряков-производителей, приводящих к снижению репродуктивных показателей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования были хряки-производители ($n = 46$) крупной белой породы, ландраса и породы дюрок. Возраст производителей составил 18...40 месяцев. Материалом для исследования были эякуляты, полученные в течение года.

Подвижность и морфологию сперматозоидов определяли в программе Argus CASA (ArgusSoft, Санкт-Петербург, Россия) на основе CASA-технологии. С целью определения фрагментации генетического материала в хроматине использовали метод акридин-оранжевого теста (АО-тест) и флуоресцентной микроскопии. Для оценки состояния акросом применяли метод дифференциального окрашивания. Микробиологической оценки спермы проводили использованием культурального метода. Определяли общее микробное число (КОЕ/см³).

Для создания первичной базы данных использовали Microsoft Office Excel, для статистической обработки полученных результатов — SPSS Statistics 23. Проводили однофакторный и многофакторный дисперсионные анализы.

¹ ГОСТ 33827-2016. Средства воспроизводства. Сперма хряков свежеполученная разбавленная. М.: Стандартинформ, 2016. 4 с.

Результаты исследования и обсуждение

Комплексная оценка эякулятов хряков-производителей из племенного хозяйства показала наличие дрожжей и дрожжеподобных грибов (плесени) в 44 % исследуемых образцов.

В группе образцов с высеянными дрожжами и дрожжеподобными грибами наблюдалось увеличение в 8,1 раз общего количества колониеобразующих микроорганизмов (ОМЧ) до $4895 \pm 37,5$ КОЕ/см³ и снижение на 10 % количества сперматозоидов с прогрессивно-подвижным движением.

Однофакторный дисперсионный анализ показал влияние микробной контаминации на морфометрические показатели, состояние акросом и активность сперматозоидов в сперме хряков-производителей, коэффициент *F* составил 144.

Наше исследование показало взаимосвязь между уровнем микробной контаминации и количеством сперматозоидов с прогрессивно-подвижным движением в эякуляте. Для этого сформировали три группы в зависимости от активности сперматозоидов: I группа — менее 77 %, II — от менее 78 % до более 84 % и III — более 85 % (табл. 1).

Таблица 1

Однофакторный анализ качества спермы хряков-производителей в зависимости от общего микробного числа ОМЧ, КОЕ/см³

Показатели	Содержание прогрессивно-подвижных сперматозоидов (PR) по группам		
	I группа (менее 77 %) (n = 8)	II группа (от < 78 до > 84 %) (n = 17)	III группа (более 85 %) (n = 21)
ОМЧ, КОЕ/см ³	4895,4 ± 333 ^{b,c}	620,0 ± 41,1 ^{a,c}	587,5 ± 32,4
Прогрессивно-подвижные PR, %	74,8 ± 1,4 ^{b,c}	80,67 ± 1,3 ^{a,c}	87,8 ± 1,6
Аномальная морфология, %	16,5 ± 0,8 ^{b,c}	9,8 ± 0,9	10,6 ± 1,3
Интактная акросома, %	68,0 ± 2,7 ^{b,c}	76,2 ± 3,2	85,4 ± 2,8

Примечание. Значимость влияния: $p < 0,001$.

Table 1

Single-factor analysis of the sperm quality of breeding boars, depending on the total microbial count (TMC), CFU/cm³

Indicator	Progressive motile spermatozoa (PR) content by groups		
	Group I (< 77 %) (n = 8)	Group II (78–84 %) (n = 17)	Group III (> 85 %) (n = 21)
TMC, CFU/cm ³	4895.4 ± 333 ^{b,c}	620.0 ± 41.1 ^{a,c}	587.5 ± 32.4
Progressive motile PR, %	74.8 ± 1.4 ^{b,c}	80.67 ± 1.3 ^{a,c}	87.8 ± 1.6
Abnormal morphology, %	16.5 ± 0.8 ^{b,c}	9.8 ± 0.9	10.6 ± 1.3
Intact acrosome, %	68.0 ± 2.7 ^{b,c}	76.2 ± 3.2	85.4 ± 2.8

Note. Significance level: $p < 0.001$.

Как видно из табл. 1 между группами по содержанию микробных КОЕ/см³ имеется статистически достоверная разница.

