

УДК 636.2.082.454.5:612.017.1

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-404-03-65-74

А.И. Абилов ✉

Н.А. Комбарова

В.В. Турбина

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

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.10.2025

Одобрена после рецензирования: 15.02.2026

Принята к публикации: 28.02.2026

© Абилов А.И., Комбарова Н.А.,
Турбина В.В.

Повышение результативности искусственного осеменения у высокопродуктивных коров с иммунологическим бесплодием

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время в молочном скотоводстве все чаще диагностируют случаи бесплодия у высокопродуктивных коров. Ускоренная селекция требует комплексного анализа воспроизводства с целью повышения его эффективности.

Методы. Исследования проведены и результаты апробированы в хозяйствах Московской и Орловской областей. В исследованиях участвовали 52 быка-производителя и 246 коров, у 72 из которых был предварительно установлен диагноз «иммунное бесплодие».

Результаты. Разработан новый диагностический протокол, позволивший повысить результативность искусственного осеменения у высокопродуктивных генетически ценных коров, имевших в анамнезе более 6 безрезультатных попыток осеменения в течение 8 и более месяцев. Основу протокола составляет индивидуальный подбор быков-производителей методом титрования их нативной спермы в аллосыворотке крови каждой проблемной коровы. Для индивидуального подбора использовали быков, прошедших полную андрологическую диспансеризацию и не имевших титров спермальных аутоантител в собственной сыворотке крови. В разработку метода входила подготовка и проведение искусственного осеменения, определение стельности методом ультразвукового исследования.

Выводы. Представлено решение проблемы иммунологического бесплодия у многократно безуспешно осеменяемых коров при отсутствии клинических гинекологических патологий. Апробация данного протокола позволила получить стельность в 44,4% случаев у яловых коров с предварительным диагнозом иммунное бесплодие.

Ключевые слова: иммунологическое бесплодие, аутоантитела, аллоантитела, яловость, индивидуальный подбор быков-производителей, результативность осеменения

Для цитирования: Абилов А.И., Комбарова Н.А., Турбина В.В. Повышение результативности искусственного осеменения у высокопродуктивных коров с иммунологическим бесплодием. *Аграрная наука*. 2026; 404(03): 65–74.
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-404-03-65-74>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-404-03-65-74

Akhmedaga I. Abilov ✉

Nina A. Kombarova

Victoria V. Turbina

L.K. Ernst Federal Research Center for
Animal Husbandry, Podolsk, Moscow
region, Russia

✉ ahmed.abilov@mail.ru

Received by the editorial office: 10.10.2025

Accepted in revised: 15.02.2026

Accepted for publication: 28.02.2026

© Abilov A.I., Kombarova N.A., Turbina V.V.

Improving the efficiency of artificial insemination in high-yielding cows with immunological infertility

ABSTRACT

Relevance. Currently, in dairy farming, cases of infertility in highly productive cows are being diagnosed with increasing frequency. Accelerated selection requires a comprehensive analysis of reproduction in order to improve its efficiency.

Methods. The research was conducted and the results were tested on farms in the Moscow and Oryol regions. The studies involved 52 service bulls and 246 cows, 72 of which had been previously diagnosed with “immune infertility.”

Results. A new diagnostic protocol was developed, which improved the effectiveness of artificial insemination in highly productive, genetically valuable cows with a history of more than 6 unsuccessful insemination attempts over 8 or more months. The basis of the protocol is the individual selection of service bulls by titrating their native semen in the allosperm of each problem cow. For individual selection, we used bulls that had undergone a complete andrological examination and had no titers of sperm autoantibodies in their own blood serum. The development of the method included the preparation and execution of artificial insemination, and the determination of pregnancy via ultrasound examination.

Conclusions. A solution to the problem of immunological infertility in repeatedly unsuccessfully inseminated cows with no clinical gynecological pathologies is presented. Testing of this protocol resulted in pregnancy in 44.4% of cases in barren cows with a preliminary diagnosis of immune infertility.

Key words: immunological infertility, autoantibodies, alloantibodies, barrenness, individual selection of sires, insemination success

For citation: Abilov A.I., Kombarova N.A., Turbina V.V. Improving the efficiency of artificial insemination in high-yielding cows with immunological infertility. *Agrarian science*. 2026; 404(03): 65–74 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-404-03-65-74>

Введение/Introduction

Уровень воспроизводства в стаде является комплексным показателем, который определяется как плодовитостью маточного поголовья [1], так и оплодотворяющей способностью семени быков-производителей, а также эффективностью организации искусственного осеменения. Динамика воспроизводительных качеств коров в значительной степени зависит от длительности их хозяйственного использования [2–4].

В условиях современной промышленной технологии производства молока отмечается увеличение разрыва между генетическим потенциалом и физиологическими возможностями животных, что ведет к устойчивой тенденции снижения выхода телят на 100 коров [4].

Особую проблему в молочном скотоводстве представляет распространение бесплодия у высокопродуктивных коров, не сопровождающееся клинически выраженными патологиями репродуктивных органов.

Ряд исследователей связывают данное явление с такими факторами, как рост доли инбридинга в стадах [5], использование семени одних и тех же или генетически близких быков-производителей при повторных осеменениях. Каждое последующее безрезультативное осеменение является реиммунизацией и провоцирует у самок усиление иммунного ответа, выступающего триггером бесплодия иммунного характера [6].

Иммунологическое бесплодие сформировалось как самостоятельное научное направление в начале 70-х годов XX века (Братанов К., Соколовская И.И., Шульман С., Трунова и др.). Его патогенез связан с развитием гипериммунного ответа организма, характеризующегося секрецией специфических антиспермальных антител (АСАТ). Данные антитела способны блокировать ключевые репродуктивные процессы, включая оплодотворение и имплантацию эмбриона, АСАТ могут продуцироваться как в мужском, так и в женском организме и обнаруживаться в различных биологических средах: цервикальной и внутриматочной слизи, сыворотке крови, семенной плазме, а также в тканях семявыводящих протоков и других органах репродуктивной системы [7, 8].

В формировании иммунологического бесплодия играют важную роль эндогенные и экзогенные факторы, среди которых необходимо выделить нарушения целостности биологических барьеров между кровеносными сосудами и репродуктивными органами млекопитающих [9–15].

В этом контексте необходимо отметить, что у млекопитающих главный комплекс гистосовместимости (МНС) синтезирует белки на поверхности клеток и тканей, которые являются маркерами индивидуальности и уникальны для каждого организма, участвуют в реализации чужеродных антигенов и иммунного ответа.

