

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 255-265.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 4. P. 255-265.

Научная статья
УДК 636.082:591.463.1
doi:10.33284/2658-3135-107-4-255

Дисперсия хроматина сперматозоидов быков-производителей в зависимости от возраста

**Байлар Садррадинович Иолчиев¹, Анна Валиевна Шмидт², Ольга Николаевна Луконина³,
Татьяна Анатольевна Мороз⁴, Дмитрий Владимирович Машталер⁵, Нина Анатольевна Комбарова⁶,
Светлана Николаевна Ушакова⁷, Ирина Евгеньевна Приданова⁸**

^{1,3,4,5,7,8}Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Московская область, Лесные Поляны, Россия

²Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

⁶Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных, пос. Быково, Московская область, Россия

¹baylar1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

²anna74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8108-7149>

³lukoninaon@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5369-6555>

⁴t_moroz_2013@mail.ru

⁵mashtaler-1989@mail.ru

⁶komnina@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3861-4465>

⁷ob-vniiplem@yandex.ru

⁸irinapridanova@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования взаимосвязи показателей, характеризующих качество спермы быков-производителей и их возраста. Исследуемая выборка быков-производителей была разделена на три группы. В I группу вошли животные до 24 месяцев, во II – от 24 до 60 месяцев, в III – более 60 месяцев. В I группе средний возраст быков-производителей составил 21,8 месяца, во II – 48,9 месяца, в III – 74 месяца. Результаты многомерного дисперсионного анализа свидетельствуют о статистически значимом влиянии возраста быков-производителей на содержание прогрессивно подвижных сперматозоидов в заморожено-оттаянном семени ($F=4,25$, $P\leq 0,05$). У взрослых быков-производителей $48,3\pm 1,13$ % сперматозоидов имели прямолинейное поступательное движение, что на $12,74$ % больше, чем у молодых животных. В жгутиках сперматозоидов, по сравнению с другими сегментами, наиболее часто встречаются патологии. На их долю приходится $56,46$ % от общего количества аномальных гамет. У быков I группы частота встречаемости патологий в строении головки составляет $32,18$ % от всей патологии, что больше, чем в других возрастных группах. Минимальное значение частоты встречаемости аномальных сперматозоидов установлено в образцах биоматериала II группы. Максимальный уровень фрагментации яДНК был обнаружен у быка-производителя в возрасте 14 месяцев и составил $13,8$ %, минимальный – у быка в возрасте 49 месяцев

Ключевые слова: быки-производители, возраст, сперматозоид, морфология сперматозоидов, дисперсия ДНК, фрагментация ДНК, патология, сегменты сперматозоидов

Для цитирования: Дисперсия хроматина сперматозоидов быков-производителей в зависимости от возраста / Б.С. Иолчиев, А.В. Шмидт, О.Н. Луконина, Т.А. Мороз, Д.В. Машталер, Н.А. Комбарова, С.Н. Ушакова, И.Е. Приданова // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 4. С. 255-265. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-255>

Original article

Chromatin dispersion of spermatozoa of stud bulls depending on age

Baylar S Iolchiev¹, Anna V Schmidt², Olga N Lukonina³, Tatiana A Moroz⁴, Dmitry V Mashtaler⁵, Nina A Kombarova⁶, Svetlana N Ushakova⁷, Irina E Pridanova⁸

^{1,3,4,5,7,8}All-Russian Scientific Research Institute of Breeding, Moscow region, Lesnye Polyany, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

⁶“Head Center for the Reproduction of Farm Animals”, Bykovo settlement, Podolsk city district, Moscow region, Russia

¹baylar1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

²anna74@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8108-7149>

³lukoninaon@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5369-6555>

⁴t_moroz_2013@mail.ru

⁵mashtaler-1989@mail.ru

⁶komnina@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3861-4465>

⁷ob-vniiple@yandex.ru

⁸irinapridanova@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the relationship between the parameters characterizing the sperm quality of stud bulls and their age. The studied sample of stud bulls was divided into three groups depending on their age. Group I included animals aged up to 24 months, Group II — from 24 to 60 months, and Group III — over 60 months. In the first group, the average age of stud bulls was 21.8 months, in the second — 48.9 months, and in the third — 74 months. The results of multivariate analysis of variance indicate a statistically significant effect of stud bull age on the content of progressively motile spermatozoa in frozen-thawed semen ($F = 4.25$, $P < 0.05$). In adult stud bulls, $48.3 \pm 1.13\%$ of spermatozoa had rectilinear progressive motion, which is 12.74% more than in young animals. Pathologies are most often encountered in sperm flagella compared to other segments. They account for 56.46% of the total number of abnormal gametes. In bulls of the first group, the frequency of occurrence of pathologies in the structure of the head is 32.18% of all pathologies, which is more than in other age groups. The minimum value of the frequency of occurrence of abnormal spermatozoa was found in the samples of biomaterial of the second group. The maximum level of fragmentation of nDNA was found in a bull at the age of 14 months and amounted to 13.8%, the minimum - in a bull at the age of 49 months.

