

УДК 636.22.28.082.453.52:612.12:577.17

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-38-44

Б.С. Иолчиев¹ ✉

С.Н. Ушакова¹

И.Е. Приданова¹

О.Н. Луконина¹

Д.В. Машталер¹

Т.А. Мороз¹

Б.С. Сейдахметов²

Н.А. Комбарова³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, пос. Лесные Поляны, Московская обл., Россия

² АО «"Московское" по племенной работе», Ногинск, Московская обл., Россия

³ Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных, пос. Быково, Московская обл., Россия

✉ baylar1@yandex.ru

Поступила в редакцию: 01.06.2025

Одобрена после рецензирования: 11.08.2025

Принята к публикации: 26.08.2025

© Иолчиев Б.С., Ушакова С.Н., Приданова И.Е., Луконина О.Н., Машталер Д.В., Мороз Т.А., Сейдахметов Б.С., Комбарова Н.А.

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2025-398-09-38-44

Baylar S. Iolchiev¹ ✉

Svetlana N. Ushakova¹

Irina E. Pridanova¹

Olga N. Lukonina¹

Dmitry V. Mashtaler¹

Tatiana A. Moroz¹

Bagit S. Seidakhmetov²

Nina A. Kombarova³

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Animal Breeding, Lesnye Polyany, Moscow region, Russia

² JSC "Moscow for breeding work", Noginsk, Moscow region, Russia

³ Head Center for the Reproduction of Farm Animals, Bykovo, Moscow region, Russia

✉ baylar1@yandex.ru

Received by the editorial office: 01.06.2025

Accepted in revised: 11.08.2025

Accepted for publication: 26.08.2025

© Iolchiev B.S., Ushakova S.N., Pridanova I.E., Lukonina O.N., Mashtaler D.V., Moroz T.A., Seidakhmetov B.S., Kombarova N.A.

Взаимосвязь индекса фрагментации ядерной ДНК сперматозоидов с гормональным статусом у быков-производителей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность разведения крупного рогатого скота напрямую зависит от качества воспроизводства, где состояние сперматозоидов у племенных быков играет решающую роль. Одним из критических факторов является фрагментация ДНК в сперматозоидах, которая может привести к генетическим аномалиям и снизить эффективность искусственного оплодотворения. Гормональный дисбаланс, особенно уровень тестостерона и эстрадиола, может повлиять на целостность ДНК. Это исследование направлено на изучение влияния гормонального статуса быков на фрагментацию ДНК в их сперматозоидах.

Методы. Исследование было проведено на 43 быках голштинской породы. Фрагментацию оценивали с помощью щелочного ДНК комет-анализа, в каждом образце анализировали не менее 250 сперматозоидов. Гормональный статус (тестостерон, эстрадиол, тироксин) оценивали с помощью иммуноферментного анализа (ELISA) сыворотки крови. Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения SPSS v.23 с использованием дисперсионного анализа и t-критерия Стьюдента.

Результаты. Более 98% сперматозоидов содержали неповрежденную ДНК, в то время как умеренные и тяжелые повреждения наблюдались в 1% и 0,8% клеток соответственно. У быков с неповрежденной ДНК уровень тестостерона был на 62,3% и 72% выше, чем у быков с поврежденной ДНК ($p < 0,05$). И наоборот, концентрация эстрадиола была на 40% выше у быков с фрагментированной ДНК. Корреляционный анализ выявил слабую, но значимую отрицательную связь между тестостероном и фрагментацией ДНК ($r \approx -0,20$) и положительную связь между эстрадиолом и повреждением ДНК ($r \approx 0,18$). Уровни тироксина не показали существенных различий между группами.

Выводы. Высокий уровень тестостерона связан с уменьшением фрагментации ДНК, в то время как повышенный уровень эстрадиола может способствовать ее увеличению, возможно, из-за окислительного стресса. Эти данные подчеркивают важность гормонального баланса для поддержания целостности ДНК сперматозоидов у племенных быков.

Ключевые слова: сперматозоиды, гормональный статус, ДНК-комет анализ, тестостерон, эстрадиол, фрагментация ДНК сперматозоидов

Для цитирования: Иолчиев Б.С. и др. Взаимосвязь индекса фрагментации ядерной ДНК сперматозоидов с гормональным статусом у быков-производителей. *Аграрная наука*. 2025; 398(09): 38–44.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-398-09-38-44>

Relationship between sperm nuclear DNA fragmentation index and hormonal status in breeding bulls

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of cattle breeding is directly dependent on reproduction quality, where the condition of spermatozoa in breeding bulls plays a crucial role. One of the critical factors is DNA fragmentation in spermatozoa, which can cause genetic abnormalities and reduce the effectiveness of artificial insemination. Hormonal imbalance, particularly testosterone and estradiol levels, may affect DNA integrity. This study aims to investigate the influence of bulls' hormonal status on DNA fragmentation in their spermatozoa.

