

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 44-55.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 44-55.

Научная статья
УДК 591.391.1: 591.158.1
doi: 10.33284/2658-3135-109-3-44

Влияние условий проведения ОПУ на результативность получения *in vitro* эмбрионов крупного рогатого скота молочного направления продуктивности

Галина Николаевна Сингина¹, Роман Юрьевич Чинаров², Екатерина Николаевна Шедова³, Виктория Александровна Луканина⁴

^{1,2,3,4}Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Дубровицы, Россия

¹g_singina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>

²roman_chinarov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

³shedvek@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>

⁴kristybatle@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

Аннотация. Технология производства эмбрионов *in vitro* (*in vitro* embryo production, IVP) в сочетании с получением ооцитов методом трансвагинальной пункции фолликулов (*ovum pick up*, ОПУ) позволяет в большей степени реализовать репродуктивный потенциал маточного поголовья, что делает ее особенно востребованной для генетического совершенствования молочного скота, а также сохранения его породного биоразнообразия. Целью исследования являлась сравнительная оценка эффективности ОПУ/IVP у голштинской и истобенской пород КРС в зависимости от режима проведения ОПУ. Схема исследования предусматривала сравнение для каждой породы двух режимов: 2 раза в неделю (2w) и 1 раз в неделю (1w). Всего с участием 8 телок истобенской и 10 телок голштинской пород было проведено 9 последовательных сеансов ОПУ. При внутривидовом сравнении режим 2w в сравнении с 1w положительно повлиял на фолликулогенез, повысив количество аспирированных фолликулов на одну сессию ОПУ ($P \leq 0,05-0,01$), а у голштинской породы, также и количество выделенных ооцитов ($P \leq 0,01$), но не повлиял на морфологические показатели их качества. В то же время у голштинской породы при режиме 2w доля ооцитов, пригодных для культивирования, была выше по сравнению с истобенской (76,1 против 59,4 %, $P \leq 0,05$). Также выявлена породная чувствительность к повышению интенсивности использования доноров с точки зрения её влияния на компетентность ОПУ-ооцитов к развитию *in vitro*. У истобенской породы доли созревания, дробления и развития ооцитов до стадии бластоцисты были сходными при обоих режимах. У голштинской породы, напротив, с увеличением частоты проведения ОПУ с 1 до 2 раз в неделю эти показатели снижались с 90,3; 77,1 и 38,2 % до 85,6 ($P \leq 0,05$); 53,4 ($P \leq 0,001$) и 16,7 % ($p < 0,001$) соответственно.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, истобенская порода, *ovum pick up*, ооциты, получение эмбрионов *in vitro*

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста (№ FGGN-2024-0014).

Для цитирования: Влияние условий проведения ОПУ на результативность получения *in vitro* эмбрионов крупного рогатого скота молочного направления продуктивности / Г.Н. Сингина, Р.Ю. Чинаров, Е.Н. Шедова, В.А. Луканина // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 44-55. [Singina GN, Chinarov RYu, Shedova EN, Lukanina VA. Effect of OPU conditions on the efficiency of *in vitro* embryo production in dairy cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):44-55. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-44>

Original article

Effect of OPU conditions on the efficiency of *in vitro* embryo production in dairy cattle**Galina N Singina¹, Roman Yu Chinarov², Ekaterina N Shedova³, Victoria A Lukanina⁴**^{1,2,3,4}Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, Dubrovitsy, Russia¹g_singina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>²roman_chinarov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>³shedvek@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>⁴kristybatle@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

Abstract. The technology of *in vitro* embryo production (IVP), combined with oocyte retrieval by ovum pick-up (OPU), enables a more complete realization of the reproductive potential of donor females, making it particularly valuable for the genetic improvement of dairy cattle as well as for the preservation of breed biodiversity. The aim of the study was to perform a comparative assessment of OPU/IVP efficiency in Holstein and Istoben breed of cattle depending on the OPU regimen. The experimental design included the comparing of two OPU frequencies for each breed: twice per week (2w) and once per week (1w). A total of 9 consecutive OPU sessions were conducted using 8 Istoben and 10 Holstein heifers. Within-breed comparison showed that the 2w regimen, compared to 1w, had a positive effect on folliculogenesis, increasing the number of aspirated follicles per OPU session ($P \leq 0.05-0.01$), and, in Holstein heifers, also increased the number of recovered oocytes ($P \leq 0.01$), without affecting their morphological quality. At the same time, under the 2w regimen, the proportion of oocytes suitable for culture was higher in Holstein heifers than in Istoben heifers (76.1 vs 59.4%, $P \leq 0.05$). Breed-specific sensitivity to increased donor use intensity was also identified in terms of its impact on the *in vitro* developmental competence of OPU-derived oocytes. In Istoben heifers, the rates of oocyte maturation, cleavage, and development to the blastocyst stage were similar under both regimens. In contrast, in Holstein heifers, increasing OPU frequency from once to twice per week resulted in a decrease in these parameters from 90.3%, 77.1%, and 38.2% to 85.6% ($P \leq 0.05$), 53.4% ($P \leq 0.001$), and 16.7% ($P \leq 0.001$), respectively.

Keywords: cattle, Holsten breed, Istoben breed, ovum pick up, oocytes, obtaining embryos *in vitro*

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of works Federal Research Center for Animal Husbandry – VIJ named after Academy Member LK Ernst (No. FGGN-2024-0014).

For citation: Singina GN, Chinarov RYu, Shedova EN, Lukanina VA. Effect of OPU conditions on the efficiency of *in vitro* embryo production in dairy cattle. Animal Husbandry and Fodder. 2026;109(3):44-55. (*In Russ.*). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-44>

Введение.