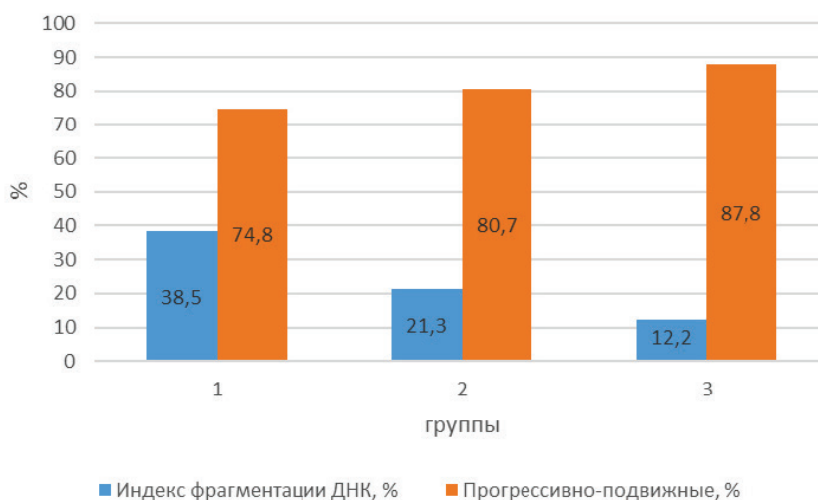
У хряков-производителей I группы содержание микроорганизмов в эякуляте превышало допустимый уровень и составило 4895 КОЕ/см³, что выше в 7,8 раз по сравнению со II группой и в 8,3 раз — с III группой ($p < 0,001$), а количество сперматозоидов с прогрессивно-подвижным движением было в 1,2 раза ниже по сравнению с III группой ($p < 0,001$).

Морфометрический анализ показал высокую частоту встречаемости аномальных сперматозоидов в свежеполученной сперме у производителей в группе с высокими параметрами контаминации — 16,5 %, что в 1,7 раз больше по сравнению со второй группой (620 КОЕ/см³) ($p < 0,001$).

Целостность акросомы отмечалась выше у хряков третьей группы (85,4 %) с высокой активностью, что выше на 25,6 % в отличие от группы с наименьшей активностью (I группа) ($p < 0,001$).

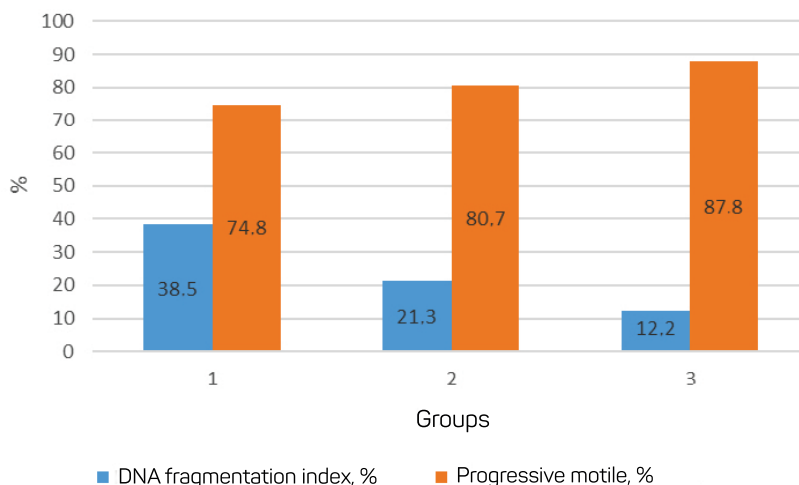
Корреляционный анализ между микробной контаминацией и прогрессивно-подвижными сперматозоидами показал наличие отрицательной двусторонней корреляции $r = -0,51$ ($p < 0,01$). Коэффициент корреляции между микробной контаминацией и аномальной морфологией составил $r = 0,42$ ($p < 0,05$) и фрагментацией ДНК $r = 0,56$ ($p < 0,01$).