Methods. The study was conducted on 43 Holstein bulls. DNA fragmentation was assessed using the alkaline comet assay, with a minimum of 250 spermatozoa analyzed per sample. Hormonal status (testosterone, estradiol, thyroxine) was evaluated through enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) of blood serum. Statistical analysis was performed using SPSS v.23 software, employing variance analysis and Student's t-test.

Results. Over 98% of spermatozoa exhibited intact DNA, while moderate and severe damage was observed in 1% and 0.8% of cells, respectively. Bulls with intact DNA showed 62.3% and 72% higher testosterone levels compared to those with DNA damage ($p < 0.05$). Conversely, estradiol concentration was 40% higher in bulls with fragmented DNA. Correlation analysis revealed a weak but significant negative association between testosterone and DNA fragmentation ($r \approx -0.20$) and a positive association between estradiol and DNA damage ($r \approx 0.18$). Thyroxine levels showed no significant differences between groups.

Conclusions. High testosterone levels are associated with reduced DNA fragmentation, while elevated estradiol may contribute to its increase, potentially due to oxidative stress. These findings highlight the importance of hormonal balance in maintaining sperm DNA integrity in breeding bulls.

Key words: spermatozoa, hormonal status, DNA comet analysis, testosterone, estradiol, sperm DNA fragmentation

For citation: Iolchiev B.S. et al. Relationship between sperm nuclear DNA fragmentation index and hormonal status in breeding bulls. *Agrarian science*. 2025; 398(09): 38–44 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-398-09-38-44>

Введение/Introduction

Экономическая эффективность скотоводства напрямую зависит от организации племенной работы. Она является одним из основных факторов, влияющих на рост объема производства, темп генетического прогресса [1–4]. В молочном животноводстве, особенно в высокопродуктивных стадах с коротким сроком эксплуатации коров, затраты на приобретение ремонтных телок занимают значительную долю в структуре расходов. Это особенно актуально при расширенном способе воспроизводства, направленном на увеличение поголовья.

Проблема нарушения репродуктивной функции крупного рогатого скота во всем мире вызывает серьезную озабоченность [5–8]. Около четверти быков-производителей демонстрируют сниженную фертильность или полную стерильность. Ключевым лимитирующим фактором репродуктивного потенциала, как у людей, так и у животных, выступает ухудшение качества семенного материала, прогрессирующее в последние десятилетия [9–11].

В молочном скотоводстве применяют различные методы вспомогательной репродуктивной технологии, особенно метод искусственного оплодотворения. Он позволяет использовать генетический материал одного племенного быка с выдающимися характеристиками для оплодотворения сотен и даже тысяч самок. В связи с этим контроль параметров спермопродукции приобретает критическую важность — как с экономической, так и с биологической точки зрения [12, 13].

Качество спермы зависит от комплекса биотических и абиотических факторов [14–18]. Исследования показывают, что одним из основных параметров, характеризующих биологическую полноценность мужских гамет, является состояние генетического материала в сперматозоидах. Высокий индекс фрагментации ДНК в сперматозоидах отрицательно коррелирует с результативностью искусственного осеменения и эффективностью процедур вспомогательной репродукции [18–23]. Нарушения целостности яДНК сперматозоидов могут привести к генетическим или хромосомным мутациям.

Гормональный баланс играет ключевую роль в поддержании фертильности [24–26]. Процесс сперматогенеза в значительной степени зависит от гормонов, вырабатываемых в ответ на гонадотропин-рилизинг-гормон в системе «гипоталамус — гипофиз — яички» [27]. Нормальная гормональная функция яичек регулируется выработкой гипофизом фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), лютеинизирующего гормона (ЛГ), пролактина (ПРЛ), тиреотропного гормона (ТТГ), тестостерона и антимюллерова гормона (АМГ) [28, 29].

Исследования показывают, что дефицит гормонов в микроокружении половых клеток является

основной причиной увеличения количества незрелых сперматозоидов, что может негативно сказаться на их выживаемости и функциях [30]. Высокий уровень эстрадиола ассоциирован с повышением фрагментации ДНК из-за усиления оксидативного стресса и нарушения гормонального баланса. Эстрогены участвуют в регуляции сперматогенеза и подвижности сперматозоидов, однако их избыток (гиперэстрогения) подавляет выработку тестостерона [31].

Исследования, изучающие взаимосвязь между уровнями эндогенных гормонов и индексом фрагментации ДНК сперматозоидов у быков, ограничены.

Цель исследования — изучение взаимосвязи содержания тестостерона, эстрадиола и тироксина с уровнем фрагментации ядерной ДНК сперматозоидов у быков-производителей голштинской породы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Животные и сбор спермы. Исследования проводили в лаборатории биологии воспроизведения сельскохозяйственных животных Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» в 2025 г.

В данной работе использовали сперму быков-производителей голштинской породы.

Сбор эякулята выполняли с применением искусственной вагины в соответствии с Национальной технологией замораживания и использования спермы племенных быков¹.

Качество спермы оценивали с помощью систем компьютерного анализа спермы (Computer-assisted sperm analysis, CASA). *Использовали программное обеспечение Argus-CASA (ООО «Аргус-Софт», Россия).*

Обслуживание животных и проведение экспериментов осуществляли в соответствии с нормативными документами² и ГОСТ 33215-2014³.