Установлено, что совпадение по генам МНС (в частности, по гаплотипам HLA у человека;

аналогам у КРС — BoLA) между партнерами ассоциировано со снижением репродуктивной успешности. Показано, что с антигенами МНС I и II класса ассоциируется предрасположенность ко многим аутоиммунным и иммунопатологическим заболеваниям у крупного рогатого скота [16] и у человека [17].

Патогенетическую основу иммунологического бесплодия составляет нарушение баланса между различными звеньями адаптивного иммунного ответа. Известно, что специфическая защита реализуется по двум основным путям: клеточному и гуморальному. Гуморальное звено опосредовано активацией В-лимфоцитов, которые пролиферируют и дифференцируются в плазматические клетки. Последние секретируют специфические антитела (иммуноглобулины классов IgG, IgA, IgM) [18]. Клеточное звено иммунитета обеспечивается популяцией Т-лимфоцитов (хелперов, цитотоксических и регуляторных), которые обладают высокой антигенной специфичностью и осуществляют прямые цитотоксические эффекты, а также регулируют активность других иммунокомпетентных клеток [19].

Ключевая роль в нарушении толерантности и в реализации повреждающего эффекта может принадлежать как гуморальному компоненту (синтез антиспермальных антител), так и клеточному [8, 20].

По данным А.А. Камалова [21], ключевым патогенетическим звеном иммунологического бесплодия является секреция специфических АСАТ, преимущественно относящихся к классам иммуноглобулинов IgA и IgG. [22]

Антиспермальные антитела впервые были обнаружены в 1954 году у бесплодных мужчин иммунологами Филипом Рюмке (Нидерланды) и Лео Вильсоном (США) [23].

Сперматозоиды обладают выраженными ауто- и изоантигенными свойствами, что делает их потенциальной мишенью для иммунной системы самца и самки. Образовавшиеся в результате антиспермальные антитела могут нарушать фертильность посредством воздействия на различные этапы репродуктивного процесса. Имеются научные данные, которые показывают, что специально выполненная иммунизация самок и самцов разных видов способствовала возникновению иммунологического бесплодия [12, 24, 25].

В целях комплексного управления репродуктивным здоровьем стада и снижения рисков иммунологического бесплодия необходим постоянный системный мониторинг андрологического статуса быков-производителей [26–28]. Важное диагностическое значение в оценке их физиологического состояния имеют гематологические показатели, которые, с учетом возрастных особенностей, являются индикаторами адаптационного напряжения организма [29].

Существенную роль в модуляции аутоиммунных процессов и поддержании репродуктивного

здоровья играет баланс эссенциальных микроэлементов, в частности меди (Cu) и цинка (Zn). [29, 30]

Дефицит меди в организме оказывает негативное влияние на функционирование иммунной системы и способность подавлять проявления аутоиммунных реакций в организме животных. [31, 32].

Особое место в цепочке возникновения аутоиммунного бесплодия у млекопитающих занимает гемато-тестикулярный барьер (ГТБ) [9]. Считается, что он создает особую среду для прохождения мейоза и защищает гаплоидные клетки от иммунной системы [33]. Нарушение целостности ГТБ приводит к нарушению мейоза вплоть до стерильности [34].

Семенники млекопитающих также обладают особой средой, обеспечивают иммунную защиту и эффективный местный врожденный иммунитет [35].

Сперматозоиды при физиологически нормальном состоянии не подвергаются воздействию иммунной системы, однако при нарушении или повреждении ГТБ происходит воздействие антигенов половых клеток на иммунную систему, что и приводит к формированию антиспермальных аутоантител [12], которые влияют на функциональные качества, сперматозоидов [13, 23].

Слизь шейки матки, выполняя функцию физиологического фильтра для сперматозоидов, способствует отбору наиболее фертильных сперматозоидов из эякулята, действуя как иммунологический фильтр, предотвращающий прохождение сперматозоидов, покрытых антиспермальными антителами [8]. В цервикальной слизи были обнаружены антиспермальные антитела изотипов IgG и IgA, вызывающие иммобилизацию сперматозоидов, со снижением частоты оплодотворения коррелируют IgG [36].

Репродуктивный тракт самки является частью общей иммунной системы слизистых оболочек и способен вырабатывать эффективные иммунные реакции против инфекционных агентов, чужеродных антигенов и, в том числе, сперматозоидов [37]. Выявлено взаимное влияние как плодношения на клиническое течение аутоиммунных расстройств, так и аутоиммунности на развитие плодношения [38].

По данным Fair T. [39], стимуляция влагалищного оплодотворения способствует проникновению нейтрофилов в ткани шейки матки и самой матки. Нейтрофильные гранулоцитарные ферменты способствуют процессу удаления неподвижных или поврежденных сперматозоидов из общего пула клеток.

Основную роль в материнском организме по предотвращению аутоиммунности, эмбриональной смертности и аборт, а также обеспечению устойчивости связи «мать-плод» выполняют Т-клетки, которые вырабатываются в костном мозге и далее развиваются в тимусе. Регуляторные Т-клетки, или Treg, играют существенную роль в переносимости аллогенных тканей, связанных с

беременностью, и аутологичных яйцеклеток [40].

Исходя из вышеизложенного краткого обзора, становится понятен термин «иммунное бесплодие», его основные причины возникновения и возможные последствия у крупного рогатого скота. Бесплодие иммунного происхождения формируется при повышенном титре спермоантител, как в сыворотке крови, так и в различных участках половых путей самок. Титры спермоантител могут присутствовать в сыворотке крови и цервикальной слизи в пределах физиологической нормы (0–2) и в обратимом диапазоне 1:4 до 1:16. [10], но не должны превышать 1:32 [41]. Условно можно разделить иммунный статус репродуктивной системы коров по степени нарастания титров спермоантител и длительности их пребывания в цервикальной слизи. Первая категория коров, у которых их количество в цервикальной слизи не превышает 30%. Вторая категория самок сохраняет уровень АСАТ после осеменения в течение одного месяца. Последняя категория включает в себя животных, у которых титр спермоантител поддерживается в течение продолжительного периода [42], что способствует в дальнейшем формированию яловости.

В статье приведен обширный обзорный материал с целью дальнейшего развития данного направления в животноводстве.

Для своевременного выявления генетически ценных высокопродуктивных коров с высоким титром спермальных антител и для повышения эффективности искусственного осеменения возникла необходимость разработки нового протокола, позволяющего тестировать не только их иммунный репродуктивный статус, но и производить индивидуальный иммунный подбор быков-производителей к проблемным маткам.

Цель исследования — разработать новый протокол для повышения эффективности искусственного осеменения среди высокопродуктивных коров в течение длительного периода и отобранных для выбраковки из стада со вторичным идиопатическим бесплодием на основе реакции иммобилизации сперматозоидов в аллосыворотке крови.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Работа выполнена в Федеральном исследовательском центре животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста в период 2022–2024 гг.