Степень конденсации хроматина сперматозоидов коррелировала с их активностью. Так, индекс фрагментации ДНК в группе с наименьшим титром микроорганизмов (587,5 КОЕ/см³) составил 12,2 % и статистически значимо отличался от группы с высоким титром микроорганизмов (4895 КОЕ/см³). Разница составила 3,1 раза ($p < 0,001$) (рис.).



Уровень активности и индекс фрагментации ДНК в сперматозоидах хряков-производителей

Источник: выполнено А.В. Шмидт, Е.О. Рысцова, Б.С. Иолчиев, Т.В. Чубенко



Sperm activity level and DNA fragmentation index in boars-producers
 Source: created by A.V. Schmidt, E.O. Rystsova, B.S. Iolchiev, T.V. Chubenko

Наше исследование показало, что фрагментация ДНК сперматозоидов в группе с высоким титром микроорганизмов статистически отличалась от таковой в группе с наименьшей контаминацией.

Целостность ДНК сперматозоидов — один из факторов, влияющих на фертильность, эмбриональное развитие и частоту эмбриональной смертности, что очень актуально для отрасли свиноводства.

Высокая бактериальная обсемененность сперматозоидов оказала влияние на показатели воспроизводства у хряков-производителей (табл. 2).

Таблица 2

Воспроизводительные показатели хряков-производителей с разной степенью бактериальной обсемененности

Показатели	Содержание ОМЧ в сперматозоидах по группам, КОЕ/см ³		
	I группа 4895	II группа 620	III группа 587
Оплодотворяющая способность хряка, %	72 ± 5,6	84 ± 4,7	89 ± 3,6*
Абортировало, %	4,2 ± 0,3	2,6 ± 0,8	1,8 ± 0,4
Мертворожденных, %	7,2 ± 0,8	3,2 ± 0,6	2,8 ± 0,4
Мумифицированные поросята, %	2,4 ± 0,1	1,2 ± 0,1	0,8 ± 0,1

Примечание. Значимость влияния *— $p < 0,05$.

Reproductive indicators of breeding boars with different bacterial contamination

Indicator	TMC content in sperm by groups, CFU/cm ³		
	Group I 4895	Group II 620	Group III 587
Boar fertilizing ability, %	72 ± 5.6	84 ± 4.7	89 ± 3.6*
Abortions, %	4.2 ± 0.3	2.6 ± 0.8	1.8 ± 0.4
Stillbirths, %	7.2 ± 0.8	3.2 ± 0.6	2.8 ± 0.4
Mummified piglets, %	2.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	0.8 ± 0.1

Note. Significance level: * – $p < 0.05$.

Оплодотворяющая способность в группе хряков-производителей с высоким содержанием общего микробного числа (I группа) в эякуляте составила 72 %, что ниже на 23 % по сравнению с группой хряков-производителей с низким содержанием (III группа) ($p < 0,05$).

Отмечена частота абортотворения от хряков-производителей I группы в 2,3 выше по сравнению с III группой и 1,6 раз со II группой.

В свою очередь, число мертворожденных и мумифицированных поросят в помете хряков-производителей с высоким содержанием микроорганизмов (I группа) составила 7,2 и 2,4 %, что соответственно в 2,5 и 3 раза выше по сравнению с хряками-производителями, у которых содержание микроорганизмов было (587,5 КОЕ/см³).

Заключение

Настоящее исследование продемонстрировало в группе хряков-производителей с высокой микробной контаминацией снижение подвижности сперматозоидов, а также наличие корреляционной связи с дефектом морфологии и целостностью ДНК. Эти данные согласуются с исследованиями других авторов о негативном влиянии бактериальной контаминации на структуру, жизнеспособность и фрагментацию ДНК в сперматозоидах производителей, снижающем качество семенного материала и их воспроизводительные показатели.

Таким образом, микробное загрязнение, особенно дрожжи и дрожжеподобные грибы, оказывает влияние на биологическую полноценность сперматозоидов и снижает репродуктивный потенциал хряков-производителей.