Оценка индекса фрагментации яДНК. Фрагментацию ядерной ДНК сперматозоидов определяли методом щелочного варианта (pH > 13) ДНК-комет анализа (одноклеточный гель-электрофорез). Визуализацию результатов электрофореза осуществляли с помощью флуоресцентного микроскопа Nikon Eclipse Ni-U (Nikon, Япония), интегрированного в систему визуализации микрофотоизображений ProgResSHFcool/CaputerPro 2.8.8 (Jenoptik AG, Германия). Для измерения степени фрагментации ДНК в сперматозоидах использовали программное обеспечение CASP LAB 1.2.2⁴. В каждом образце оценивали не менее 250 сперматозоидов. В каждом зафиксированном объекте

¹ Виноградов В.Н. и др. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей. М.: Всероссийский НИИ животноводства. 2008.

² European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. Official Journal L 222. 1999; 0031–0037.

³ https://rosgos.ru/file/gost/13/020/gost_33215-2014.pdf

⁴ <https://sourceforge.net/projects/casp/files/casp/1.2.2/>

определяли процент ДНК в голове, в хвосте кометы, длину миграции ДНК в хвосте кометы, радиус головы, длину и момент хвоста кометы.

Мониторинг гормонального статуса быков-производителей. Кровь для анализа отбирали из хвостовой вены в стерильные вакуумные пробирки. Пробы транспортировали в термосумках для отделения сыворотки от форменных элементов. Сыворотку хранили при температуре -24 °С.

Концентрацию гормонов (тестостерона, эстрадиола, тироксина) определяли методом иммуноферментного анализа с использованием анализатора «Униплан-01» (ЗАО «Пикон», Россия) и наборов реагентов «Иммунотех» (АО «НВО «Иммунотех», Россия).

Измерение оптической плотности и обработку данных выполняли в программе «Пикон Сервис 3070» (ЗАО «Пикон», Россия).

Статистический анализ. Для создания базы данных и обработки первичных данных использовали Microsoft Office Excel (США). Статистический анализ первичного материала проводили с помощью программного обеспечения SPSS v.23 («Корпорация IBM», США). Обработку полученных данных проводили посредством дисперсионного анализа. Вычисляли средние арифметические (М) и стандартные ошибки средних ($\pm$ SEM). Для изучения взаимосвязи между содержанием эндогенных гормонов и уровнем повреждения ядерной ДНК сперматозоидов был использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена, оценивающий монотонную зависимость между переменными. Расчет коэффициента проводили по следующей формуле:

$$p = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)},$$

где d_i — разность рангов двух переменных для каждого наблюдения, n — количество наблюдений.

Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Значимость различий была установлена на уровне: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

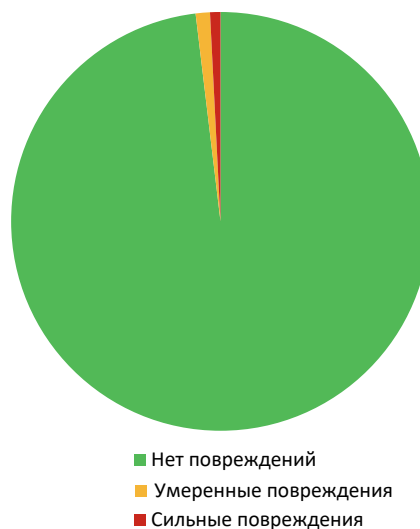
Результаты и обсуждение / Results and discussion

В исследуемой выборке более 98% всех гамет имели интактную ДНК. Доля сперматозоидов с умеренным повреждением генетического материала в среднем составила 1%, тогда как лишь у 0,8% клеток содержание ДНК в ядре было менее 60%, что соответствует высокому уровню фрагментации (рис. 1).

Среди 43 исследуемых быков у 9 особей не было обнаружено сперматозоидов с фрагментацией яДНК, а у 14 животных выявлены единичные сперматозоиды с высоким индексом фрагментации.

Рис. 1. Распределение сперматозоидов по степени повреждения яДНК, %

Fig. 1. Distribution of spermatozoa by degree of nDNA damage, %



В день сбора спермы у всех животных отбирали пробы крови для мониторинга гормонального статуса и анализа взаимосвязи между качеством спермы и уровнем гормонов в сыворотке крови.

У быков-производителей с интактной яДНК содержание тестостерона в сыворотке крови было на 62,3% выше, чем у животных со сперматозоидами, имеющими умеренное повреждение ДНК, и на 72,0% выше по сравнению с быками, у которых наблюдался высокий уровень повреждения (табл. 1).

По содержанию общего тироксина между группами достоверной разницы не установлено, этот показатель носит криволинейный характер. Минимальный уровень содержания данного гормона был у быков с высоким уровнем повреждения ДНК сперматозоидов, максимальный — у быков с умеренным повреждением.