Андрологическая диспансеризация быков-производителей проведена на базе Головного центра по воспроизводству сельскохозяйственных животных АО «ГЦВ» (Московская область, Россия). Апробация разработанного протокола осуществлена в хозяйствах, в том числе личных подсобных (ЛПХ) Московской и Орловской областей.

В работе использованы: 52 быка-производителя голштинской породы в активном репродуктивном возрасте (3–5 лет), принадлежащих АО «ГЦВ» (Московская область) отобранные по критериям

нормального физиологического, биохимического и гормонального статуса, 246 высокопродуктивных коров, яловых в течение длительного периода, из них 242 голштинской, 2 айрширской и 2 джерсейской породы в возрасте 3 лактации и выше с продуктивностью 8000 кг и выше за лактацию, принадлежащих хозяйствам, в том числе ЛПХ Московской и Орловской областей.

Критериями включения быков-производителей в исследование служили: возраст от 3 до 5 лет, клиническое здоровье, соответствие физиологических и биохимических показателей крови референсным значениям для данной возрастной группы, а также отсутствие аутоиммунного ответа к собственным сперматозоидам (титр аутоантител в РИМЖ не выше 2).

Критериями исключения быков из дальнейшего индивидуального подбора являлись: наличие хронических системных заболеваний, воспалительных процессов репродуктивного тракта, отклонений в качестве спермопродукции (подвижность, концентрация, морфология), а также выявление титра аутоантител к собственным сперматозоидам в реакции РИМЖ на уровне 4 и выше.

Работа выполнена в соответствии с разработанным пятиэтапным протоколом:

I этап — андрологический мониторинг включал оценку иммунного профиля быков с помощью реакции иммобилизации сперматозоидов (РИМЖ)¹ в аутосыворотке крови для выявления аутоиммунного ответа к собственным сперматозоидам. Для постановки реакции использовалась нативная сперма с активностью не менее 8 баллов разбавленная до 300 млн/мл с помощью 1%-го раствора хлорида натрия, инактивированная сыворотка крови исследуемых быков (при температуре +56 °С в течение 2-х часов).

В качестве комплемента использовали сыворотку крови морской свинки, разведенной стерильным физиологическим раствором в соотношении 1:9.

Постановку реакции осуществляли на титровальных пластинах (225 × 120) ± 1 × (14 ± 0,5) мм. с 72 круглодонными лунками. В первую лунку каждого ряда вносили по 0,1 мл NaCl 1% (контроль) со второго по 6 ряд по вертикали, вместо NaCl 1% вносили по 0,1 мл испытуемой инактивированной сыворотки крови быка-производителя, разбавленной в 2, 4, 8, 16 и 32 раза (опыт) соответственно. Затем во все лунки последовательно добавляли по 0,1 мл нативной спермы с активностью не менее 8 баллов, разбавленной до 300 млн/мл с помощью 1% — NaCl, 0,1 мл комплемента сыворотки крови морской свинки в разведении 1:9, затем размещали в термостатируемой водяной бане при температуре + 37 °С, читку реакции проводили через 2 часа. Проявлением аутоиммунности считали иммобилизацию сперматозоидов в

опытных лунках. При проявлении иммобилизации в контроле опыт повторяли.

Быки с титром аутоантител > 4 исключались из числа подбираемых производителей к проблемным коровам.

II этап — гинекологический мониторинг. В исследование были включены 246 высокопродуктивных яловых коров с продуктивностью свыше 8000 кг молока за 305 дней лактации, отобранных специалистами хозяйств для выбраковки по воспроизводству, длительность ялового периода по хозяйству 1 (Московская обл.) составила 390 суток (360–440), по хозяйству 2 (Орловская обл.) — 452 суток (411–485) с кратностью осеменений 7,3 и 9,5 соответственно и поставленных на заключительный откорм. Критерием включения являлось наличие в анамнезе множественных (6 и более) безрезультатных осеменений при отсутствии клинически выявляемых репродуктивных патологий. Для верификации этого состояния всем животным провели УЗИ-диагностику органов репродуктивного тракта с ректальным датчиком 7,5 МГц Honda HS-1600V (Япония) совместно со специалистами по воспроизводству АО «ГЦВ».

Коровам с признаками эндометрита (включая субклинические формы) или иными воспалительными/гормональными нарушениями ветеринарными специалистами хозяйств было назначено лечение, и они были исключены из дальнейшего исследования.

Таким образом, была сформирована группа коров (n=72) с идиопатическим (предположительно иммунологическим) бесплодием. Учитывая, что эти коровы находились на откорме после выбраковки по воспроизводству специалистами хозяйства, не было возможности сформировать контрольную группу. Так как были созданы константные условия, в качестве контроля послужили данные по осеменению доопытного периода по этой же группе животных. В качестве контроля были взяты результаты предыдущих осеменений по этой же группе животных.

III этап — иммунологический мониторинг. Проводили у коров с использованием модифицированной РИМЖ¹. Модификация заключалась в использовании инактивированной сыворотки крови исследуемых проблемных коров вместо инактивированной аутосыворотки крови быков-производителей, инкубированной со спермой подобранных быков, для определения циркулирующих аллоантител к спермальным антигенам. Уровень антител оценивали по титру иммобилизации. Для дальнейшего осеменения каждой корове подбирали быков, не имеющих аутоантител против собственных сперматозоидов, также в отношении спермы которых титр аллоантител у данной коровы был минимален (0–2).

¹ Абилов А.И. (ред.). Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота. СПб.: Проспект науки. 2019; 302. ISBN 978-5-906109-91-0

IV этап — проведение искусственного осеменения. Охоту у коров выявляли спонтанно, с помощью визуальных наблюдений. При выявлении половой охоты на основе «рефлекса неподвижности» у коров проводили двукратное осеменение ректоцервикальным способом с интервалом 8–10 часов спермой индивидуально подобранного быка-производителя.

V этап — диагностика стельности. Стельность устанавливали с помощью УЗИ-диагностики на 35-й день после осеменения и подтверждали методом ректальной пальпации на 60-й день. Полученные данные были обработаны с использованием t-критерий Стьюдента, χ^2 , критерий Манна–Уитни), уровень значимости ($p < 0,05$), стандартных офисных программ Statistica, SPSS и Microsoft Office (США).

Исследование проводили в соответствии с принципами гуманного обращения с сельскохозяйственными животными в соответствии с Федеральным законом от 27.12.2018 №498-ФЗ «Об ответственном обращении с животными»².