Keywords: stud bulls, age, spermatozoa, spermatozoa morphology, DNA dispersion, DNA fragmentation, pathology, spermatozoa segments

For citation: Iolchiev BS, Schmidt AV, Lukonina ON, Moroz TA, Mashtaler DV, Kombarova NA, Ushakova SN, Pridanova IE. Chromatin dispersion of spermatozoa of stud bulls depending on age. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(4):255-265. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-255>

Введение.

Уровень воспроизводства стада является одним из основных показателей, отражающих эффективность организационно-экономической деятельности предприятий, занимающихся разведением сельскохозяйственных животных, в частности крупного рогатого скота (Багиров В.А. и др., 2012; Menon A. G. et al., 2011). Важнейшим элементом вспомогательной репродуктивной технологии является искусственное осеменение. Данный метод имеет ряд биологических и экономических преимуществ для животноводства, позволяет рационально использовать генетический материал выдающихся производителей (Абилов А.И. и др., 2014; Некрасов А.А. и др., 2017; Abah KO et al., 2023; Morgan HL et al., 2020). Использование данного метода позволяет осеменить семенем одного производителя несколько тысяч маток. Это привело к значительному росту требований к оценке при отборе племенных быков-производителей. Особое внимание уделяется спермопродукции, получаемой от быков, она должна отвечать действующему ГОСТу (Панина Е.В. и др., 2019; Иолчиев Б.С. и др., 2018; Четвертакова Е.В. и др., 2020). Репродуктивные способности быков-производителей и качество получаемой спермы зависят от комплекса факторов биотического и абиотического харак-

тера (Шмидт А.В. и др., 2024; Henning H et al., 2021). Многочисленные исследования в области репродукции свидетельствуют о влиянии возраста самцов на качественные и количественные показатели спермопродукции (Agus A et al., 2018; Науменкова В.А., 2019). Установлено, что с возрастом уменьшается концентрация сперматозоидов в эякуляте, снижается их подвижность, увеличивается частота встречаемости гамет с патологиями (Kirperg BH et al., 2017). Исследования ряда авторов показывают, что объём эякулята от полового созревания до зрелого возраста увеличивается, это, по мнению исследователей, обусловлено развитием дополнительных половых желез, увеличением семенников и массы тела животного. Положительная динамика данного показателя продолжается до четырёхлетнего возраста, и с семилетнего возраста происходит снижение качественных и количественных показателей семени (Murphy EM et al., 2018; Vince S et al., 2018). Ряд исследований подтверждает, что взрослые быки обладают преимуществом над молодыми по подвижности сперматозоидов (Konenda MTK et al., 2020). Эксперименты с участием быков старше восьми лет показывают снижение подвижности половых клеток от зрелого к пожилому возрасту (Trevizan JT et al., 2018). В последнее время большое внимание уделяется целостности ДНК сперматозоидов. Полученные данные демонстрируют высокую корреляцию между индексом фрагментации ДНК и идиопатическим бесплодием. Изучение взаимосвязи индекса фрагментации с фертильностью проводится как в медицине, так и в животноводстве. Для некоторых видов установлено пороговое значение степени повреждённости ДНК: для людей допустимый уровень составляет 30 % (Evenson DP et al., 2002), у жеребцов — 28 %, а у свиней — 6 % (Kumaresan A et al., 2020). Этиология связи между уровнем фрагментации ДНК и возрастом самцов пока недостаточно изучена. Понимание механизма репродуктивного старения может позволить более эффективно использовать генетический потенциал высокоценных производителей.

Цель исследования.

Изучить степень фрагментации ядерной ДНК в сперматозоидах быков-производителей в зависимости от возраста.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Быки-производители голштинской, симментальской, швицкой, джерсейской пород.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными», ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Материалом для исследования были образцы заморожено-оттаянной спермы быков-производителей (n=64). В исследуемой выборке возраст быков-производителей в среднем составил 53,6 месяцев. Минимальный возраст – 14 месяцев, максимальный – 101,3 месяца. Условия содержания и состав рациона для всех животных были идентичными. Уровень кормления зависел от живой массы производителей. Для проверки гипотезы о влиянии возраста быков на степень фрагментации ДНК в хроматине сперматозоидов от каждой партии криоконсервированного семени случайным методом отбирали по три пробы.

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных Всероссийского научно-исследовательского института животноводства. Оценка качества спермы проводилась с использованием программного обеспечения Argus-CASA (Argus Soft), состоящего из четырёх модулей: подвижность, морфология, жизнеспособность и фрагментация. Для микроскопического изучения исследуемых образцов использовали микроскоп Zeiss Axiostar plus. С целью исключения субъективизма оценку всех параметров проводили с помощью CASA. Для определения морфологии сперматозоидов проводилась окраска препаратов. Дисперсию ДНК в хроматине половых клеток определяли с помощью SCD-теста (sperm chromatin dispersion test).