Биотехнологии получения, замораживания и трансплантации эмбрионов являются важными инструментами эффективного использования маточного поголовья и генетического совершенствования у крупного рогатого скота (КРС), а также сохранения его породного биоразнообразия (García-Guerra A et al., 2025). Речь идет не только о эмбрионах, получаемых от самок-доноров *in vivo* (*in vivo-derived, IVD*) (Бабенков В.Ю. и др., 2023; Bó GA et al., 2019), то есть после их гормональной стимуляции и искусственного осеменения, но и производимых *in vitro* (*in vitro production, IVP*) из донорских ооцитов вследствие их экстракорпорального созревания и оплодотворения (Ferré LB et al., 2020). При этом IVP подход с каждым годом становится все более популярным, в том числе при коммерческом использовании. Связано это в первую очередь с разработкой и внедрением в практику метода трансвагинальной аспирации овариальных фолликулов (*ovum pick up, OPU*), позволяющего получать ооциты от самок доноров прижизненно, многократно и без гормональной стимуляции (Hansen PJ, 2023; Zago FC et al., 2023). В 2024 году, согласно статистическим данным (Viana JHM, 2025) Международной ассоциации по трансплантации эмбрионов (IETS), в мире было произведено 2325,5 тыс. эмбрионов, из них количество IVD эмбрионов составило 296,5 тыс., IVP – 2029 тыс. (в рамках OPU/IVP процедуры получено 2011 тыс. и только 18 тыс. IVP эмбрионов произведено с использованием ооцитов, выделенных из яичников доноров после их убоя).

В настоящее время технология OPU/IVP в равной степени востребована как в мясном, так и в молочном животноводстве. В то же время общая эффективность данного подхода остается низкой, а стоимость эмбриона, как следствие, высокой (Hansen PJ, 2023), что обуславливает необходимость поиска путей решения данной проблемы. При этом одним из ключевых положительных результатов исследований должно стать повышение количества полученных в процессе OPU ооцитов, а также их способности к развитию *in vitro*, то есть их качества (García-Guerra A et al., 2025; Baruselli P et al., 2016).

Как показывают результаты ранее проведенных исследований, на морфофункциональные характеристики ооцитов, извлеченных из фолликулов живых самок, влияют как физиологические, так и биотехнологические факторы. В частности, наблюдается значительная вариабельность среди доноров в отношении выхода качественных ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК), что, в свою очередь, приводит к большим колебаниям в количестве жизнеспособных эмбрионов, получаемых за одну процедуру OPU (Demetrio DGB et al., 2021; Motta JCL et al., 2025). Особенно эта изменчивость заметна при сравнении крупного рогатого скота вида *Bos indicus* (зебрувидный скот) с *Bos taurus* (европейский скот) (de Lacerda IP et al., 2020). Также сообщается о различиях в качестве OPU-ооцитов между коммерческой голштинской и малочисленной фламандской породами в пользу последней (Zago FC et al., 2023).

Одним из биотехнологических приемов, позволяющих регулировать количество извлекаемых из фолликулов ооцитов и их качество, является проведение повторяющихся сеансов OPU с определенным интервалом (Чинаров Р.Ю., 2024). На практике чаще всего это 3-4 дня (2 раза в неделю, 2w) или 7 дней (1 раз в неделю, 1w). Считается, что 2w режим положительно влияет на фолликулогенез и, как следствие, обеспечивает по сравнению с проведением OPU раз в неделю увеличение выхода качественных ооцитов и получаемых из них IVP эмбрионов (Hansen PJ, 2023; Чинаров Р.Ю., 2024). В тоже время, имеются данные, свидетельствующие о том, что непрерывное интенсивное использование доноров может негативно сказываться на репродуктивном здоровье самок и приводить к снижению образования эмбрионов *in vitro* (Presicce GA et al., 2020; Сингина Г.Н. и др., 2023). В целом, на сегодняшний день значение режима использования доноров в регуляции эффективности OPU/IVP у КРС остается предметом дискуссии и требует дальнейшего изучения (Baruselli PS et al., 2021; Чинаров Р.Ю., 2024). Особую актуальность при этом приобретают исследования с учетом породных особенностей самок, а также сравнительные эксперименты с участием животных разного направления использования. Кроме того, более информативными представляются результаты, полученные в одной лаборатории, при единых методических подходах и участии одного коллектива исполнителей (de Lacerda IP et al., 2020).

Настоящее исследование проводилось на донорах голштинской и истобенской пород. Первая из них является широко распространенной и коммерчески востребованной в молочном скотоводстве (Zago FC et al., 2023). Вторая относится к генофондным породам аналогичного направления продуктивности и находится под угрозой исчезновения. Использование процедуры OPU/IVP с последующим созданием банка эмбрионов истобенской породы может способствовать сохранению уникальных особенностей этой популяции КРС для будущих селекционных программ (Сингина Г.Н. и др., 2024).

Цель исследования.

Проведение сравнительной оценки эффективности производства эмбрионов *in vitro* у голштинской и истобенской пород КРС в зависимости от режима проведения OPU.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Половозрелые телки голштинской и истобенской пород крупного рогатого скота; ооциты, полученные от телок-доноров методом OPU; а также эмбрионы, развившиеся *in vitro* в результате экстракорпорального созревания и оплодотворения OPU-ооцитов.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов, протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Россий-

ской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). Все манипуляции проводили с соблюдением требований биоэтики и стандартов обращения с животными.

Схема эксперимента. Исследования проводили в ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (<https://www.vij.ru/>) с ноября 2023 года по ноябрь 2024 года. В эксперименте участвовало 8 телок истобенской и 10 телок голштинской пород. Схема исследования предусматривала сравнение для каждой породы двух режимов проведения ОРУ: первый – интервалом в 3 или 4 дня (2 раза в неделю, 2w), второй – с интервалом в 7 дней (1 раз в неделю). Все телки-доноры были предварительно синхронизированы по половому циклу с использованием схемы гормональной обработки, предложенной ранее (Чинаров Р.Ю. и др. 2024). Первый сеанс ОРУ начинали на 4 день после проявления охоты у самок. В рамках каждого режима было проведено по 9 последовательных сеансов ОРУ. Трансвагинальная аспирация овариальных фолликулов, выполненная у одного донора, определялась как сессия ОРУ, тогда как одновременное проведение ОРУ с участием нескольких доноров (нескольких сессий) – как сеанс ОРУ.