Все манипуляции выполнялись квалифицированным персоналом в рамках стандартных ветеринарно-зоотехнических процедур.

Дизайн исследования не предусматривал формирование отдельной контрольной группы из числа яловых коров, поскольку все животные с длительным периодом бесплодия ($n=72$) на момент начала эксперимента были отобраны специалистами хозяйств для выбраковки и поставлены на откорм, что исключало возможность их дальнейшего производственного использования без вмешательства. В связи с этим в качестве контроля для оценки эффективности предложенного протокола использовали ретроспективные данные по результативности предшествующих многократных (6 и более) осеменений этих же коров (исторический контроль).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

На первом этапе была проведена комплексная андрологическая диспансеризация 52 быков-производителей, направленная на оценку их репродуктивного и общего физиологического статуса. Далее был проведен мониторинг состояния иммунного ответа в реакции РИМЖ по наличию/отсутствию в сыворотке крови спермальных аутоантител. Результаты специфического иммунного ответа у быков-производителей против собственных сперматозоидов представлены на схеме проведения анализа 1 и в таблице 1

По результатам реакции иммобилизации сперматозоидов (РИМЖ) в аутологичной сыворотке все 52 исследованных быка-производителя были распределены на три группы в зависимости от выявленного титра аутоантител (Табл. 1).

Рис. 1. Пример прочтения реакции РИМЖ

Fig. 1. Example of reading the reaction (RIMZh — sperm immobilization reaction)

Примечание: К — контроль Титры 2–32, Быки Хайп — (титр 2); Бык Самшит (титр 0); Бык Абель — (титр 8); Бык Халк — (титр 32); К — control Titrers 2–32; Bulls Hype — (title 2); Bull Boxwood (title 0); Bull Abel — (title 8); Bull Hulk — (title 32)

	Хайп	Самшит	Абель	Халк
К				
1:2				
1:4				
1:8				
1:16				
1:32				

Таблица 1. Иммунобиологический мониторинг быков-производителей АО «ГЦВ» ($n = 52$, 2022–2023 г.)

Table 1. Immunobiological monitoring of breeding bulls of JSC GCV ($n = 52$, 2022–2023)

Титры аутоантител	0–2	4–8	16–32
Голов, n	32	11	9
Всего, %	61,5 ± 4,77	21,1 ± 4,00	17,3 ± 3,71

Полученные данные свидетельствуют о том, что аутоиммунный ответ против собственных спермальных антигенов в опыте составил 38,5% исследованных быков-производителей, 17,3% высоких титров (16–32) указывают на возможно потенциально серьезное влияние на репродуктивные качества спермы. Быки-производители с титрами аутоантител 4–8 и более были исключены из опыта.

В дальнейшем для подбора быков к маточному поголовью использовали только 32 производителя, не имеющих аутоантител к собственным сперматозоидам. Этот выбор был основан на предыдущих исследованиях одним из авторов, где было показано снижение оплодотворяющей способности семени при высоких титрах аутоантител на 10–15% [12, 42].

Примененный критерий был направлен на минимизацию риска использования спермы с потенциально сниженной фертильностью. Формирование пула иммунологически проверенных быков-производителей обеспечил основу для последующего индивидуального подбора, исключая влияние аутоиммунного фактора со стороны

² Федеральным законом от 27.12.2018 №498-ФЗ «Об ответственном обращении с животными». <https://docs.cntd.ru/document/552045936>

Таблица 2. Контрольные показатели искусственного осеменения условно бесплодных коров в доопытный период

Table 2. Control indicators of artificial insemination of conditionally infertile cows in the pre-test period

Регион	Осеменено коров, п	Кратность осеменения, п	Период яловости, мес.	Число стельных, п
Московская область	35	> 6	> 8	0
Орловская область	27	> 6	> 8	0
Личное подсобное хозяйство (МО)*	10	> 6	> 8	0
Всего	72	> 6	> 8	0
По хозяйствам (без ЛПХ)	62	> 6	> 8	0

Примечание: * — Московская область

производителя и позволяя сфокусироваться на выявлении аллоиммунного ответа у коров (табл. 2).

Эти данные служили контролем. Выделять отдельную контрольную группу не имело смысла, так как эти животные были выделены в группу откорма ввиду многократных безрезультативных осеменений.

На завершающем этапе отобранным коровам с идиопатическим бесплодием взяли кровь для получения сыворотки. Затем методом модифицированной реакции иммобилизации сперматозоидов (РИМЖ) провели скрининг на наличие аллоантител к сперме быков-производителей (n = 32, без

аутоантител), подходящих по генеалогии, согласованных со специалистами хозяйства. Для каждой коровы индивидуально подбирали одного или нескольких быков, в отношении спермы которых титр специфических аллоантител не обнаруживался (0) или был физиологически допустимым (≤ 2). Подготовку животных к осеменению проводили по специально разработанной схеме. Осеменение осуществляли ректоцервикальным способом двукратно в одну охоту с интервалом 8–10 часов.

Результаты представлены на рисунке 2 и в таблице 3.

Всего в исследовании приняли участие 246 высокопродуктивных коров, отобранных для выбраковки из-за длительного периода яловости. Из них у 72 (29,3%) был предварительно диагностирован иммунологический компонент бесплодия на основе анамнеза и исключения иных причин. После применения протокола, включающего индивидуальный иммунологический подбор быка, стельность на 35-е сутки, подтвержденная УЗИ-диагностикой, была установлена у 32 коров, что составило 44,4% (32/72). Данный результат был верифицирован методом ректальной пальпации на 60-е сутки. Таким образом, разработанный метод позволил восстановить репродуктивную функцию и вернуть в производственное стадо 44,4% животных, изначально считавшихся бесперспективными.

Рис. 2. Примерные образцы подбора быков-производителей для исследуемой коровы с многократными безрезультативными осеменениями (иммунологическое бесплодие)

Fig. 2. Approximate examples of selection of breeding bulls for the studied cow with multiple unsuccessful inseminations (immunological infertility)

Кличка быка	корова Вольная							
	Амадеус	Бенедикт	Одер	Полис	Матисас	Форсаж	Каспер	Фигаро
К								
2								
4								
8								
16								
32								

Интерпретация рисунка: Бык Амадеус — титр 4 (иммобилизация сперматозоидов в лунках 2 и 3). Бык Бенедикт — титр 32 (иммобилизация сперматозоидов во всех лунках, кроме контрольной). Бык Одер — титр 0 (иммобилизация сперматозоидов отсутствует).

Figure interpretation: Amadeus bull — titer 4 (sperm immobilization in wells 2 and 3). Benedict bull — titer 32 (sperm immobilization in all wells except the control). Oder bull — titer 0 (no sperm immobilization).