Статистическая обработка. Для создания базы данных использовали «Microsoft Excel» («Microsoft», США), для статистического анализа – «SPSS v.23.0. Statistics» («IBM», США). Для проверки гипотезы о влиянии различных факторов на индекс фрагментации ДНК в хроматине сперматозоидов применили общую линейную модель – многомерный анализ. Уровень значимости $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

Быки-производители в зависимости от возраста были распределены на три группы:

- I группа – молодые быки-производители, возраст которых не превышал двух лет;
- II группа – взрослые быки старше двух и моложе пяти лет (возраст составил от двух до пяти лет);
- III группа – быки старше пяти лет.

В I группе средний возраст быков-производителей был 21,8 месяца, во II группе – 48,9 месяца, а в III группе – 74 месяца. Результаты многомерного дисперсионного анализа свидетельствуют о статистически значимом влиянии возраста быков-производителей на содержание прогрессивно подвижных сперматозоидов в заморожено-оттаянном семени ($F=4,25$, $P \leq 0,05$). В заморожено-оттаянном семени взрослых быков-производителей 48,31±1,13 % сперматозоидов имели прямолинейное поступательное движение, что на 12,74 % больше, чем у молодых животных, и на 9,12 % – у быков-производителей III группы. Различия между этими группами и между I и III группами не являются статистически значимыми (рис. 1). Достоверная разница между I и III группами установлена по содержанию сперматозоидов с колебательным и манежным движением. У молодых быков сперматозоидов с таким движением оказалось на 3,95 % больше, чем у быков старше 5 лет. В сравнительном аспекте наибольшее содержание неподвижных сперматозоидов наблюдалось в группе быков-производителей, возраст которых в среднем составил 74 месяца. Содержание неподвижных сперматозоидов в исследуемых образцах данной группы в среднем составило 43,31±1,72 %, что на 5,91 абсолютных процента больше, чем у быков-производителей II группы.

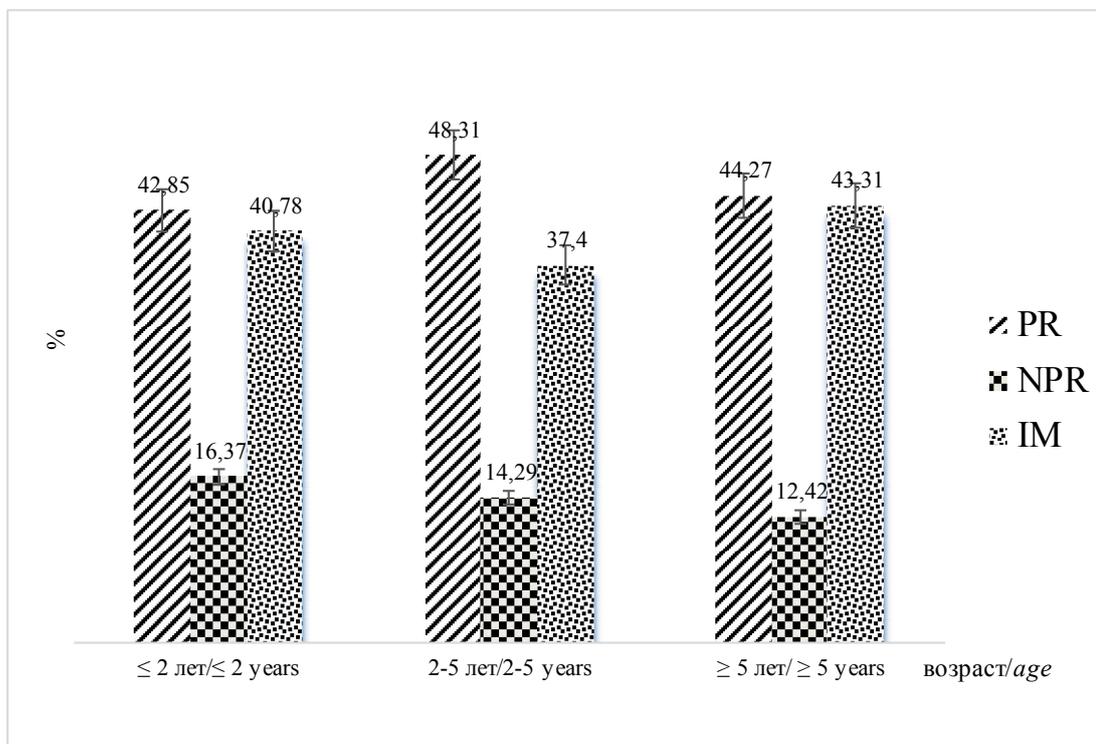


Рисунок 1. Содержание сперматозоидов разной категории в зависимости от возраста быков-производителей

Figure 1. Content of spermatozoa of different categories depending on the age of stud bulls

В исследуемых образцах частота встречаемости сперматозоидов с аномальной морфологией в среднем составила $5,85 \pm 0,4$ %, что в три раза меньше допустимой нормы по ГОСТ 26030-2015.