Процедуру получения ооцитов методом ОРУ выполняли в соответствии разработанным протоколом (Чинаров Р.Ю. и др. 2024), проводя аспирацию всех фолликулов на поверхности яичников, доступных для ультразвуковой визуализации. Собранные от каждого донора аспираты пропускали через специальный фильтр, промывали с использованием фосфатно-солевого буфера (ФСБ), после чего проводили сбор, промыв и морфологическую оценку качества ооцитов как описано ранее (Сингина Г.Н. и др., 2023). Результативность процедуры ОРУ оценивали по количеству аспирированных фолликулов и выделенных из них ооцитов на одну сессию ОРУ, доле извлечения ооцитов, а также количеству и проценту ооцитов категорий качества пригодных для культивирования.

Оценку способности ОРУ-ооцитов к развитию *in vitro* проводили как было опубликовано ранее (Сингина Г.Н. и др., 2023; Сингина Г.Н. и др., 2024). Ооциты, оцененные по морфологическим признакам как пригодные для культивирования, сначала созревали *in vitro* в течение 23-25 часов в условиях инкубатора при +38,5 °C и 5 % CO₂ в атмосфере. Затем при аналогичном режиме их подвергали экстракорпоральному оплодотворению (ЭКО) с использованием размороженного семени быков, предварительно подвергнутого процедуре *swim up*. Соответственно ооциты каждой из пород оплодотворяли семенем той же породной принадлежности. Период совместной инкубации созревших ооцитов и отобранных методом *swim up* сперматозоидов составлял 10-12 часов. Оплодотворенные ооциты освобождали от окружающих их соматических клеток и налипших сперматозоидов, переносили в среду эмбрионального развития и культивировали в условиях инкубатора при +38,5 °C и атмосфере, содержащей 5 % CO₂, 5 % O₂ и 90 % N₂. В течение периода культивирования проводили оценку числа раздробившихся ооцитов (на 4 сутки), а также числа эмбрионов, достигших стадии бластоцисты (на 7-8 день). Эффективность получения эмбрионов *in vitro* оценивали по доле созревания ооцитов, дробления и развития бластоцист.

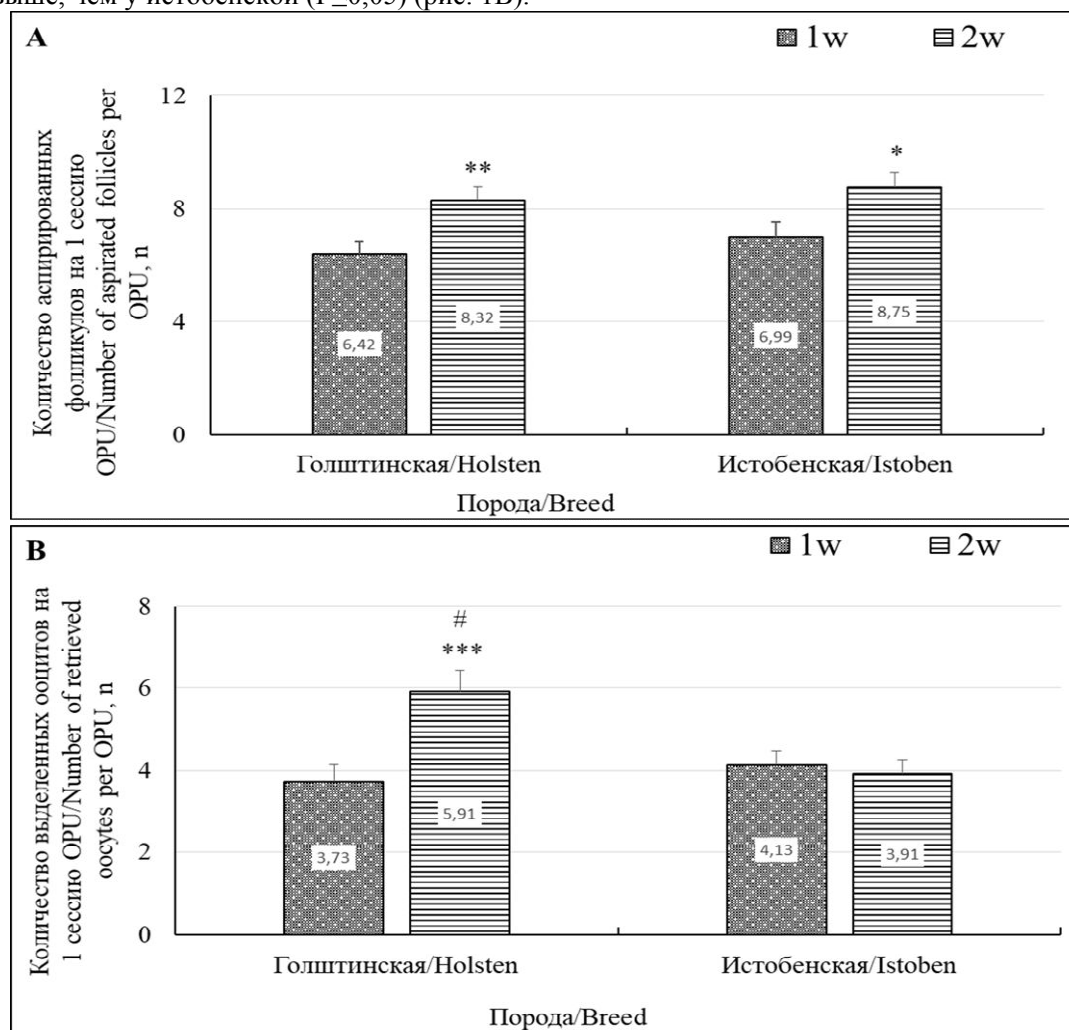
Оборудование и технические средства. При проведении исследований было использовано следующее оборудование: система ОРУ КРС («Minitube», Германия) для выделения ооцитов из овариальных фолликулов, дополненная ультразвуковым сканером Versana 1104 Active, конвекционный широкополосный зондом (частота 5 МГц) и держателем зонда («GE HealthCare», США); CO₂-инкубатор MCO-18AIC (Sanyo, Япония), в котором проводилось культивирование ооцитов с целью их созревания и оплодотворения *in vitro*, а также подготовка спермы методом *swim up*; мультигазовый инкубатор MCO-50M-PE (Sanyo, Япония) создающий условия для развития оплодотворенных ооцитов до стадии бластоцисты; стереомикроскопы (Nikon, Япония), оснащенные нагревательными столиками, предназначенные для осуществления манипуляций с ооцитами и эмбрионами вне инкубаторов.