Таблица 3. Результативность искусственного осеменения условно бесплодных коров с применением нового протокола

Регион	Подобрано быков	Осеменено коров	Стали стельными		Яловые	Эндометрит*
			п	%		
Московская область	2	35	12	34,30 ± 5,67	20	3
Орловская область	1	27	14	51,90 ± 6,80	7	6
Личное подсобное хозяйство (МО)	5	10	6	60,00 ± 10,95	4	0
В среднем	8	72	32	44,40 ± 4,14	31	9
По хозяйствам (без ЛПХ)	3	62	26	41,90 ± 4,43	27	9

Примечание: * — у 9 коров после осеменения диагностирован скрытый эндометрит (подтвержден УЗИ), они не учитывались как стельные.

Учитывая, что все животные до исследования были отобраны для выбраковки и поставлены на откорм, данный результат следует рассматривать как значимое достижение, открывающее путь к сохранению ценного генетического материала в стаде. Экономическая целесообразность метода обусловлена в первую очередь прямой экономией. Возврат высокопродуктивной коровы в стадо исключает затраты на ее замену (покупка и выращивание ремонтного молодняка) и покрывает упущенную выгоду от неполученной продукции. Одновременно снижает риск заноса инфекционных заболеваний при покупке ремонтного молодняка.

Акцент данной работы сфокусирован на общеприкладной возможности использования выбракованных коров с диагнозом «иммунологическое бесплодие» для возвращения в стадо.

Реализация протокола возможна в рамках существующих селекционных программ без прямых дополнительных затрат для хозяйства, что критически важно для его практического внедрения. Индивидуальный подбор быков может проводиться за счет племпредприятия, заинтересованного в высокой результативности осеменения своей спермопродукцией.

Таким образом, метод позволяет целенаправленно снижать процент выбраковки по воспроизводству, повышая общую экономическую эффективность молочного скотоводства за счет более полного использования генетического потенциала маточного поголовья.

Полученная в исследовании эффективность протокола (44,4% стельности у коров с подтвержденным иммунологическим бесплодием) сопоставима с результатами, описанными в более ранних работах по применению иммунологических методов в воспроизводстве крупного рогатого скота. Так, в исследованиях Соколовской И.И. (1994) и Петрова А.М. *с соавт.* (2011) указывалось, что преодоление высоких титров антиспермальных антител возможно лишь при индивидуальном подходе, однако конкретные показатели результативности осеменения у длительно яловых коров варьировались в пределах 30–40% [10, 41]. Более поздние зарубежные обзоры (Gupta V.K. *et al.*, 2023) также подчеркивают сложность терапии иммунных форм бесплодия и отсутствие универсальных протоколов лечения, что делает разработанный учеными метод востребованным [6]. Достижение стельности в 44,4% случаев в группе животных, обреченных на выбраковку, позволяет предположить, что ключевым фактором успеха является именно элиминация иммунного конфликта на этапе подбора производителя. Вероятным механизмом положительного эффекта служит снижение гуморального иммунного ответа в репродуктивном тракте самки: использование спермы быков, не вызывающей реакции иммобилизации в аллосыворотке крови коровы, минимизирует воздействие антиспермальных антител классов IgA и IgG на сперматозоиды, обеспечивая их продвижение и оплодотворяющую

способность [8, 22]. Кроме того, нельзя исключать роль антигенного сходства или различия по системе BoLA (главного комплекса гистосовместимости крупного рогатого скота): подбор быков, иммунологически «совместимых» с конкретной коровой, вероятно, способствует снижению риска отторжения эмбриона на ранних стадиях развития [5, 16]. При интерпретации полученных данных необходимо учитывать ограничения настоящего исследования. Отсутствие параллельной контрольной группы (использован исторический контроль) обусловлено производственными условиями — все животные на момент начала работы были выбракованы и поставлены на откорм. Также размер выборки в отдельных категориях (например, в личных подсобных хозяйствах, $n=10$) недостаточен для статистически значимых выводов по региональным особенностям. Тем не менее, общий положительный результат на основной группе ($n=72$) позволяет рекомендовать разработанный протокол для практического применения в отношении генетически ценных коров.

Выводы/Conclusions

Впервые разработан и апробирован в производственных условиях комплексный пятиэтапный протокол управления воспроизводством, включающий андрологический и гинекологический мониторинг, выявление ауто- и аллоантител у быков и коров с помощью модифицированной реакции иммобилизации сперматозоидов (РИМЖ), а также индивидуальный иммунологический подбор производителей.

Эффективность разработанного протокола подтверждена наступлением стельности у 44,4% (32 из 72) высокопродуктивных коров с предварительным диагнозом «иммунное бесплодие», имевших в анамнезе 6 и более безрезультатных осеменений в течение 8–15 месяцев и отобранных для выбраковки. При этом в контрольном доопытном периоде у всех этих животных, несмотря на многократные попытки осеменения, стельность отсутствовала.

Апробация метода в различных регионах показала его воспроизводимость и стабильную эффективность: результативность осеменения в хозяйствах Московской области составила 34,3%, Орловской области — 51,9%, в личном подсобном хозяйстве — 60,0%.

Помимо воспроизводственного эффекта, предложенный подход обладает высокой экономической значимостью, так как позволяет вернуть в основное стадо ценных животных, избежав затрат на их замену и снизив риски, связанные с заносом инфекций при вводе ремонтного молодняка.

Для практического внедрения рекомендован следующий алгоритм: применение протокола к генетически ценным коровам с 5 и более безрезультатными осеменениями; проведение полной гинекологической диспансеризации для исключения иных патологий; забор крови и индивидуальный подбор быка, сперма которого не вызывает иммунного ответа в модифицированной РИМЖ.

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.

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.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Научная статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию научно-исследовательских работ № FGGN-2024-0013 ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. ак.Л.К. Эрнста.