В сравнительном аспекте наибольшее число сперматозоидов с патологиями отдельных сегментов обнаружено в образцах быков-производителей III группы и составило $7,48 \pm 0,16$ %. Разница между группами по частоте встречаемости патологических сперматозоидов не является статистически значимой.

В исследуемых образцах независимо от возраста в структуре распределения встречаемости патологии в отдельных сегментах достоверная разница в зависимости от возраста между группами не установлена. В среднем, наиболее часто встречается патология в жгутиках половых клеток (табл. 1).

Таблица 1. Распределение патологии в сегментах сперматозоидов быков-производителей

Table 1. Distribution of pathology in sperm segments of stud bulls

Сегмент локализации патологии от общего числа сперматозоидов с патологией / <i>Segment of pathology localization from the total number of spermatozoa with pathology</i>	Группы в зависимости от возраста, лет / <i>Groups depending on age, years</i>		
	≤ 2	2-5	≥ 5
Головка, % / <i>Head, %</i>	$32,18 \pm 3,61$	$30,52 \pm 2,18$	$31,24 \pm 2,96$
Средняя часть, % / <i>Middle part, %</i>	$12,32 \pm 1,82$	$11,57 \pm 1,45$	$11,28 \pm 1,63$
Жгутик, % / <i>Flagellum, %</i>	$54,96 \pm 3,54$	$57,41 \pm 4,61$	$57,01 \pm 3,87$
Полиморфизм тератозооспермия / <i>Polymorphism teratozoospermia</i>			
Головка + средняя часть, % / <i>Head + Middle part, %</i>	$0,14 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,02$
Головка + жгутик, % / <i>Head + Flagellum, %</i>	$0,27 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,01$
Средняя часть + жгутик, % / <i>Middle part + Flagellum, %</i>	$0,11 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,00$
Головка + средняя часть + жгутик, % / <i>Head + Middle part + Flagellum, %</i>	$0,02 \pm 0,00$	-	$0,01 \pm 0,00$

Сегмент, в котором наиболее часто встречались аномалии строения во всех группах – это жгутик. На его долю приходится $56,46$ % от общего количества сперматозоидов с патологиями.

Патология строения головки сперматозоида имеет особое значение, так как наследственный материал сосредоточен именно в этом сегменте. Существует гипотеза, что одной из многочисленных причин фрагментации ядерной ДНК сперматозоида является деформация головки. В популяции аномальных сперматозоидов на долю патологии этого сегмента приходится 31 %. Минимальное значение установлено в образцах II группы, максимальное – в I группе, разница между группами не является достоверной. Сочетание двух и более патологий встречалось крайне редко, во всех группах оно не превышало $0,27$ %.

Методом SCD-теста определяли дисперсию хроматина в сперматозоидах быков-производителей.

В исследуемых выборках уровень фрагментации яДНК в среднем составил $10,44$ % с коэффициентом вариации $58,6$ %. Максимальный уровень фрагментации яДНК ($13,8$ %) был обнаружен у быка-производителя в возрасте 16 месяцев, минимальный ($1,8$ %) – у быка в возрасте 49 месяцев. Результаты дисперсионного анализа опровергают нулевую гипотезу о взаимосвязи между возрастом быков-производителей и степенью фрагментации яДНК.