Высокий уровень содержания эстрадиола обнаружен в сыворотке быков, у которых в популяции исследуемых сперматозоидов обнаружены сильно поврежденные клетки. В сыворотке этих быков содержалось на 40% больше эстрогена, чем у животных без повреждения яДНК сперматозоидов.

Таблица 1. Уровень гормонов в сыворотке крови быков-производителей в зависимости от степени повреждения яДНК

Table 1. Serum hormone levels in breeding bulls depending on the degree of nDNA damage

Содержание гормонов	Уровень повреждения яДНК в головке сперматозоидов		
	нет повреждений	умеренные повреждения	сильные повреждения
Тестостерон, нмоль/л	37,81 $\pm$ 0,18*	23,29 $\pm$ 1,73	21,98 $\pm$ 2,00
Тироксин, нмоль/л	90,69 $\pm$ 0,35	91,93 $\pm$ 3,26	86,24 $\pm$ 3,78
Эстрадиол, нмоль/л	0,314 $\pm$ 0,002	0,484 $\pm$ 0,02*	0,521 $\pm$ 0,02*

Примечание: * $p < 0,05$.

Анализ разброса данных одного из основных показателей, характеризующих степень повреждения ДНК (момент хвоста по Оливе) в зависимости от категории индекса фрагментации, показан на рисунке 2.

Как видно из графика, показатель момента хвоста кометы в группе, где индекс фрагментации яДНК не превышает 5%, отсутствует, в группе с умеренным повреждением распределение равномерное, размах небольшой. В группе с высоким уровнем повреждения наблюдаются большой размах и выбросы.

Анализ распределения концентрации тестостерона в сыворотке крови в зависимости от степени повреждения яДНК показал следующие результаты. У быков-производителей, в сперматозоидной популяции которых отсутствовали клетки с умеренным и высоким уровнями повреждения ДНК, медианные значения были смещены к нижней границе диапазона, статистические выбросы не наблюдались.

У быков со сперматозоидами, имеющими умеренные и выраженные повреждения ДНК, медианные значения были достоверно ниже ($p < 0,05$) по сравнению с показателями животных с интактной ДНК сперматозоидов (рис. 3).

Анализ распределения содержания общего тироксина в зависимости от характера повреждения яДНК сперматозоидов показывает, что распределение равномерно во всех группах (рис. 4).

Характер распределения содержания общего тироксина показывает тенденцию к увеличению в группах с поврежденной ДНК. С целью проверки гипотезы взаимосвязи содержания эндогенных гормонов с уровнем повреждения ядерной ДНК сперматозоидов провели корреляционный анализ.

Коэффициент Спирмена между содержанием тестостерона и моментом хвоста кометы составил (r) $\approx -0,20$, что говорит о слабой отрицательной корреляции между показателями. Данная взаимосвязь является статистически значимой ($p \leq 0,05$).

В исследуемой выборке достоверная взаимосвязь между индексом фрагментации и общим тироксином не установлена, а между содержанием эстрадиола и повреждением яДНК сперматозоидов установлена положительная корреляция (r) $\approx 0,18$.

Рис. 2. Разброс распределения момента хвоста кометы в зависимости от категории повреждения яДНК сперматозоидов

Fig. 2. Distribution of comet tail moment depending on damage category nDNA

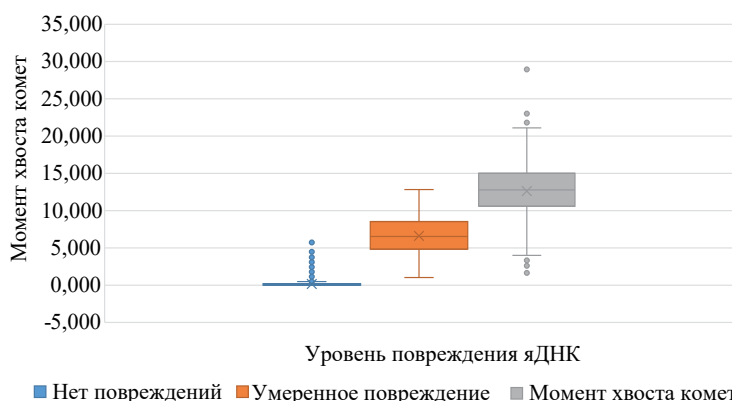


Рис. 3. Характеристика распределения показателей содержания тестостерона в зависимости от уровня повреждения яДНК

Fig. 3. Characteristics of the distribution of testosterone content indicators depending on the level of DNA damage