Статистическая обработка. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета статистических программ SigmaStat («Systat Software, Inc.», США). Результаты выражали как средние значения (М) и стандартные ошибки средних ($\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых средних определяли с использованием критерия Тьюки. Различия считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

Количество фолликулов, подвергшихся аспирации, в расчете на одну сессию ОРУ было выше при режиме 2w по сравнению с 1w как у истобенской ($P \leq 0,05$), так и у голштинской пород

($P \leq 0,01$), при отсутствии различий между породами по данному показателю (рис. 1А). Кроме того, у телок голштинской породы увеличение частоты проведения ОПУ привело к росту количества выделенных ооцитов на 1 сессию ОПУ (рис. 1В, $P \leq 0,001$), тогда как у истобенских телок подобных различий между режимами обнаружено не было. Также при режиме 2w в значении количества выделенных ооцитов были выявлены межпородные различия: у голштинской породы этот параметр был выше, чем у истобенской ($P \leq 0,05$) (рис. 1В).



Примечания: *** – $P \leq 0,001$, ** – $P \leq 0,001$, * – $P \leq 0,05$ при сравнении с режимом 1w; # – $P \leq 0,05$ при сравнении с истобенской породой в рамках режима 2w; # – $P \leq 0,05$

Notes: *** – $P \leq 0,001$; ** – $P \leq 0,001$; * – $P \leq 0,05$ compared to the 1w regimen; # – $P \leq 0,05$ compared to Istoben breed within the 2w regimen; # – $P \leq 0,05$

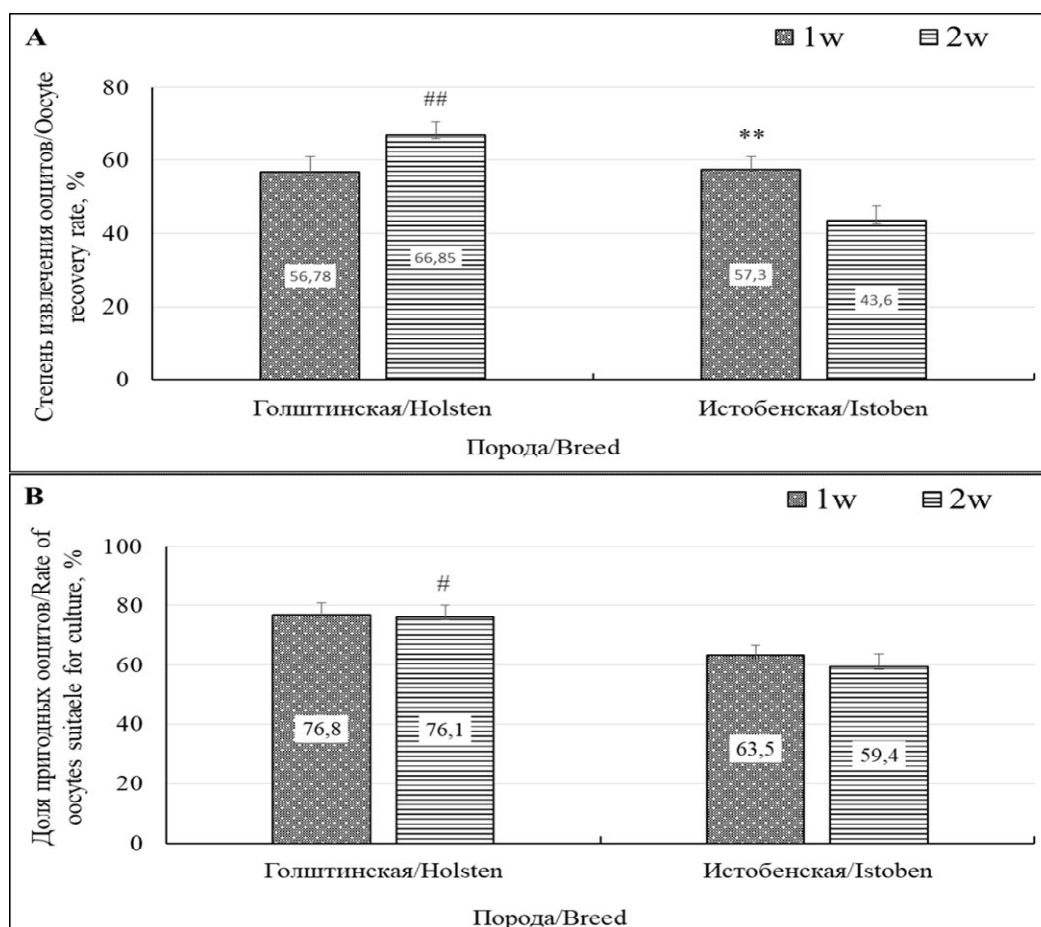
Рисунок 1. Сравнение результатов аспирации фолликулов (А) и выделения ооцитов (Б) у телок голштинской и истобенской пород в зависимости от проведения ОПУ в режиме 1 (1w) и 2 раза в неделю (2w)

Figure 1. Comparison of the results of follicle aspiration (A) and oocyte recovery (B) in Holstein and Istoben heifers depending on OPU performed once (1w) or twice per week (2w)

Обнаружено влияние породной принадлежности на процент извлечения ооцитов от числа пунктированных фолликулов (рис. 2А). У телок-доноров истобенской породы данный показатель был достоверно выше при режиме 2w по сравнению с 1w (57,3 против 43,2 %, $P \leq 0,05$). У голштин-

ской породы различия между режимами не были статистически значимыми (66,8 против 56,9 %). При проведении ОПУ один раз в неделю процент извлечения ооцитов у пород был сопоставим. В то же время при увеличении частоты до двух раз в неделю у голштинских телок значение данного показателя было выше, чем у истобенских ($P \leq 0,05$).