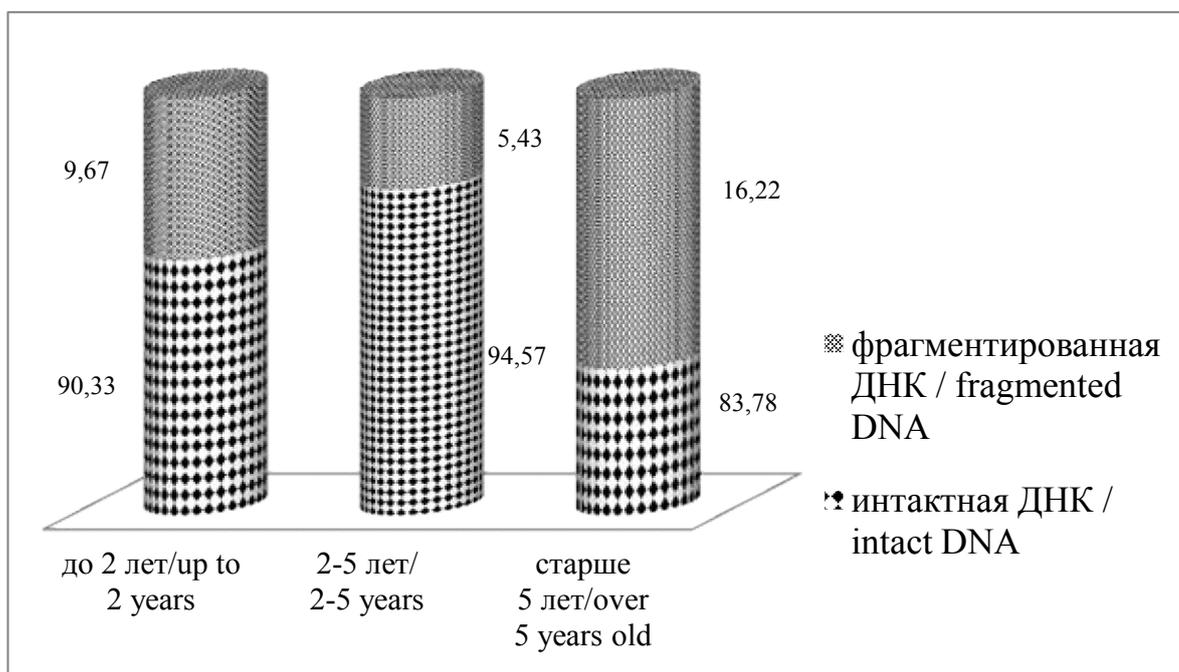


Рисунок 2. Индекс фрагментации яДНК в зависимости от возраста быков-производителей
Figure 2. DNA fragmentation index depending on the age of stud bulls

Обсуждение полученных результатов.

Изучение взаимосвязи качественных и количественных показателей спермы быков-производителей с их возрастом показало влияние возраста на морфологию половых клеток. Сила влияния возраста быков на частоту встречаемости патологий в строении головок была равна 24 % ($P \leq 0,05$), а жгутика – 37 % ($P \leq 0,01$). На общее количество патологических форм сперматозоидов пришлось 59 % ($P \leq 0,001$) (Бойко Е.В. и др., 2019). Результаты исследования связи структуры хроматина сперматозоидов с возрастом животных показали, что как у молодых, так и у старых быков были более высокие показатели индекса фрагментации по сравнению с быками 2-7 лет. Научные данные о влиянии возраста на индекс фрагментации ДНК хроматина в сперме быков-производителей противоречивы. Одни авторы сообщают о высокой фрагментации ДНК сперматозоидов взрослых быков, другие, напротив, утверждают, что не обнаружили статистически достоверной разницы по индексу фрагментации ДНК в сперматозоидах в зависимости от возраста быков-производителей (Karabinus DS et al., 1990; Fortes MRS et al., 2012; HallapT et al., 2005). Снижение биологической полноценности спермы с возрастом обусловлено рядом факторов, к которым относятся снижение антиоксидантных свойств спермы и гипофункция половых желёз (Carreira JT et al., 2017). Данные о влиянии возраста на качественные и количественные параметры спермы быков-производителей также носят противоречивый характер.

Заключение.

Таким образом, результаты исследований показывают, что возраст быков-производителей оказывает статистически значимое влияние на характер движения и индекс фрагментации ядерной ДНК (яДНК) сперматозоидов.