Список литературы

1. Ковалев Ю. Развитие свиноводства в ближайшей перспективе // Комбикорма. 2023. № 7–8. С. 2–4.
2. Насибов М.Н., Аминова А.Л., Рамеев Т.В. Спермопродукция хряков крупной белой породы, используемых для репродукции // Вестник БГАУ. 2015. № 4. С. 60–61.
3. Althouse G.C., Lu K.G. Bacteriospermia in extended porcine semen // Theriogenology. 2005. Vol. 63. № 2. P. 573–584. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.031
4. Tvrdá E., Ďuračka M., Benko F., Lukáč N. Bacteriospermia — A formidable player in male subfertility // Open Life Sciences. 2022. Vol. 17. P. 1001–1029. doi: 10.1515/biol-2022-0097

5. Барзыкина С.Н., Борунова С.М., Назимкина С.Ф. Микробные ассоциации в эякуляте хряков-производителей // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сб. трудов науч.-практ. конфер. М.: Сельскохозяйственные технологии, 2022. С. 141–142.
6. Чемезов А.П., Войтова О.О., Выборова И.С., Дружинина Е.Б., Мыльникова Ю.В., Мащакевич Л.И. Неспецифические воспалительные процессы уrogenитального тракта у мужчин // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2010. № 6 (76). С. 88–90.
7. Berger G.K., Smith-Harrison L.I., Sandlow J.I. Sperm agglutination: Prevalence and contributory factors // *Andrologia*. 2019. Vol. 51. No. 5. e13254. doi: 10.1111/and.13254
8. Eini F., Kutenaеi M.A., Zareei F., Dastjerdi Z.S., Shirzeyli M.H., Salehi E. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytospermia // *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021. Vol. 22. № 42. doi: 10.1186/s12860-021-00380-8
9. Наружный А.Г., Анисимов А.Г. Биологическая полноценность разбавителя для спермы хряков в зависимости от сроков хранения и упаковочного материала // Вестник УГСХА. 2014. № 2 (26). С. 89–92.
10. Prabha V., Sandhu R., Kaur S., Kaur K., Sarwal A., Mavuduru R.S., Shravan K.S. Mechanism of sperm immobilization by *Escherichia coli* // *Advances in Urology*. 2010. Vol. 1. 240268. doi: 10.1155/2010/240268
11. Смирнов М.В., Годовалов А.П., Быкова Л.П. Изучение показателей сперматозоидов, полученных из спермы с микробной обсемененностью // Молодежный инновационный вестник. 2015. Т. IV. С. 178.
12. Ďuračka M., Belić L., Tokárová K., Žiarovská J., Kačániová M., Lukáč N., Tvrďá E. Bacterial communities in bovine ejaculates and their impact on the semen quality // *Syst Biol Reprod Med*. 2021. Vol. 67. No. 6. P. 438–449. doi: 10.1080/19396368.2021.1958028
13. Пархоменко Ю.С., Чернышова И.С., Копытина К.О., Волкова И.В., Рожкова И.Н., Семенова Е.В., Масюткина О.Н., Затонская Л.С. Изучение контаминации нативной и разбавленной спермы хряков микроорганизмами и чувствительности их к антибактериальным препаратам // Ветеринарный фармакологический вестник. 2018. № 1. С. 79–82. doi: 10.17238/issn2541-8203.2018.1.79
14. Agarwal A., Rana M., Qiu E., Albunni H., Bui A.D., Henkel R. Role of oxidative stress, infection and inflammation in male infertility // *Andrologia*. 2018. Vol. 50. No. 11. e13126. doi: 10.1111/and.13126
15. Боранбаев А.В. Микробиологические показатели спермы морала, отобранной в панторезном станке после криоконсервации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (173). С. 107–110.