FUNDING

The scientific article was prepared as part of the research carried out under the state assignment for scientific research work No. FGGN-2024-0013 of the Federal State Budgetary Scientific Institution, L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устименко А.В., Абилов А.И., Козменков П.Л. Послеотельные отклонения у коров и первотелок и способы их коррекции. *Аграрная наука*. 2025; (10): 45–57. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-45-57>
2. Решетникова Н., Ескин Г., Комбарова Н., Порошина Е., Шавырин И. Современное состояние и стратегия воспроизводства стада при повышении молочной продуктивности крупного рогатого скота. *Молочное и мясное скотоводство*. 2012; (4): 2–6. EDN OZJADN
3. Харлап С.Ю., Ребезов М.Б., Гриценко С.А., Сафронов С.Л., Бобылева И.В., Журавель В.В. Динамика воспроизводительных качеств коров в зависимости от длительности использования. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 93–97. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>
4. Халиуллин Н.А., Вафин И.А., Моторин О.А., Вокуева Н.Е. Динамика поголовья крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях Республики Татарстан. *Управление рисками в АПК*. 2023; (4): 53–63. EDN IFWCIS
5. Lazzari G., Colleoni S., Duchi R., Galli A., Houghton F.D., Galli C. Embryonic genotype and inbreeding affect preimplantation development in cattle. *Reproduction*. 2011; 141(5): 625–632. <https://doi.org/10.1530/REP-10-0282>
6. Gupta V.K. *et al.* Bovine reproductive immunoinfertility: pathogenesis and immunotherapy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10: 1248604. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1248604>
7. Vickram A.S. *et al.* Role of Antisperm Antibodies in Infertility, Pregnancy, and Potential for Contraceptive and Antifertility Vaccine Designs: Research Progress and Pioneering Vision. *Vaccines*. 2019; 7(3): 116. <https://doi.org/10.3390/vaccines7030116>
8. Соколовская И.И., Милованов В.К. Иммунология воспроизведения животных. М.: Колос. 1981; 264.
9. Соколовская И.И. Гемато-генитальные барьеры и воспроизведение. *Иммунология репродукции. Труды Третьего Международного симпозиума*. София: БАН. 1978; 64–83.
10. Соколовская И.И. Иммунная система регулятор воспроизведения. *Зоотехния*. 1994; (1): 24–26.
11. Vlasova A.N., Saif L.J. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 643206. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.643206>
12. Чернышов В.П. Иммуноандрология. Киев: Здоров'я. 1983; 192.
13. Комбарова Н.А., Абилов А.И. Диспансеризация быков-производителей по состоянию иммунной системы и биохимии крови. *Молочное и мясное скотоводство*. 2009; (3): 30–32. EDN KWQZZZ
14. Соколовская И.И., Абилов А.И., Кочетков А.А., Ойвадис Р.Н. Выявление спонтанной аутоиммуности быков в клеточных реакциях. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1988; (12): 24–27.
15. Комбарова Н.А., Абилов А.И., Ескин Г.В., Мониторинг быков производителей на наличие спермальных аутоантител. *Международный вестник ветеринарии*. 2008; (3): 49. EDN TKTWUJ
16. Behl J.D., Verma N.K., Tyagi N., Mishra P., Behl R., Joshi B.K. The Major Histocompatibility Complex in Bovines: A Review. *ISRN Veterinary Science*. 2012; 2012: 872710. <https://doi.org/10.5402/2012/872710>
17. Matzaraki V., Kumar V., Wijmenga C., Zhernakova A. The MHC locus and genetic susceptibility to autoimmune and infectious diseases. *Genome Biology*. 2017; 18: 76. <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1207-1>
18. Лушова А.А., Жеремян Э.А., Астахова Е.А., Спиридонова А.Б., Бязрова М.Г., Филатов А.В. Субпопуляции В-лимфоцитов: функции и молекулярные маркеры. *Иммунология*. 2019; 40(6): 63–75. EDN OWNPNF
19. Каббани М.С., Сергеева Т.Б., Щеголева Л.С. Клеточно-опосредованная цитотоксичность (фенотипы CD8 и CD16) в иммунном ответе (обзор). *Новые исследования*. 2021; (2): 36–43. EDN AHCHIX

REFERENCES

1. Ustimenko A.V., Abilov A.I., Kozmenkov P.L. Postpartum deviations in cows and first-calf heifers and methods for their correction. *Agrarian science*. 2025; (10): 45–57 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-399-10-45-57>
2. Reshetnikova N., Eskin G., Kombarova N., Poroshina E., Shavyrin I. Baseline conditions and herd reproduction strategy with the increase of cattle lactation performance. *Dairy and beef cattle farming*. 2012; (4): 2–6 (in Russian). EDN OZJADN
3. Kharlap S.Yu., Rebezov M.B., Gritsenko S.A., Safronov S.L., Bobyleva I.V., Zhuravel V.V. Dynamics of reproductive qualities of cows depending on the productive longevity. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 93–97 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-93-97>
4. Khaliullin N.A., Vafin I.A., Motorin O.A., Vokueva N.E. Dynamics of cattle numbers in agricultural enterprises of the Republic of Tatarstan. *Upravleniye riskami v APK*. 2023; (4): 53–63 (in Russian). EDN IFWCIS
5. Lazzari G., Colleoni S., Duchi R., Galli A., Houghton F.D., Galli C. Embryonic genotype and inbreeding affect preimplantation development in cattle. *Reproduction*. 2011; 141(5): 625–632. <https://doi.org/10.1530/REP-10-0282>
6. Gupta V.K. *et al.* Bovine reproductive immunoinfertility: pathogenesis and immunotherapy. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10: 1248604. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1248604>
7. Vickram A.S. *et al.* Role of Antisperm Antibodies in Infertility, Pregnancy, and Potential for Contraceptive and Antifertility Vaccine Designs: Research Progress and Pioneering Vision. *Vaccines*. 2019; 7(3): 116. <https://doi.org/10.3390/vaccines7030116>
8. Sokolovskaya I.I., Milovanov V.K. Immunology of animal reproduction. Moscow: Kolos. 1981; 264 (in Russian).
9. Sokolovskaya I.I. Hematogenital barriers and reproduction. *Immunology of reproduction. Works of 3rd International Symposium*. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences. 1978; 64–83 (in Russian).
10. Sokolovskaya I.I. The immune system regulator of reproduction. *Zootechniya*. 1994; (1): 24–26 (in Russian).
11. Vlasova A.N., Saif L.J. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Frontiers in Immunology*. 2021; 12: 643206. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.643206>
12. Chernyshov V.P. Immunology. Kyiv: Zdorov'ya. 1983. 192 (in Russian).
13. Kombarova N.A., Abilov A.I. Clinical examination of breeding bulls for the state of the immune system and blood biochemistry. *Dairy and beef cattle farming*. 2009; (3): 30–32 (in Russian). EDN KWQZZZ
14. Sokolovskaya I.I., Abilov A.I., Kochetkov A.A., Oyvadis R.N. Detection of spontaneous autoimmunity in bulls in cellular reactions. *Doklady VASKhNIL*. 1988; (12): 24–27 (in Russian).
15. Kombarova N.A., Abilov A.I., Eskin G.V. Monitoring of breeding bulls for the presence of sperm autoantibodies. *International bulletin of Veterinary Medicine*. 2008; (3): 49 (in Russian). EDN TKTWUJ
16. Behl J.D., Verma N.K., Tyagi N., Mishra P., Behl R., Joshi B.K. The Major Histocompatibility Complex in Bovines: A Review. *ISRN Veterinary Science*. 2012; 2012: 872710. <https://doi.org/10.5402/2012/872710>
17. Matzaraki V., Kumar V., Wijmenga C., Zhernakova A. The MHC locus and genetic susceptibility to autoimmune and infectious diseases. *Genome Biology*. 2017; 18: 76. <https://doi.org/10.1186/s13059-017-1207-1>
18. Lushova A.A., Zheremyan E.A., Astakhova E.A., Spiridonova A.B., Byazrova M.G., Filatov A.V. B-lymphocyte subsets: functions and molecular markers. *Immunologiya*. 2019; 40(6): 63–75 (in Russian). EDN OWNPNF
19. Kabbani M.S., Sergeeva T.B., Shchegoleva L.S. Cell-mediated cytotoxicity (phenotypes of CD8 and CD16) in immune response (review). *Novye issledovaniya*. 2021; (2): 36–43 (in Russian). EDN AHCHIX