Список источников

1. Бойко Е.В., Коропец Л.А. Морфологические показатели спермы быков-производителей мясных пород // Современные достижения и проблемы генетики и биотехнологии в животноводстве: материалы междунар. науч. конф. (24 сентября-01 октября, Дубровицы 2019 г.). Дубровицы 2019. С. 26-31. [Boiko EV, Koropets LA. Morphological indicators of sperm of bull-sires of beef breeds (Conference proceedings) Modern achievements and problems of genetics and biotechnology in animal husbandry: Proceedings of the international scientific conference. (September 24-October 1, Dubrovitsy, 2019). Dubrovitsy; 2019:26-31.
2. Митохондриальная дисфункция и активность сперматозоидов быков / Б.С. Иолчиев, С.М. Борунова, О.Э. Бадмаев, Р.Б. Иолчиев, А.В. Таджиева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3(161). С. 118-122. [Iolchiev BS, Borunova SM, Badmaev OE, Iolchiyev RB, Tadzhiyeva AV. Mitochondrial dysfunction and sperm activity in bulls. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018;3(161):118-122. (In Russ.)].
3. Науменкова В.А. Качество криоконсервированной спермы жеребцов в зависимости от возраста // Современные достижения и актуальные проблемы в коневодстве: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф., (Дивово, 14 июня 2019 г.). Дивово: ВНИИ коневодства, 2019. С. 190-195. [Naumenkova VA. The quality of cryoconserved semen of stallions depending on the age (Conference proceedings) Sovremennye dostizheniya i aktualnie problem v konevodstve: sb. Dokladov mejdunar. nauch.-praktich. konf., (Divovo, 14 iyunya 2019 g.). Divovo: VNIИ konevodstva; 2019:190-195. (In Russ.)]. doi: 10.25727/HS.2019.1.35388
4. Некрасов А.А., Попов Н.А., Иолчиев Б.С. Влияние биологической полноценности спермы быков-производителей канадской селекции на репродуктивные показатели коров отдельного стада // Аграрная Россия. 2017. № 2. С. 18-21. [Nekrasov AA, Popov NA, Iolchiev BS. Influence of the biological value of sperm of bulls of canadian breeding on the reproductive performance of cows in individual herds. Agrarnaya Rossiya (Agrarian Russia). 2017;2:18-21. (In Russ.)].
5. Панина Е.В., Петров Д.В., Сытник С.Г. Влияние возрастного фактора на качество спермы быков голштинской породы // Доклады ТСХА: сб. статей. М: Изд-во РГАУ-МСХА. 2019. Вып. 291. Ч. V. С. 264-268. [Panina EV, Petrov DV, Sitnik SG. Vliyanie vozzrastnogo faktora na kachestvo spermi bikov golshtinskoj porodi. Doklady TSHA: sb. statej. Moscow: Izdatelstvo RGAU-MSHA. 2019;291(V):264-268. (In Russ.)].
6. Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота / В.Ю. Бабенков, Н.В. Чимидова, А.И. Хахлинов, А.В. Убушиева, В.И. Манжиев // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 1. С. 67-76. [Babenkov VYu, Chimidova NV, Khakhlinov AI, Ubushieva AV, Manjiev VI. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(1):67-76. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-67>
7. Спермопродукция у быков-производителей современной селекции при разной обеспеченности макро- и микроэлементами / А.И. Абилов, Г.В. Ескин, Х.А. Амерханов, Н.А. Комбарова, И.С. Турбина, Е.В. Федорова, И.В. Гусев, Н.В. Жаворонкова // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 6. С. 96-106. [Abilov AI, Eskin GV, Amerkhanov KhA, Kombarova NA, Turbina IS, Fedorova EV, Gusev IV, Zhavoronkova NV. High sperm production as related to macro- and microelement levels in blood serum in servicing bulls of the modern selection. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2014;6:96-106. (In Russ.)]. doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.96rus doi: 10.15389/agrobiology.2014.6.96eng
8. Фертильность сперматозоидов и состояние хроматина: методы контроля (обзор) / В.А. Багиров, В.П. Кононов, Б.А. Иолчиев, П.М. Кленовицкий, Л.К. Эрнст // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С. 3-13. [Bagirov VA, Kononov VP, Iolchiev BA, Klenovitskii PM, Ernst LK. Chromatin status as the index of spermatozoa valuable: the tests for estimation. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2012;2:3-13. (In Russ.)].

9. Четвертакова Е.В., Луценко А.Е. Спермопродукция быков как показатель их адаптационной способности // Вестник КрасГАУ. 2020. № 6(159). С. 144-149. [Chetvertakova EV, Luschenko AE. Sperm production of bulls as an indicator of their adaptive ability. Bulletin of KSAU. 2020;6(159):144-149. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2020-6-144-149
10. Шмидт А.В., Иолчиев Б.С., Онкорова Н.Т. Изучение биологической полноценности сперматозоидов в сперме с бактериальной обсемененностью // Вестник КрасГАУ. 2024. № 6(207). С. 101-108. [Shmidt AV, Iolchiev BS, Onkorova NT. Studying the biological completeness of sperm in semen with bacterial contamination. Bulletin of KSAU. 2024;6(207):101-108. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2024-6-101-108
11. Abah KO et al. Effect of male age on semen quality in domestic animals: potential for advanced functional and translational research? *Veterinary Research Communications*. 2023;47(3):1125-1137. doi: 10.1007/s11259-023-10159-1
12. Agus A, Tri Satya Mastuti Widi. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 2018;31(7):976-983. doi: 10.5713/ajas.18.0233
13. Carreira JT et al. Does sperm quality and DNA integrity differ in cryopreserved semen samples from young, adult, and aged Nellore bulls? *Basic and Clinical Andrology*. 2017;27:12. doi: 10.1186/s12610-017-0056-9
14. Evenson DP, Larson KL, Jost LK. Sperm chromatin structure assay: its clinical use for detecting sperm DNA fragmentation in male infertility and comparisons with other techniques. *Journal of Andrology*. 2002;23(1):25-43. doi: 10.1002/j.1939-4640.2002.tb02599.x
15. Fortes MRS et al. The integrity of sperm chromatin in young tropical composite bulls. *Theriogenology*. 2012;78(2):326-33, 333.e1-4. doi: 10.1016/j.theriogenology.2012.02.007
16. Hallap T et al. Sperm chromatin stability in frozen-thawed semen is maintained over age in AI bulls. *Theriogenology*. 2005;63(6):1752-1763. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.08.001
17. Henning H, Luther A-M, Waberski D. A high incidence of sperm with cytoplasmic droplets affects the response to bicarbonate in preserved boar semen. *Animals (Basel)*. 2021;11(9):2570. doi: 10.3390/ani11092570
18. Karabinus DS et al. Comparison of semen quality in young and mature Holstein bulls measured by light microscopy and flow cytometry. *Journal of Dairy Science*. 1990;73(9):2364-2371. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78919-9
19. Kipper BH et al. Sperm morphometry and chromatin condensation in Nelore bulls of different ages and their effects on IVF. *Theriogenology*. 2017;87:154-160. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.08.017
20. Konenda MTK et al. Seasonal variation and age-related changes in semen quality of Limousin bull in Indonesian artificial insemination center. *Int J Ver Sci*. 2020;9(4):553-557.
21. Kumaresan A et al. Sperm DNA integrity and male fertility in farm animals: a review. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:321. doi: 10.3389/fvets.2020.00321
22. Menon AG, Barkema HW, Wilde R, Kastelic JP, Thundathil JC. Associations between sperm abnormalities, breed, age, and scrotal circumference in beef bulls. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2011;75(4):241-247.
23. Morgan HL et al. Defining the male contribution to embryo quality and offspring health in assisted reproduction in farm animals. *Animal Reproduction*. 2020;17(3):e20200018. doi: 10.1590/1984-3143-AR2020-0018
24. Murphy EM et al. Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre. *Journal of Animal Science*. 2018;96(6):2408-2418. doi: 10.1093/jas/sky130
25. Trevizan JT et al. Does lipid peroxidation and oxidative DNA damage differ in cryopreserved semen samples from young, adult and aged Nellore bulls? *Animal Reproduction Science*. 2018;195:8-15. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.04.071