Следует отметить, что четкой зависимости качества ооцитов, выделенных из фолликулов, а именно доли клеток, пригодных для культивирования (рис. 2В), от режима проведения ОПУ у голштинской и истобенской пород обнаружено не было. Вместе с тем при режиме 2w доля пригодных для культивирования ооцитов была ниже у истобенской породы по сравнению с голштинской ($P \leq 0,05$).



Примечания: ** – $P \leq 0,001$ при сравнении с режимом 1w; ## – $P \leq 0,01$; # – $P \leq 0,05$ при сравнении с истобенской породой в рамках режима 2w: # – $P \leq 0,05$

Notes: ** – $P \leq 0.001$ compared to the 1w regimen; ## – $P \leq 0.01$; # – $P \leq 0.05$ compared to Istoben breed within the 2w regimen: # – $P \leq 0.05$

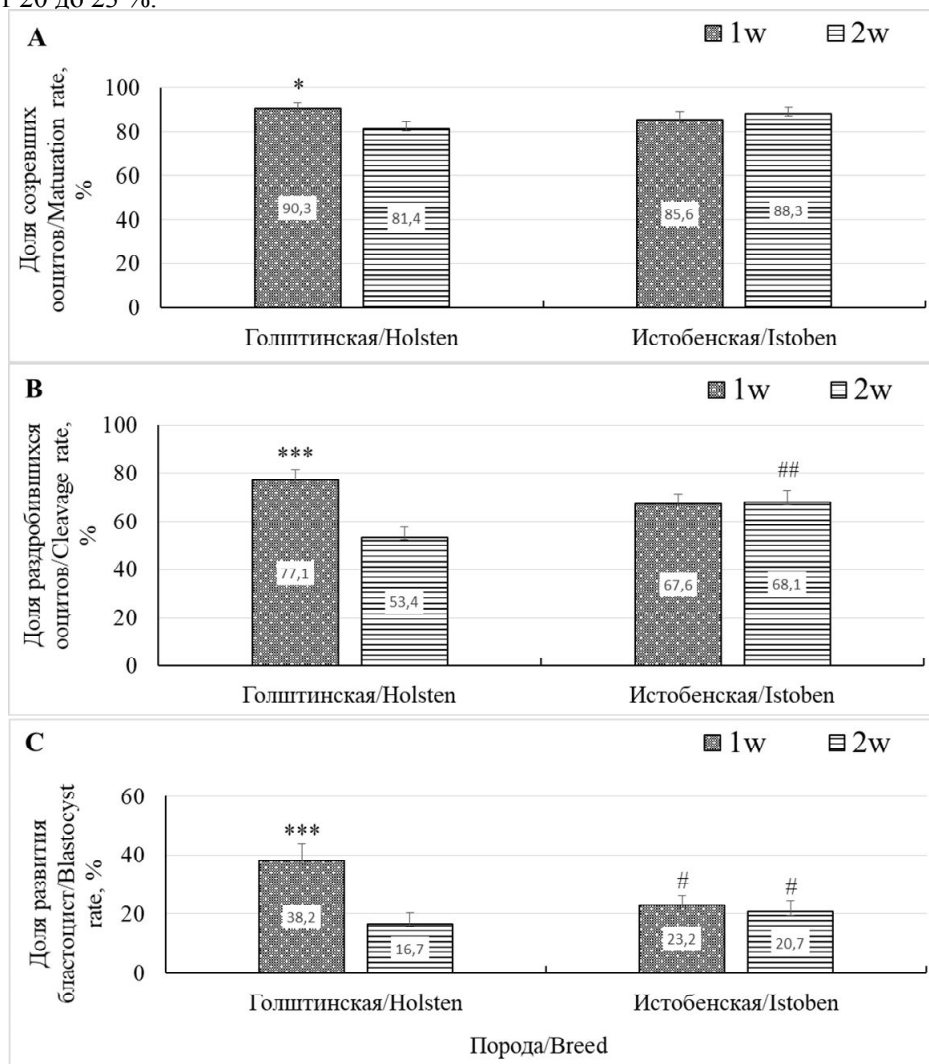
Рисунок 2. Степень извлечения ооцитов (А) и качество выделенных ооцитов (В) у телок голштинской и истобенской пород в зависимости от проведения ОПУ в режиме 1 (1w) и 2 (2w) раза в неделю

Figure 2. Oocyte recovery rate (A) and quality of recovered oocytes (B) in Holstein and Istoben heifers depending on OPU performed once (1w) or twice per week (2w)

У истобенской породы крупного рогатого скота интенсивность использования доноров не влияла на их компетентность к развитию *in vitro*. Доля созревших ооцитов, а именно отношение оо-

цитов с полярными тельцами к исходному количеству отобранных для созревания *in vitro* клеток, была одинаковой для режима 1 и 2 раз в неделю ($85,6 \pm 3,11$ и $88,3 \pm 2,92$ % соответственно) (рис. 3А).

Не выявлено различий между режимами и по доле раздробившихся ооцитов (рис. 3В), которая составила $67,6 \pm 4,08$ % (1w) и $68,1 \pm 4,74$ % (2w), а также доле ооцитов, развившихся до стадии бластоцисты (рис. 3С). Напротив, у голштинской породы все эти показатели снижались с 90,3, 77,1, 38,2 % при 1w до 85,6 ($P \leq 0,05$), 53,4 ($P \leq 0,001$) и 16,7 % соответственно при 2w. Тем не менее, наибольшее значение доли развития бластоцист (рис. 4) было у голштинской породы при 1w режиме и составило 38,2 %, что было значимо выше, чем у истобенской породы. У последней он варьировал от 20 до 23 %.