20. Hunter A.G. Immunology and fertility in the bovine. *Journal of Dairy Science Dairy Science*. 1989; 72(12): 3353–3362. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79498-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79498-4)
21. Камалов А.А., Охоботов Д.А. Изменения уровня иммуноглобулинов (антиспермальных антител классов А и G) у пациентов с инфертильностью на фоне терапии просперматогеенным биостимулятором. *Медицинский Совет*. 2017; (13): 144–149. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-13-144-149>
22. Heidl G. Characterization of fertility related antisperm antibodies — a step towards causal treatment of immunological infertility and immuno-contraception. *Asian Journal of Andrology*. 2010; 12(6): 793–794. <https://doi.org/10.1038/aja.2010.112>
23. Gupta S. *et al.* Antisperm Antibody Testing: A Comprehensive Review of Its Role in the Management of Immunological Male Infertility and Results of a Global Survey of Clinical Practices. *The World Journal of Men's Health*. 2022; 40(3): 380–398. <https://doi.org/10.5534/wjmh.210164>
24. Naz R.K. Antisperm Contraceptive Vaccines: Where We Are and Where We Are Going?. *American Journal of Reproductive Immunology*. 2011; 66(1): 5–12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2011.01000.x>
25. Божедомов В.А. и др. Этиопатогенез аутоиммунных реакций против сперматозоидов. *Андрология и генитальная хирургия*. 2012; 13(4): 45–53. EDN PNMJAZ
26. Абилов А.И., Новгородова И.П., Билас Я.А. Мониторинг биохимического статуса быков-производителей. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 80–85. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85>
27. Абилов А.И., Зарипов Ф.Ш., Дуниев М.И., Пыжова Е.А. Содержание эндогенных гормонов в сыворотке крови у быков-производителей молочных пород в условиях Республики Татарстан. *Аграрная наука*. 2020; (7–8): 44–48. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-44-48>
28. Абилов А.И., Новгородова И.П., Никанова Д.А., Комбаров Н.А., Корнеев Ю.А. Неспецифическая резистентность быков-производителей в зависимости от пород, внутрипородных возрастных отличий и уровня общего белка. *Аграрная наука*. 2024; (7): 55–61. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-55-61>
29. Абилов А.И., Амерханов Х.А., Ескин Г.В., Жаворонкова Н.В. Взаимосвязь сперматогенеза быков-производителей современной селекции с гематологическими показателями. *Зоотехния*. 2014; (10): 26–28. EDN STXXGZ
30. Prasad A.S. Zinc is an Antioxidant and Anti-Inflammatory Agent: Its Role in Human Health. *Frontiers in Nutrition*. 2014; (1): 14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00014>
31. Suttle N.F. Copper deficiency in ruminants; recent developments. *The Veterinary record*. 1986; 119(21): 519–522. <https://doi.org/10.1136/vr.119.21.519>
32. González-Maldonado J., Rangel-Santos R., Rodríguez-de Lara R., García-Peña O. Effect of injectable trace mineral complex supplementation on development of ovarian structures and serum copper and zinc concentrations in over-conditioned Holstein cows. *Animal Reproduction Science*. 2017; 181: 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.03.015>
33. Yan Cheng C., Murk D.D. The blood-testis barrier and its implications for male contraception. *Pharmacological Reviews*. 2012; 64(1): 16–64. <https://doi.org/10.1124/pr.110.002790>
34. Jiang X.-H. *et al.* Blood-testis barrier and spermatogenesis: lessons from genetically-modified mice. *Asian Journal of Andrology*. 2014; 16(4): 572–580. <https://doi.org/10.4103/1008-682X.125401>
35. Güney Saruhan B., Sağsöz H., Akbalık E., Ketani M.A., Erdoğan S. Distribution of CD68-, CD8-, MHC-I and MHC-II-positive cells in the bull and ram testis and epididymis. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2018; 47(4): 313–321. <https://doi.org/10.1111/ah.12354>
36. Chiu W.W.-C., Chamley L.W. Clinical associations and mechanisms of action of antisperm antibodies. *Fertility and Sterility*. 2004; 82(3): 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2003.09.084>
37. Naz R.K., Menge A.C. Antisperm antibodies: origin, regulation, and sperm reactivity in human infertility. *Fertility and Sterility*. 1994; 61(6): 1001–1013. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)56747-8](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)56747-8)
38. Tabarkiewicz J., Selvan S.R., Cools N. Autoimmunity in Reproductive Health and Pregnancy. *Journal of Immunology Research*. 2018; 2018: 9501865. <https://doi.org/10.1155/2018/9501865>
39. Fair T. The Contribution of the Maternal Immune System to the Establishment of Pregnancy in Cattle. *Frontiers in Immunology*. 2015; 6: 7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00007>
20. Hunter A.G. Immunology and fertility in the bovine. *Journal of Dairy Science Dairy Science*. 1989; 72(12): 3353–3362. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79498-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79498-4)
21. Kamalov A.A., Okhobytov D.A. Changes in immunoglobulins level (antisperm antibodies of A and G classes) in patients with infertility associated with the therapy by prospematogenic biostimulators. *Medical Council*. 2017; (13): 144–149 (in Russian). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-13-144-149>
22. Heidl G. Characterization of fertility related antisperm antibodies — a step towards causal treatment of immunological infertility and immuno-contraception. *Asian Journal of Andrology*. 2010; 12(6): 793–794. <https://doi.org/10.1038/aja.2010.112>
23. Gupta S. *et al.* Antisperm Antibody Testing: A Comprehensive Review of Its Role in the Management of Immunological Male Infertility and Results of a Global Survey of Clinical Practices. *The World Journal of Men's Health*. 2022; 40(3): 380–398. <https://doi.org/10.5534/wjmh.210164>
24. Naz R.K. Antisperm Contraceptive Vaccines: Where We Are and Where We Are Going?. *American Journal of Reproductive Immunology*. 2011; 66(1): 5–12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2011.01000.x>
25. Bozhedomov V.A. *et al.* Etiopathogenesis of autoimmune responses against sperm. *Andrology and genital surgery*. 2012; 13(4): 45–53 (in Russian). EDN PNMJAZ
26. Abilov A.I., Novgorodova I.P., Bilas Ya.A. Monitoring of the biochemical status of breeding bulls. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 80–85 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-80-85>
27. Abilov A.I., Zaripov F.R., Dunin M.I., Pyzhova E.A. Content of endogenous hormones in the blood serum of milking breeds bulls-producers in the conditions of Tatarstan region. *Agrarian science*. 2020; (7–8): 44–48 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-44-48>
28. Abilov A.I., Novgorodova I.P., Nikanova D.A., Kombarova N.A., Korneenko-Zhilyaev Yu.A. Nonspecific resistance of breeding bulls depending on breeds, intrabreed age differences and total protein level. *Agrarian science*. 2024; (7): 55–61 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-384-7-55-61>
29. Abilov A.I., Amerkhanov Kh.A., Yeskin G.V., Zhavoronkova N.V. Sperm production of modern selection sires and hematologic characteristics. *Zootekhnika*. 2014; (10): 26–28 (in Russian). EDN STXXGZ
30. Prasad A.S. Zinc is an Antioxidant and Anti-Inflammatory Agent: Its Role in Human Health. *Frontiers in Nutrition*. 2014; (1): 14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00014>
31. Suttle N.F. Copper deficiency in ruminants; recent developments. *The Veterinary record*. 1986; 119(21): 519–522. <https://doi.org/10.1136/vr.119.21.519>
32. González-Maldonado J., Rangel-Santos R., Rodríguez-de Lara R., García-Peña O. Effect of injectable trace mineral complex supplementation on development of ovarian structures and serum copper and zinc concentrations in over-conditioned Holstein cows. *Animal Reproduction Science*. 2017; 181: 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.03.015>
33. Yan Cheng C., Murk D.D. The blood-testis barrier and its implications for male contraception. *Pharmacological Reviews*. 2012; 64(1): 16–64. <https://doi.org/10.1124/pr.110.002790>
34. Jiang X.-H. *et al.* Blood-testis barrier and spermatogenesis: lessons from genetically-modified mice. *Asian Journal of Andrology*. 2014; 16(4): 572–580. <https://doi.org/10.4103/1008-682X.125401>
35. Güney Saruhan B., Sağsöz H., Akbalık E., Ketani M.A., Erdoğan S. Distribution of CD68-, CD8-, MHC-I and MHC-II-positive cells in the bull and ram testis and epididymis. *Anatomia, Histologia, Embryologia*. 2018; 47(4): 313–321. <https://doi.org/10.1111/ah.12354>
36. Chiu W.W.-C., Chamley L.W. Clinical associations and mechanisms of action of antisperm antibodies. *Fertility and Sterility*. 2004; 82(3): 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2003.09.084>
37. Naz R.K., Menge A.C. Antisperm antibodies: origin, regulation, and sperm reactivity in human infertility. *Fertility and Sterility*. 1994; 61(6): 1001–1013. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)56747-8](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)56747-8)
38. Tabarkiewicz J., Selvan S.R., Cools N. Autoimmunity in Reproductive Health and Pregnancy. *Journal of Immunology Research*. 2018; 2018: 9501865. <https://doi.org/10.1155/2018/9501865>
39. Fair T. The Contribution of the Maternal Immune System to the Establishment of Pregnancy in Cattle. *Frontiers in Immunology*. 2015; 6: 7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00007>