26. Vince S et al. Age-related differences of semen quality, seminal plasma, and spermatozoa antioxidative and oxidative stress variables in bulls during cold and warm periods of the year. *Animal*. 2018;12(3):559-568. doi: 10.1017/S1751731117001811

References

1. Boiko EV, Koropets LA. Morphological indicators of sperm of bull-sires of beef breeds. Modern achievements and problems of genetics and biotechnology in animal husbandry (Conference proceedings) Proceedings of the international scientific conference. (September 24-October 1, Dubrovitsy, 2019). Dubrovitsy; 2019:26-31.
2. Iolchiyev BS, Borunova SM, Badmayev OE, Iolchiyev RB, Tadzhiyeva AV. Mitochondrial dysfunction and sperm activity in bulls. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2018;3(161):118-122.
3. Naumenkova VA. The quality of cryoconserved semen of stallions depending on the age (Conference proceedings) Modern achievements and actual problems in horse breeding: collection of reports of the international scientific and practical conference. (Divovo, 14 June 2019). Divovo: All-Russian Research Institute of Horse Breeding; 2019:190-195. doi: 10.25727/HS.2019.1.35388
4. Nekrasov AA, Popov NA, Iolchiev BS. Influence of the biological value of sperm of bulls of Canadian breeding on the reproductive performance of cows in individual herds. *Agrarian Russia*. 2017;2:18-21.
5. Panina EV, Petrov DV, Sitnik SG. The effect of age factor on semen quality of Holstein bulls. Papers of the TAA: collection of articles. Moscow: Publishing house RSAU-MAA. 2019;291(V):264-268.
6. Abilov AI, Eskin GV, Amerkhanov KhA, Kombarova NA, Turbina IS, Fedorova EV, Gusev IV, Zhavoronkova NV. High sperm production as related to macro- and microelement levels in blood serum in servicing bulls of the modern selection. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2014;6:96-106. doi:10.15389/agrobiology.2014.6.96rus doi:10.15389/agrobiology.2014.6.96eng
7. Babenkov VYu, Chimidova NV, Khakhlinov AI, Ubushieva AV, Manjiev VI. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(1):67-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-67>
8. Bagirov VA, Kononov VP, Iolchiev BA, Klenovitskii PM, Ernst LK. Chromatin status as the index of spermatozoa valuable: the tests for estimation. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2012;2:3-13.
9. Chetvertakova EV, Luschenko AE. Sperm production of bulls as an indicator of their adaptive ability. *Bulletin of KSAU*. 2020;6(159):144-149. doi: 10.36718/1819-4036-2020-6-144-149
10. Shmidt AV, Iolchiev BS, Onkorova NT. Studying the biological completeness of sperm in semen with bacterial contamination. *Bulletin of KSAU*. 2024;6(207):101-108. doi: 10.36718/1819-4036-2024-6-101-108
11. Abah KO et al. Effect of male age on semen quality in domestic animals: potential for advanced functional and translational research? *Veterinary Research Communications*. 2023;47(3):1125-1137. doi: 10.1007/s11259-023-10159-1
12. Agus A, Tri Satya Mastuti Widi. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 2018;31(7):976-983. doi: 10.5713/ajas.18.0233
13. Carreira JT et al. Does sperm quality and DNA integrity differ in cryopreserved semen samples from young, adult, and aged Nellore bulls? *Basic and Clinical Andrology*. 2017;27:12. doi: 10.1186/s12610-017-0056-9