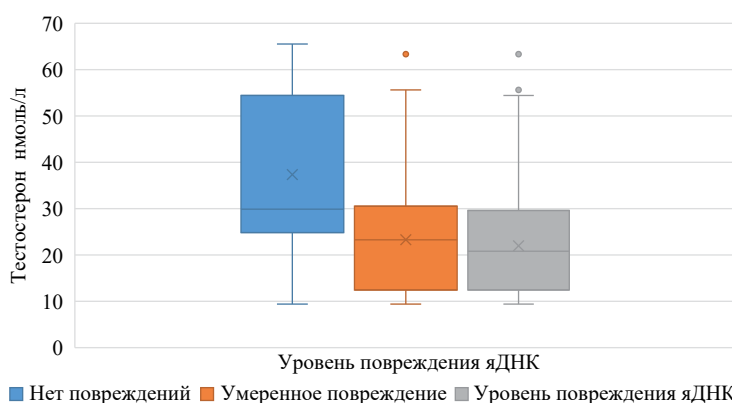
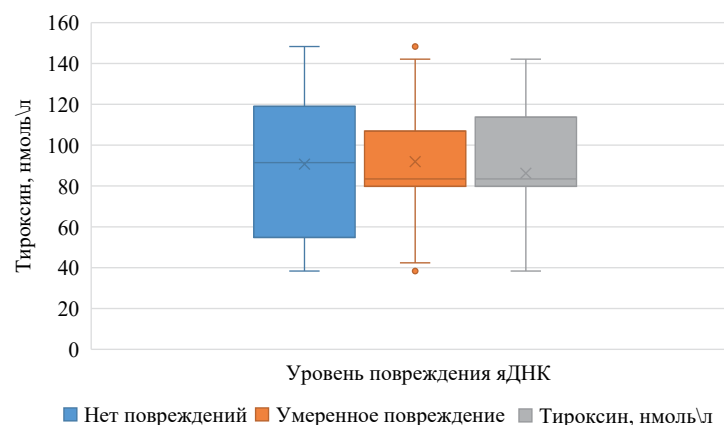


Рис. 4. Характеристика распределения показателей содержания общего тироксина в зависимости от уровня повреждения яДНК

Fig. 4. Characteristics of the distribution of total thyroxine content indicators depending on the level of DNA damage



Выводы/Conclusions

Исследование выявило значимую взаимосвязь между гормональным статусом быков-производителей и индексом фрагментации ядерной ДНК (яДНК) их сперматозоидов. Сперматозоиды с фрагментированной ядерной ДНК

у исследуемых быков-производителей встречались с низкой частотой, 98% сперматозоидов имеют интактную ДНК, что свидетельствует о высоком качестве генетического материала у исследуемых быков. Сперматозоиды с умеренными повреждениями составили 1% от общего количества проанализированных клеток, с высоким уровнем повреждения — 0,8%.

У быков с неповрежденной ДНК сперматозоидов уровень тестостерона в сыворотке крови был значительно выше — на 62,3% и 72,0%, соответственно, в сравнении с животными, у которых наблюдались умеренные и сильные повреждения ДНК. Это указывает на важную роль тестостерона в поддержании целостности генетического материала сперматозоидов.

Высокий уровень эстрадиола коррелировал с увеличением фрагментации ДНК.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-26-00041).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмидт А.В., Иолчиев Б.С., Онкорова Н.Т. Изучение биологической полноценности сперматозоидов в сперме с бактериальной обсемененностью. *Вестник КrasGAU*. 2024; (2): 101–108. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-101-108>
2. Иолчиев Б.С. и др. Дисперсия хроматина сперматозоидов быков-производителей в зависимости от возраста. *Животноводство и кормопроизводство*. 2024; 107(4): 255–265. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-255>
3. Карпеня М.М. Взаимосвязь некоторых факторов с репродуктивной функцией быков-производителей. *Зоотехническая наука Беларуси*. 2021; 56(1): 59–65. <https://elibrary.ru/btdnxx>
4. Руденко О.В. Показатели воспроизводства коров при разной степени инбридинга. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2022; 17(3): 360–372. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372>
5. Davis T.C., White R.R. Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*. 2020; 150: 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.041>
6. López-Gatius F. Is fertility declining in dairy cattle?: A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 89–99. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01359-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-6)
7. Berry D.P., Friggens N.C., Lucy M., Roche J.R. Milk Production and Fertility in Cattle. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2016; 4: 269–290. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111406>
8. Мартынова Е.Н., Азимова Г.В., Исупова Ю.В., Сухова В.С. Проблема воспроизводства в молочном скотоводстве и пути ее решения. *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; (3): 38–44. <https://elibrary.ru/wmgnt>
9. Коршунов М.Н., Коршунова Е.С., Кастрикин Ю.В., Даренков С.П. Мужской фактор бесплодия в аспекте невынашивания беременности. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2021; (3): 78–82. <https://doi.org/10.26269/n3bk-c996>
10. Нечипоренко А.П., Ситникова В.Е., Нечипоренко У.Ю., Коноваленко А.В. Инфракрасная фурье-спектроскопия в исследовании проявлений патологии сперматозоидов. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2023; 18(3): 233–257. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2023.302>
11. Xiao L. et al. Effect of ambient temperature variability on sperm quality: A retrospective population-based cohort study. *Science of The Total Environment*. 2022; 851(2): 158245. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158245>

У быков с поврежденными сперматозоидами концентрация эстрадиола была на 40% выше, чем у животных без повреждений. Это подтверждает гипотезу о негативном влиянии избытка эстрогенов на целостность ДНК, возможно, через усиление окислительного стресса.