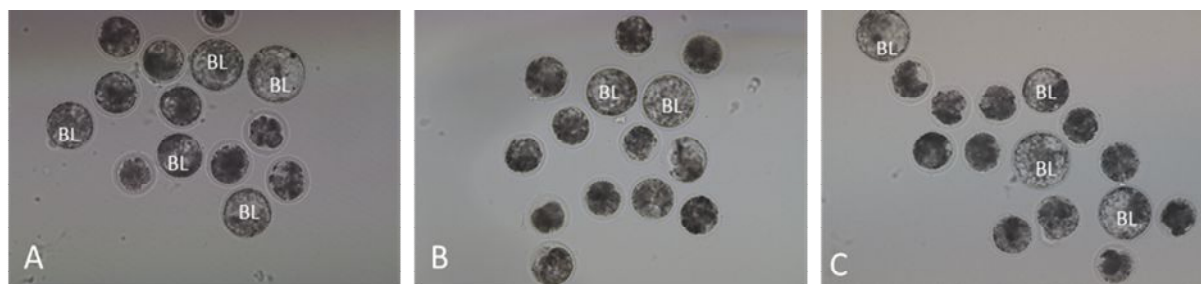


Примечания: *** – $P \leq 0,001$; * – $P \leq 0,05$ при сравнении с режимом 2w; # – $P \leq 0,05$ при сравнении с голштинской породой в рамках режима 2w; # – $P \leq 0,05$

Notes: *** – $P \leq 0.001$; * – $P \leq 0.05$ compared to the 1w regimen; # – $P \leq 0.05$ compared to Holsten breed within the 2w regimen; # – $P \leq 0.05$

Рисунок 3. Сравнительная оценка способности ооцитов голштинской и истобенской пород к эмбриональному развитию *in vitro* в зависимости от режима проведения ОПУ (один [1w] и два раза в неделю [2w])

Figure 3. Comparative assessment of the *in vitro* developmental competence of oocytes from Holstein and Istoben breeds depending on the OPU regimen (once [1w] and twice per week [2w])



Примечание: – эмбрионы, достигшие стадии бластоцисты, отмечены как BL

Note: – embryos that reached the blastocyst stage are indicated as BL

Рисунок 4. Микрофотографии 7-дневных эмбрионов, развившихся *in vitro* из ооцитов, полученных при режиме OPU 1w (A) и 2w (B) от телок голштинской породы, а также 1w (C) от телок истобенской породы

Figure 4. Microphotographs of 7-day-old embryos developed *in vitro* from oocytes obtained under OPU regimes of once per week (A) and twice per week (B) from Holstein heifers, as well as once per week (C) from Istoben heifers

Обсуждение полученных результатов.

У крупного рогатого скота эффективность получения IVP эмбрионов с использованием ооцитов, извлеченных из овариальных фолликулов методом OPU, во многом зависит от индивидуальных особенностей самок-доноров (Сингина Г.Н. и др., 2024; Salek F et al., 2025), а также их породной принадлежности (Demetrio DGB et al., 2021; Motta JCL et al., 2025). Кроме того, чтобы достичь более высоких значений выхода ооцитов и развившихся из них эмбрионов, между повторяющимися сеансами OPU следует соблюдать определенный временной интервал (Чинаров Р.Ю., 2024), выбор которого, как показало настоящее исследование, может также зависеть от породы донора. В сравнительном эксперименте с участием телок двух пород одного (молочного) направления продуктивности – голштинской и истобенской – нами установлено, что они, тем не менее, имеют различающуюся чувствительность к интенсивному использованию в качестве доноров OPU-ооцитов: у телок истобенской породы результаты эмбрионального развития ооцитов не ухудшаются, даже если OPU проводится 2 раза в неделю, в то время как у голштинской породы, напротив, увеличение частоты проведения OPU с 1 до 2 раз в неделю сопровождается снижением эмбриональных компетенций ооцитов *in vitro*.

Породы крупного рогатого скота, как известно, могут отличаться друг от друга особенностями метаболизма и гормонального профиля (Ferré LB et al., 2020). В свою очередь, показано, что успех OPU зависит от концентрации эстрогена и прогестерона в крови, поскольку они участвуют в регуляции развития фолликулов в яичниках. У высокопродуктивных животных могут возникать проблемы с метаболизмом, приводящие к гормональному дисбалансу и снижению концентрации этих гормонов. В этом случае на поверхности яичников образуются фолликулы большого размера, из которых в процессе OPU извлекаются менее жизнеспособные ооциты, обладающие сниженной компетентностью к развитию *in vitro* (Velazquez MA, 2023; Salek F et al., 2025). Использование интенсивного режима, вероятно, может усугубить данную проблему, что, возможно, и наблюдалось у телок голштинской породы в этом исследовании.

Закключение.

У половозрелых телок голштинской и истобенской пород увеличение кратности проведения трансвагинальной аспирации фолликулов с 1 до 2 раз в неделю положительно влияет на фолликулогенез, повышая количество аспирированных фолликулов, а у голштинской породы – также и количество выделенных ооцитов на одну сессию OPU. В то же время между породами различается

эффективность этих режимов в отношении способности OPU-ооцитов к эмбриональному развитию после экстракорпорального созревания и оплодотворения, что указывает на необходимость учета породной специфики при разработке протоколов OPU/IVP. Для голштинской породы целесообразно использовать менее интенсивные режимы (например, 1 раз в неделю), тогда как истобенская порода допускает более частое проведение процедур без снижения эффективности. Это подтверждает важность адаптивного подхода к управлению донорами с учетом их генетических и физиологических особенностей.