14. Evenson DP, Larson KL, Jost LK. Sperm chromatin structure assay: its clinical use for detecting sperm DNA fragmentation in male infertility and comparisons with other techniques. *Journal of Andrology*. 2002;23(1):25-43. doi: 10.1002/j.1939-4640.2002.tb02599.x
15. Fortes MRS et al. The integrity of sperm chromatin in young tropical composite bulls. *Theriogenology*. 2012;78(2):326-33, 333.e1-4. doi: 10.1016/j.theriogenology.2012.02.007
16. Hallap T et al. Sperm chromatin stability in frozen-thawed semen is maintained over age in AI bulls. *Theriogenology*. 2005;63(6):1752-1763. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.08.001
17. Henning H, Luther A-M, Waberski D. A high incidence of sperm with cytoplasmic droplets affects the response to bicarbonate in preserved boar semen. *Animals (Basel)*. 2021;11(9):2570. doi: 10.3390/ani11092570
18. Karabinus DS et al. Comparison of semen quality in young and mature Holstein bulls measured by light microscopy and flow cytometry. *Journal of Dairy Science*. 1990;73(9):2364-2371. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(90)78919-9
19. Kipper BH et al. Sperm morphometry and chromatin condensation in Nelore bulls of different ages and their effects on IVF. *Theriogenology*. 2017;87:154-160. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.08.017
20. Konenda MTK et al. Seasonal variation and age-related changes in semen quality of Limousin bull in Indonesian artificial insemination center. *Int J Ver Sci*. 2020;9(4):553-557.
21. Kumaresan A et al. Sperm DNA integrity and male fertility in farm animals: a review. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:321. doi: 10.3389/fvets.2020.00321
22. Menon AG, Barkema HW, Wilde R, Kastelic JP, Thundathil JC. Associations between sperm abnormalities, breed, age, and scrotal circumference in beef bulls. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2011;75(4):241-247.
23. Morgan HL et al. Defining the male contribution to embryo quality and offspring health in assisted reproduction in farm animals. *Animal Reproduction*. 2020;17(3):e20200018. doi: 10.1590/1984-3143-AR2020-0018
24. Murphy EM et al. Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre. *Journal of Animal Science*. 2018;96(6):2408-2418. doi: 10.1093/jas/sky130
25. Trevizan JT et al. Does lipid peroxidation and oxidative DNA damage differ in cryo-preserved semen samples from young, adult and aged Nellore bulls? *Animal Reproduction Science*. 2018;195:8-15. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.04.071
26. Vince S et al. Age-related differences of semen quality, seminal plasma, and spermatozoa antioxidative and oxidative stress variables in bulls during cold and warm periods of the year. *Animal*. 2018;12(3):559-568. doi: 10.1017/S1751731117001811

Информация об авторах:

Байлар Садррадинович Иолчиев, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Анна Валиевна Шмидт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, тел.: +7(495)434-53-00.

Ольга Николаевна Луконина, кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Татьяна Анатольевна Мороз, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Дмитрий Владимирович Машталер, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Нина Анатольевна Комбарова, кандидат биологических наук, главный технолог АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», 142143, Московская область, г. Подольск, посёлок Быково, ул. Центральная, д. 3, тел.: +7(495) 109-99-93.

Светлана Николаевна Ушакова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Ирина Евгеньевна Приданова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, 141212, Московская область, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, ул. Ленина, д. 13, тел.: +7(495) 515-95-57.

Information about the authors:

Baylar S Iolchiev, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Laboratory of Reproduction Biology of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin St., 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Anna V Schmidt, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Public Health, Healthcare and Hygiene, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Miklukho-Maklaya St., 6, 117198, tel.: +7(495) 434-53-00.

Olga N Lukonina, Cand. Sci. (Agriculture), Acting Director, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin St., 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Tatiana A Moroz, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Reproduction Biology of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin St., 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Dmitry V Mashtaler, Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Reproduction Biology of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin Street, 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Nina A Kombarova, Cand. Sci. (Biology), Chief Technologist of SC "Head Center for the Reproduction of Farm Animals", Moscow Region, Podolsk urban district, Bykovo settlement, Centralnaya street, 3, 142143, tel.: +7 (495) 109-99-93.

Svetlana N Ushakova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Reproduction Biology of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin St., 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Irina E Pridanova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Reproduction Biology of Farm Animals, All-Russian Research Institute of Breeding, Moscow Region, Pushkino, Lesnye Polyany, Lenin St., 13, 141212, tel.: +7(495) 515-95-57.

Статья поступила в редакцию 07.10.2024; одобрена после рецензирования 28.10.2024; принята к публикации 16.12.2024.

The article was submitted 07.10.2024; approved after reviewing 28.10.2024; accepted for publication 09.09.2024.