Корреляционный анализ подтвердил слабую, но статистически значимую отрицательную связь между тестостероном и фрагментацией ДНК ($\rho \approx -0,20$, $p \leq 0,05$), а также положительную связь между эстрадиолом и повреждением ДНК ($\rho \approx 0,18$).

Результаты исследования подчеркивают важность гормонального баланса, особенно тестостерона и эстрадиола, для поддержания целостности ДНК сперматозоидов у быков-производителей.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The research was carried out with financial support from the Russian Science Foundation (project No. 25-26-00041).

REFERENCES

1. Shmidt A.V., Iolchiev B.S., Onkorova N.T. Studying the biological completeness of sperm in semen with bacterial contamination. *Bulletin of KrasGAU*. 2024; (2): 101–108 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-6-101-108>
2. Iolchiev B.S. et al. Chromatin dispersion of spermatozoa of stud bulls depending on age *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024; 107(4): 255–265 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-255>
3. Karpenya M.M. Correlation of some factors with reproductive function of producing bulls. *Zootechnical Science of Belarus*. 2021; 56(1): 59–65 (in Russian). <https://elibrary.ru/btdnxx>
4. Rudenko O.V. Cow reproduction rates with varying inbreeding degrees. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*. 2022; 17(3): 360–372 (in Russian). <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372>
5. Davis T.C., White R.R. Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*. 2020; 150: 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.041>
6. López-Gatius F. Is fertility declining in dairy cattle?: A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 89–99. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01359-6](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01359-6)
7. Berry D.P., Friggens N.C., Lucy M., Roche J.R. Milk Production and Fertility in Cattle. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2016; 4: 269–290. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111406>
8. Martynova E.N., Azimova G.V., Isupova Yu.V., Sukhova V.S. The problem of reproduction in dairy farming and the ways of its solving. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2016; (3): 38–44 (in Russian). <https://elibrary.ru/wmgnt>
9. Korshunov M.N., Korshunova E.S., Kastrikin Yu.V., Darenkov S.P. Male infertility factor in pregnancy losses. *Kremlin medicine. Clinical bulletin*. 2021; (3): 78–82 (in Russian). <https://doi.org/10.26269/n3bk-c996>
10. Nechiporenko A.P., Sitnikova V.E., Nechiporenko U.Yu., Konvalenko A.V. Fourier Infrared spectroscopy in the study of manifestations of sperm pathology. *Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine*. 2023; 18(3): 233–257 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/spbu11.2023.302>
11. Xiao L. et al. Effect of ambient temperature variability on sperm quality: A retrospective population-based cohort study. *Science of The Total Environment*. 2022; 851(2): 158245. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158245>