Список источников

1. Результаты выделения ооцитов и получения IVP эмбрионов у тёлочек истобенской породы в зависимости от режима проведения OPU / Г.Н. Сингина, Р.Ю. Чинаров, Е.Н. Шедова, В.А. Луканина, А.С. Жукова // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 4. С. 283-294. [Singina GN, Chinarov RYu, Shedova EN, Lukanina VA, Zhukova AS. Results of oocyte isolation and obtaining IVP embryos from heifers of Istoben breed depending on OPU regimen. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(4):283-294. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-107-4-283
2. Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота / В.Ю. Бабенков, Н.В. Чимидова, А.И. Хахлинов, А.В. Убушиева, В.И. Манжиев // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 1. С. 67-76. [Babenkov VYu, Chimidova NV, Khakhlinov AI, Ubushieva AV, Manjiev VI. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle. Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(1):67-76. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-1-67
3. Сингина Г.Н., Чинаров Р.Ю., Шедова Е.Н. Влияние количества повторяющихся процедур OPU на эффективность получения in vitro эмбрионов у ярославской породы крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 11. С. 59-64. [Singina GN, Chinarov RYu, Shedova EN. Effect of the number of repeated OPU procedures on the efficiency of in vitro embryo production in Yaroslavl breed of cattle. Achievements of Science and Technology in AgroIndustrial Complex. 2023;37(11):59-64. (In Russ.)]. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_59
4. Чинаров Р.Ю. Развитие технологии прижизненного получения ооцитов у коров: современное состояние и направления исследований (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2024. Т. 59. № 2. С. 194-220. [Chinarov RYu. Developing the Ovum Pick-Up technology in cattle: state-of-the-art and research directions (review). Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2024;59(2):194-220. (In Russ.)]. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194eng
5. Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н. Результативность прижизненного получения ооцитов у коров тагильской породы // Ветеринария и кормление. 2024. № 1. С. 89-94. [Chinarov RYu, Lukanina VA, Singina GN. Efficiency of Ovum Pick-Up cows of Tagil breed. Veterinaria i kormlenie. 2024;1:89-94. (In Russ.)]. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-19
6. Baruselli P, Batista E, Vieira L, Ferreira R, Guerreiro B, Bayeux B, Sales JNS, Souza AH, Gimenes LU. Factors that interfere with oocyte quality for in vitro production of cattle embryos: effects of different developmental & reproductive stages. Anim Reprod. 2016;13(3):264-272. doi: 10.1590/1984-3143-AR861
7. Baruselli PS, Rodrigues CA, Ferreira RM, Sales JNS, Elliff FM, Silva LG, Viziack MP., Factor L, D'Occhio MJ. Impact of oocyte donor age and breed on in vitro embryo production in cattle, and relationship of dairy and beef embryo recipients on pregnancy and the subsequent performance of offspring: A review. Reproduction Fertility and Development. 2021;34(2):36-51. doi: 10.1071/RD21285

8. Bó GA, Cedeño A, Mapletoft RJ. Strategies to increment in vivo and in vitro embryo production and transfer in cattle. *Anim Reprod.* 2019;16(3):411-422. doi: 10.21451/1984-3143-AR2019-0042
9. de Lacerda IP, Dode MAN, Lima MMS, Guerra BF, Costa ES, Moreira GR. Cattle breed affects in vitro embryo production in a large-scale commercial program on dairy farms. *Livest Sci.* 2020;240:104135. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104135
10. Demetrio DGB, Hasler JF, Oliveira M, Demetrio CGB, Fonseca JC, Santos RM. Comparison of single to multiple injections of follicle-stimulating hormone before ovum pickup in Holstein heifers: oocyte recovery and embryo production. *Reprod Fertil Dev.* 2021;33(2):180. doi: 10.1071/RDv33n2Ab145
11. Ferré LB, Kjelland ME, Strøbech LB, Hyttel P, Mermillod P, Ross PJ. Review: Recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal.* 2020;14(5):991-1004. doi: 10.1017/S1751731119002775
12. García-Guerra A, Lemos Motta JC, Sala RV, Hayden CB, Ponte E, Absalon-Medina VA, Ross PJ. Optimizing in vitro embryo production in cattle: strategies for donor management and selection. *Anim Reprod.* 2025;22(3):e20250079. doi: 10.1590/1984-3143-AR2025-0079
13. Hansen PJ. Review: Some challenges and unrealized opportunities toward widespread use of the in vitro-produced embryo in cattle production. *Animal.* 2023;17 (Suppl 1):100745. doi: 10.1016/j.animal.2023.100745
14. Motta JCL, Hayden CB, Sala RV, Ross PJ, García-Guerra A. Advances in synchronization and superstimulation for OPU/IVEP: optimizing oocyte quantity and quality. *Reprod Fertil Dev.* 2025;37(1):RD24143. doi: 10.1071/RD24143
15. Presicce GA, Neglia G, Salzano A, Padalino B, Longobardi V, Vecchio D, De Carlo E, Gasparrini B. Efficacy of repeated ovum pick-up in Podolic cattle for preservation strategies: a pilot study. *Italian Journal of Animal Science.* 2020;19(1):31-40. doi: 10.1080/1828051X.2019.1684213
16. Salek F, Guest A, Johnson C, Kastelic JP, Thundathil J. Factors affecting the success of Ovum Pick-Up, in vitro production and cryopreservation of embryos in cattle. *Animals (Basel).* 2025;15(3):344. doi: 10.3390/ani15030344
17. Velazquez MA. Nutritional strategies to promote bovine oocyte quality for in vitro embryo production: do they really work? *Vet Sci.* 2023;10(10):604. doi: 10.3390/vetsci10100604
18. Viana JHM. IETS 2024 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2025;43(4):31-46.
19. Zago FC, Schütz LF, Gerger RPDC, de Aguiar LH, Pinzón-Osorio CA, Mezzallira A, Rodrigues JL, Forell F, Bertolini M. In vitro and in vivo embryo production efficiency in Flemish and Holstein donor females. *Anim Reprod.* 2023;20(3):e20230080. doi: 10.1590/1984-3143-AR2023-0080

References

1. Singina GN, Chinarov RYu, Shedova EN, Lukanina VA, Zhukova AS. Results of oocyte isolation and obtaining IVP embryos from heifers of Istoben breed depending on OPU regimen. *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2024;107(4):283-294. doi: 10.33284/2658-3135-107-4-283
2. Babenkov VYu, Chimidova NV, Khakhlinov AI, Ubushieva AV, Manjiev VI. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2023;106(1):67-76. doi: 10.33284/2658-3135-106-1-67
3. Singina GN, Chinarov RY, Shedova EN. Effect of the number of repeated OPU procedures on the efficiency of in vitro embryo production in Yaroslavl breed of cattle.