40. Knapik L.O., Paresh S., Nabi D., Brayboy L.M. The Role of T Cells in Ovarian Physiology and Infertility. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2022; 10: 713650. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.713650>
41. Петров А.М., Петров М.А., Ванюкова О.И., Колобаева А.А. Основные этиологические факторы иммунного бесплодия коров. Ученые записки учреждения образования «Витебская орден «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2011; 47(2-2): 94–97. EDN SEKNUJ
42. Абылкасымов Д., Никитина З.Я., Никитин К.А. Иммунологические подходы в воспроизводстве крупного рогатого скота. Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК. сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тверь: Тверская ГСХА. 2017; 107–110. EDN ZDXUNZ

ОБ АВТОРАХ

Ахмедага Имаш оглы Абилов

доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник
ahmed.abilov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

Нина Анатольевна Комбарова

кандидат биологических наук
komnina@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3861-4465>

Виктория Владимировна Турбина

аспирант
<https://orcid.org/0000-0003-1039-0375>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста
п. Дубровицы д. 60, г.о. Подольск, Московская область, 142132, Россия

40. Knapik L.O., Paresh S., Nabi D., Brayboy L.M. The Role of T Cells in Ovarian Physiology and Infertility. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2022; 10: 713650. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.713650>
41. Petrov A.M., Petrov M.A., Vanyukova O.I., Kolobayeva A.A. Major etiological factors of immune infertility of cows. *Transactions of the educational establishment "Vitebsk the Order of 'the Badge of Honor' State Academy of Veterinary Medicine"*. 2011; 47(2-2): 94–97 (in Russian). EDN SEKNUJ
42. Abylkasymov D., Nikitina Z.Ya., Nikitin K.A. Immunological approaches to cattle reproduction. *Increasing the managerial, economic, social, innovative, technological and technical potential of enterprises and branches of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference*. Tver: Tver State Agricultural Academy. 2017; 107–110 (in Russian). EDN ZDXUNZ

ABOUT THE AUTHORS

Akhmedaga Imash ogly Abilov

Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher
ahmed.abilov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6236-8634>

Nina Anatolyevna Kombarova

Candidate of Biological Sciences
komnina@list.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3861-4465>

Victoria Vladimirovna Turbina

postgraduate student
<https://orcid.org/0000-0003-1039-0375>

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry
60 Dubrovitsy, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132, Russia

ПРО ЯБЛОКО

ЗДЕСЬ ФОРМИРУЕТСЯ БУДУЩЕЕ
РОССИЙСКОГО САДОВОДСТВА

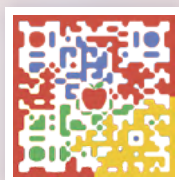
9-11 июня 2026

МВЦ «МинводыЭКСПО»

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ПОДРОБНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ
О ВЫСТАВКЕ



Реклама