12. Schulze M., Nitsche-Melkus E., Jakop U., Jung M., Waberski D. New trends in production management in European pig AI centers. *Theriogenology*. 2019; 137: 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.042>
13. Waberski D., Riesenbeck A., Schulze M., Weitze K.F., Johnson L. Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. *Theriogenology*. 2019; 137: 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.030>
14. Абилов А.И., Турбина В.В., Новгородова И.П. Взаимосвязь качества семени с биохимическим и гормональным состоянием у быков-производителей. *Ветеринарный врач*. 2023; (5): 73–79. <https://elibrary.ru/hvwnzo>
15. Bahrani Z., Daeifarshabaf N., Amjadi F., Aflatoonian R. The effects of hormonal changes on sperm DNA integrity in oligoasthenoterato-spermia individuals: A case-control study. *International Journal of Reproductive BioMedicine*. 2023; 20(12): 999–1006. <https://doi.org/10.18502/ijrm.v20i12.12560>
16. Kumar N., Singh A.K. Trends of male factor infertility, an important cause of infertility: A review of literature. *Journal of Human Reproductive Sciences*. 2015; 8(4): 191–196.
17. McLachlan R.I. Approach to the Patient With Oligozoospermia. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013; 98(3): 873–880. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-3650>
18. Anderson R.A. et al. Anti-Müllerian hormone as a marker of ovarian reserve and premature ovarian insufficiency in children and women with cancer: a systematic review. *Human Reproduction Update*. 2022; 28(3): 417–434. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmac004>
19. Zhu C. et al. Influence of sperm DNA fragmentation on the clinical outcome of *in vitro* fertilization-embryo transfer (IVF-ET). *Frontiers in Endocrinology*. 2022; 13: 945242. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.945242>
20. Sakkas D., Mariethoz E., John J.C.S. Abnormal Sperm Parameters in Humans Are Indicative of an Abortive Apoptotic Mechanism Linked to the Fas-Mediated Pathway. *Experimental Cell Research*. 1999; 251(2): 350–355. <http://doi.org/10.1006/excr.1999.4586>
21. Lin M.-H. et al. Sperm chromatin structure assay parameters are not related to fertilization rates, embryo quality, and pregnancy rates in *in vitro* fertilization and intracytoplasmic sperm injection, but might be related to spontaneous abortion rates. *Fertility and Sterility*. 2008; 90(2): 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.06.018>
22. Zini A., Boman J.M., Belzile E., Ciampi A. Sperm DNA damage is associated with an increased risk of pregnancy loss after IVF and ICSI: systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction*. 2008; 23(12): 2663–2668. <https://doi.org/10.1093/humrep/den321>
23. Kennedy C., Ahlering P., Rodriguez H., Levy S., Sutovsky P. Sperm chromatin structure correlates with spontaneous abortion and multiple pregnancy rates in assisted reproduction. *Reproductive BioMedicine Online*. 2011; 22(3): 272–276. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2010.11.020>
24. Абилов А.И. и др. Метаболический профиль и спермопродукция у голштинских быков-производителей зарубежной селекции при содержании в разных климатических и геохимических условиях в России и Казахстане. *Сельскохозяйственная биология*. 2021; 56(4): 730–751. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.4.730rus>
25. Rogozin D.S. Мужская фертильность: обзор литературы октября — декабря 2020 года. *Вестник урологии*. 2021; 9(1): 105–112. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2021-9-1-105-112>
26. Vince S., Žura Žaja I., Samardžija M., Majić Balić I., Vilić M., Đuričić D., Milinković-Tur S. Age-related differences of semen quality, seminal plasma, and spermatozoa antioxidant and oxidative stress variables in bulls during cold and warm periods of the year. *Animal*. 2018; 12(3): 559–568. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001811>
27. Oduwole O.O., Peltoketo H., Huhtaniemi I.T. Role of Follicle-Stimulating Hormone in Spermatogenesis. *Frontiers in Endocrinology*. 2018; 9: 763. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00763>
28. McLachlan R.I., Wreford N.G., Robertson D.M., de Kretser D.M. Hormonal control of spermatogenesis. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 1995; 6(3): 95–101. [https://doi.org/10.1016/1043-2760\(94\)00215-p](https://doi.org/10.1016/1043-2760(94)00215-p)
29. Xu H.-Y., Zhang H.-X., Xiao Z., Qiao J., Li R. Regulation of anti-Müllerian hormone (AMH) in males and the associations of serum AMH with the disorders of male fertility. *Asian Journal of Andrology*. 2019; 21(2): 109–114. https://doi.org/10.4103/aja.aja_83_18
30. Darbandi M. et al. Reactive oxygen species and male reproductive hormones. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2018; 16: 87. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0406-2>
31. Hess R.A., Cooke P.S. Estrogen in the male: a historical perspective. *Biology of Reproduction*. 2018; 99(1): 27–44. <https://doi.org/10.1093/biolre/iroy043>
12. Schulze M., Nitsche-Melkus E., Jakop U., Jung M., Waberski D. New trends in production management in European pig AI centers. *Theriogenology*. 2019; 137: 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.042>
13. Waberski D., Riesenbeck A., Schulze M., Weitze K.F., Johnson L. Application of preserved boar semen for artificial insemination: Past, present and future challenges. *Theriogenology*. 2019; 137: 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.030>
14. Abilov A.I., Turbina V.V., Novgorodova I.P. The relationship between the semen quality and biochemical and hormonal state in bulls-producers. *Veterinarny vrach*. 2023; (5): 73–79 (in Russian). <https://elibrary.ru/hvwnzo>
15. Bahrani Z., Daeifarshabaf N., Amjadi F., Aflatoonian R. The effects of hormonal changes on sperm DNA integrity in oligoasthenoterato-spermia individuals: A case-control study. *International Journal of Reproductive BioMedicine*. 2023; 20(12): 999–1006. <https://doi.org/10.18502/ijrm.v20i12.12560>
16. Kumar N., Singh A.K. Trends of male factor infertility, an important cause of infertility: A review of literature. *Journal of Human Reproductive Sciences*. 2015; 8(4): 191–196.
17. McLachlan R.I. Approach to the Patient With Oligozoospermia. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013; 98(3): 873–880. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-3650>
18. Anderson R.A. et al. Anti-Müllerian hormone as a marker of ovarian reserve and premature ovarian insufficiency in children and women with cancer: a systematic review. *Human Reproduction Update*. 2022; 28(3): 417–434. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmac004>
19. Zhu C. et al. Influence of sperm DNA fragmentation on the clinical outcome of *in vitro* fertilization-embryo transfer (IVF-ET). *Frontiers in Endocrinology*. 2022; 13: 945242. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.945242>
20. Sakkas D., Mariethoz E., John J.C.S. Abnormal Sperm Parameters in Humans Are Indicative of an Abortive Apoptotic Mechanism Linked to the Fas-Mediated Pathway. *Experimental Cell Research*. 1999; 251(2): 350–355. <http://doi.org/10.1006/excr.1999.4586>
21. Lin M.-H. et al. Sperm chromatin structure assay parameters are not related to fertilization rates, embryo quality, and pregnancy rates in *in vitro* fertilization and intracytoplasmic sperm injection, but might be related to spontaneous abortion rates. *Fertility and Sterility*. 2008; 90(2): 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2007.06.018>
22. Zini A., Boman J.M., Belzile E., Ciampi A. Sperm DNA damage is associated with an increased risk of pregnancy loss after IVF and ICSI: systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction*. 2008; 23(12): 2663–2668. <https://doi.org/10.1093/humrep/den321>
23. Kennedy C., Ahlering P., Rodriguez H., Levy S., Sutovsky P. Sperm chromatin structure correlates with spontaneous abortion and multiple pregnancy rates in assisted reproduction. *Reproductive BioMedicine Online*. 2011; 22(3): 272–276. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2010.11.020>
24. Abilov A.I. et al. Metabolic profiles and sperm production in imported Holstein bull sires under different climatic and geochemical conditions of Russia and Kazakhstan. *Agricultural Biology*. 2021; 56(4): 730–751. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.4.730eng>
25. Rogozin D.S. Male fertility: a review of the publications from October — December 2020. *Urology herald*. 2021; 9(1): 105–112 (in Russian). <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2021-9-1-105-112>
26. Vince S., Žura Žaja I., Samardžija M., Majić Balić I., Vilić M., Đuričić D., Milinković-Tur S. Age-related differences of semen quality, seminal plasma, and spermatozoa antioxidant and oxidative stress variables in bulls during cold and warm periods of the year. *Animal*. 2018; 12(3): 559–568. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001811>
27. Oduwole O.O., Peltoketo H., Huhtaniemi I.T. Role of Follicle-Stimulating Hormone in Spermatogenesis. *Frontiers in Endocrinology*. 2018; 9: 763. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00763>
28. McLachlan R.I., Wreford N.G., Robertson D.M., de Kretser D.M. Hormonal control of spermatogenesis. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 1995; 6(3): 95–101. [https://doi.org/10.1016/1043-2760\(94\)00215-p](https://doi.org/10.1016/1043-2760(94)00215-p)
29. Xu H.-Y., Zhang H.-X., Xiao Z., Qiao J., Li R. Regulation of anti-Müllerian hormone (AMH) in males and the associations of serum AMH with the disorders of male fertility. *Asian Journal of Andrology*. 2019; 21(2): 109–114. https://doi.org/10.4103/aja.aja_83_18
30. Darbandi M. et al. Reactive oxygen species and male reproductive hormones. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2018; 16: 87. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0406-2>
31. Hess R.A., Cooke P.S. Estrogen in the male: a historical perspective. *Biology of Reproduction*. 2018; 99(1): 27–44. <https://doi.org/10.1093/biolre/iroy043>