Achievements of Science and Technology in AgroIndustrial Complex. 2023;37(11):59-64. doi: 10.53859/02352451_2023_37_11_59

4. Chinarov RYu. Developing the Ovum Pick-Up technology in cattle: state-of-the-art and research directions (review). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. 2024;59(2):194-220. doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194rus doi: 10.15389/agrobiology.2024.2.194eng

5. Chinarov RYu, Lukanina VA, Singina GN. Efficiency of Ovum Pick-Up cows of Tagil breed. *Veterinary Science and Feeding*. 2024;1:89-94. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-1-19

6. Baruselli P, Batista E, Vieira L, Ferreira R, Guerreiro B, Bayeux B, Sales JNS, Souza AH, Gimenes LU. Factors that interfere with oocyte quality for in vitro production of cattle embryos: effects of different developmental & reproductive stages. *Anim Reprod*. 2016;13(3):264-272. doi: 10.1590/1984-3143-AR861

7. Baruselli PS, Rodrigues CA, Ferreira RM, Sales JNS, Elliff FM, Silva LG, Viziack MP., Factor L, D'Occhio MJ. Impact of oocyte donor age and breed on in vitro embryo production in cattle, and relationship of dairy and beef embryo recipients on pregnancy and the subsequent performance of offspring: A review. *Reproduction Fertility and Development*. 2021;34(2):36-51. doi: 10.1071/RD21285

8. Bó GA, Cedeño A, Mapletoft RJ. Strategies to increment in vivo and in vitro embryo production and transfer in cattle. *Anim Reprod*. 2019;16(3):411-422. doi: 10.21451/1984-3143-AR2019-0042

9. de Lacerda IP, Dode MAN, Lima MMS, Guerra BF, Costa ES, Moreira GR. Cattle breed affects in vitro embryo production in a large-scale commercial program on dairy farms. *Livest Sci*. 2020;240:104135. doi: 10.1016/j.livsci.2020.104135

10. Demetrio DGB, Hasler JF, Oliveira M, Demetrio CGB, Fonseca JC, Santos RM. Comparison of single to multiple injections of follicle-stimulating hormone before ovum pickup in Holstein heifers: oocyte recovery and embryo production. *Reprod Fertil Dev*. 2021;33(2):180. doi: 10.1071/RDv33n2Ab145

11. Ferré LB, Kjelland ME, Strøbech LB, Hyttel P, Mermillod P, Ross PJ. Review: Recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*. 2020;14(5):991-1004. doi: 10.1017/S1751731119002775

12. García-Guerra A, Lemos Motta JC, Sala RV, Hayden CB, Ponte E, Absalon-Medina VA, Ross PJ. Optimizing in vitro embryo production in cattle: strategies for donor management and selection. *Anim Reprod*. 2025;22(3):e20250079. doi: 10.1590/1984-3143-AR2025-0079

13. Hansen PJ. Review: Some challenges and unrealized opportunities toward wide-spread use of the in vitro-produced embryo in cattle production. *Animal*. 2023;17 (Suppl 1):100745. doi: 10.1016/j.animal.2023.100745

14. Motta JCL, Hayden CB, Sala RV, Ross PJ, García-Guerra A. Advances in synchronization and superstimulation for OPU/IVF: optimizing oocyte quantity and quality. *Reprod Fertil Dev*. 2025;37(1):RD24143. doi: 10.1071/RD24143

15. Presicce GA, Neglia G, Salzano A, Padalino B, Longobardi V, Vecchio D, De Carlo E, Gasparrini B. Efficacy of repeated ovum pick-up in Podolic cattle for preservation strategies: a pilot study. *Italian Journal of Animal Science*. 2020;19(1):31-40. doi: 10.1080/1828051X.2019.1684213

16. Salek F, Guest A, Johnson C, Kastelic JP, Thundathil J. Factors affecting the success of Ovum Pick-Up, in vitro production and cryopreservation of embryos in cattle. *Animals (Basel)*. 2025;15(3):344. doi: 10.3390/ani15030344

17. Velazquez MA. Nutritional strategies to promote bovine oocyte quality for in vitro embryo production: do they really work? *Vet Sci*. 2023;10(10):604. doi: 10.3390/vetsci10100604

18. Viana JHM. IETS 2024 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2025;43(4):31-46.

19. Zago FC, Schütz LF, Gerger RPDC, de Aguiar LH, Pinzón-Osorio CA, Mezzallira A, Rodrigues JL, Forell F, Bertolini M. In vitro and in vivo embryo production efficiency in Flemish and Holstein donor females. *Anim Reprod*. 2023;20(3):e20230080. doi: 10.1590/1984-3143-AR2023-0080

Информация об авторах:

Галина Николаевна Сингина, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией эмбриональных технологий, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская область, городской округ Подольск, п. Дубровицы, д. 60, сот: 89851434552.

Роман Юрьевич Чинаров, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории эмбриональных технологий, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская область, городской округ Подольск, п. Дубровицы, д. 60, сот: 8-9153899065.

Екатерина Николаевна Шедова, научный сотрудник лаборатории эмбриональных технологий, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская область, городской округ Подольск, п. Дубровицы, д. 60, сот: 8-9167117673.

Виктория Александровна Луканина, старший научный сотрудник лаборатории эмбриональных технологий, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская область, городской округ Подольск, п. Дубровицы, д. 60, сот: 89165954695.

Information about the authors:

Galina N Singina, Cand. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Embryonic Technologies, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk City district, Moscow region, 142132, mobile: 8-9851434552.

Roman Yu Chinarov, Cand. Sci. (Veterinary), Leading Researcher, Laboratory of Embryonic Technologies, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk City district, Moscow region, 142132, mobile: 8-9153899065.

Ekaterina N Shedova, Researcher, Laboratory of Embryonic Technologies, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk City district, Moscow region, 142132, mobile: 89167117673.

Victoria A Lukanina, Senior Researcher, Laboratory of Embryonic Technologies, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member LK Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk City district, Moscow region, 142132, mobile: 8-9165954695.

Статья поступила в редакцию 03.05.2026; одобрена после рецензирования 08.06.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 03.05.2026; approved after reviewing 08.06.2026; accepted for publication 14.09.2026.