References

1. Kovalev Y. Development of pig breeding in the near future. *Kombikorma*. 2023;(7–8):2–4. (In Russ.).
2. Nasibov MN, Aminova AL, Rameev TV. Sperm production of boars of large white breed used for reproduction. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2015;(4):60–61. (In Russ.).
3. Althouse GC, Lu KG. Bacteriospermia in extended porcine semen. *Theriogenology*. 2005;63(2):573–584. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.09.031
4. Tvrďá E, Ďuračka M, Benko F, Lukáč N. Bacteriospermia — A formidable player in male subfertility. *Open Life Sciences*. 2022;17(1):1001–1029. doi: 10.1515/biol-2022-0097
5. Barzykina SN, Borunova BM, Nazimkina SF. Microbial associations in the ejaculate of breeding boars. In: *Current problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and examination of raw materials and products of animal origin: conference proceedings*. Moscow; 2022. p.141–142. (In Russ.).
6. Chemezov AP, Voytova OO, Viborova IS, Druzhinina EB, Milknikova YV, Mashchakevich LI. Nonspecific inflammatory diseases of urogenital tract in men. *Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*. 2010;(6–2):88–90. (In Russ.).
7. Berger GK, Smith-Harrison LI, Sandlow JI. Sperm agglutination: Prevalence and contribution factors. *Andrologia*. 2019;51(5):e13254. doi: 10.1111/and.13254
8. Eini F, Kutenaеi MA, Zareei F, Dastjerdi ZS, Shirzeyli MH, Salehi E. Effect of bacterial infection on sperm quality and DNA fragmentation in subfertile men with Leukocytospermia. *BMC Molecular and Cell Biology*. 2021;22:42. doi: 10.1186/s12860-021-00380-8
9. Narizhny AG, Anisimov AG. Biological usefulness of a diluent for boar semen depending on storage time and packaging material. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2014;(2):89–92. (In Russ.).
10. Prabha V, Sandhu R, Kaur S, Kaur K, Sarwal A, Mavuduru RS, et al. Mechanism of sperm immobilization by *Escherichia coli*. *Advances in Urology*. 2010;2010(1):240268. doi: 10.1155/2010/240268

11. Smirnov MV, Godovalov AP, Bykova LP. Study of sperm parameters obtained from sperm with microbial contamination. *Molodezhnyi innovatsionnyi vestnik*. 2015;4(1):178. (In Russ.).
12. Đuračka M, Belić L, Tokárová K, Žiarovská J, Kačániová M, Lukáč N, et al. Bacterial communities in bovine ejaculates and their impact on the semen quality. *Syst Biol Reprod Med*. 2021;67(6):438–449. doi: 10.1080/19396368.2021.1958028
13. Parkhomenko YS, Chernyshova IS, Kopytina KO, Volkova IV, Rozhkova IN, Semenova EV, et al. Study of contamination of native and diluted boar seminal fluid with microorganisms and their sensitivity to antibiotics. *Bulletin of Veterinary Pharmacology*. 2018;(1):79–82. (In Russ.). doi: 10.17238/issn2541-8203.2018.1.79
14. Agarwal A, Rana M, Qiu E, AlBunni H, Bui AD, Henkel R. Role of oxidative stress, infection and inflammation in male infertility. *Andrologia*. 2018;50(11):e13126. doi: 10.1111/and.13126
15. Boranbayev AV. Microbiological indices of maral semen taken in antler cutting box after cryopreservation. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019;(3):107–110. (In Russ.).

Об авторах:

Шмидт Анна Валиевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: anna74@list.ru

ORCID: 0000-0002-8108-7149 SPIN-код: 3935–6526

Рысцова Екатерина Олеговна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: rystsova_eo@pfur.ru

ORCID: 0000-0002-0516-6056 SPIN-код: 2027–4235

Иолчиев Байлар Садраддинович — доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Российская Федерация, 141212, Московская обл., г. Пушкино, п. Лесные Поляны; e-mail: baylar2@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5386-7263 SPIN-код: 3881–6813

Чубенко Тамара Владимировна — студент департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: 1032201888@pfur.ru

ORCID: 0009-0009-3800-7201 SPIN-код: 2069–3501

About authors:

Shmidt Anna Valievna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Public Health, Healthcare and Hygiene, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: anna74@list.ru

ORCID: 0000-0002-8108-7149 SPIN-code: 3935–6526

Rystsova Ekaterina Olegovna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: rystsova_eo@pfur.ru

ORCID: 0000-0002-0516-6056 SPIN-code: 2027–4235

Iolchiev Bailar Sadraddinovich — Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Biology of Reproduction of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Lesnye Polyany vil., Pushkino, Moscow region, 141212, Russian Federation; e-mail: baylar2@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5386-7263 SPIN-code: 3881–6813

Chubenko Tamara Vladimirovna — student, Department of Veterinary Medicine, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: 1032201888@pfur.ru

ORCID: 0009-0009-3800-7201 SPIN-code: 2069–3501