ОБ АВТОРАХ

Байлар Садрадиннович Иолчиев¹

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
baylar1@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

Светлана Николаевна Ушакова¹

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
s7985588@mail.ru

Ирина Евгеньевна Приданова¹

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
irinapridanova@yandex.ru

Ольга Николаевна Луконина¹

кандидат сельскохозяйственных наук, врио директора
lukoninaon@mail.ru

Дмитрий Владимирович Машталер¹

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
mashtaler-1989@mail.ru

Татьяна Анатольевна Мороз¹

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
t_moroz_2013@mail.ru

Багит Серикович Сейдахметов²

кандидат биологических наук, главный технолог
mos-bulls@mail.ru

Нина Анатольевна Комбарова³

кандидат биологических наук, главный технолог
komnina@list.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, ул. им. Ленина, 13, пос. Лесные Поляны, Пушкино, Московская обл., 141212, Россия

² АО «Московское» по племенной работе», ул. Соединительная, 7, Ногинск, Московская обл., 142401, Россия

³ Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Центральная ул., 3, пос. Быково, Подольск, Московская обл., 142143, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Baylar Sadraddinovich Iolchiev¹

Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher
baylar1@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5386-7263>

Svetlana Nikolaevna Ushakova¹

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
s7985588@mail.ru

Irina Evgenievna Pridanova¹

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
irinapridanova@yandex.ru

Olga Nikolaevna Lukonina¹

Candidate of Agricultural Sciences, Acting Director
lukoninaon@mail.ru

Dmitry Vladimirovich Mashtaler¹

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
mashtaler-1989@mail.ru

Tatyana Anatolyevna Moroz¹

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
t_moroz_2013@mail.ru

Bagit Serikovich Seidakhmetov²

Candidate of Biological Sciences, Chief Technologist
mos-bulls@mail.ru

Nina Anatolyevna Kombarova³

Candidate of Biological Sciences, Chief Technologist
komnina@list.ru

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Animal Breeding, 13 Lenin Str., Lesnye Polyany, Pushkino, Moscow region, 141212, Russia

² JSC "Moscow for breeding work", 7 Soedinitelnaya Str., Noginsk, Moscow region, 142401, Russia

³ Head Center for the Reproduction of Farm Animals, 3 Centralnaya Str., Bykovo, Podolsk, Moscow region, 142143, Russia



Международная выставка
сельскохозяйственной техники,
материалов и оборудования
для животноводства и растениеводства

29–31 октября 2025

г. Екатеринбург,
МВЦ «Екатеринбург-Экспо»



Забронируйте стенд
www.agroprom-ural.ru

Организаторы



Международная
Выставочная
Компания



ЕКАТЕРИНБУРГ
ЭКСПО
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

