

Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 1. С. 21-32.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2025. Vol. 108. No. 1. P. 21-32.

Научная статья  
УДК 636.22/28:591.11  
doi:10.33284/2658-3135-108-1-21

**Динамика клинических показателей крови телок-доноров холмогорской породы  
при проведении последовательных сеансов трансвагинальной аспирации фолликулов**

**Роман Юрьевич Чинаров<sup>1</sup>, Виктория Александровна Луканина<sup>2</sup>,  
Надежда Владимировна Боголюбова<sup>3</sup>, Роман Анатольевич Рыков<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста,  
Дубровицы, Россия

<sup>1</sup>roman\_chinarov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

<sup>2</sup>kristybatle@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

<sup>3</sup>652202@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

<sup>4</sup>brukw@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

**Аннотация.** Мониторинг клинических показателей крови представляет интерес для выявления возможных ранних нарушений статуса здоровья и оптимизации режима использования доноров для получения ооцитов посредством трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов (ОРУ). Целью исследований явилось изучение влияния проведения последовательных сеансов ОРУ на изменчивость клинических показателей крови у телок-доноров холмогорской породы. Исследования проводили в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на телках холмогорской породы (n=7) в возрасте 1,5 – 2-х лет. Экспериментальные исследования включали три периода. В первом периоде проводили отбор образцов крови в течение гормонально синхронизированного полового цикла на 4-, 7-, 11-, 14-, 18-, 21-ые сутки. Во втором периоде после повторной синхронизации полового цикла проводили 1-ю серию из девяти последовательных сеансов ОРУ в режиме два раза в неделю с попеременным интервалом 3 и 4 дня на 4-, 7-, 11-, 14-, 18-, 21-, 25-, 29- и 32-е сутки полового цикла. В третьем периоде после отдыха продолжительностью 1 месяц выполняли 2-ю серию из девяти последовательных сеансов ОРУ в аналогичном временном режиме. Отбор образцов крови осуществляли в дни проведения сеансов ОРУ. Определяли значения клинических показателей: число эритроцитов, средний объем эритроцита, содержание гемоглобина, гематокрит, число лейкоцитов и их распределение на лимфоциты, средние клетки, включая моноциты, базофилы, эозинофилы и их предшественники, и гранулоциты. Сравнение значений клинических показателей крови в дни проведения сеансов ОРУ с аналогичными днями полового цикла, в котором аспирацию фолликулов не проводили, в большинстве случаев, не выявили достоверных различий. Учитывая, что значения изучаемых клинических показателей крови находились в пределах значений, установленных рядом авторов, полученные данные можно рассматривать как указание на отсутствие видимого влияния интенсивного проведения ОРУ на клиническое состояние доноров. В этой связи, временной режим, предусматривающий проведение двух серий по девять последовательных сеансов ОРУ дважды в неделю с периодом отдыха между сериями 1 месяц может быть рекомендован для получения ооцитов у телок-доноров холмогорской породы.

**Ключевые слова:** телки-доноры, холмогорская порода, ОРУ, клинические показатели крови  
**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 24-76-10028.

**Для цитирования:** Динамика клинических показателей крови телок-доноров холмогорской породы при проведении последовательных сеансов трансвагинальной аспирации фолликулов / Р.Ю. Чинаров, В.А. Луканина, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 1. С. 21-32. [Chinarov RYu, Lukanina VA, Bogolyubova NV, Rykov RA. Dynamics of clinical blood parameters in donor heifers of the Kholmogor breed during consecutive sessions of transvaginal aspiration of follicles. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(1):21-32. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-1-21>

Original article

**Dynamics of clinical blood parameters in donor heifers of the Kholmogor breed during consecutive sessions of transvaginal aspiration of follicles**

**Roman Yu Chinarov<sup>1</sup>, Victoria A Lukanina<sup>2</sup>, Nadezhda V Bogolyubova<sup>3</sup>, Roman A Rykov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Federal Research Center of Animal Husbandry named after academician LK Ernst, Dubrovitsy, Russia

<sup>1</sup>roman\_chinarov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

<sup>2</sup>kristybatle@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

<sup>3</sup>652202@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

<sup>4</sup>brukw@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

**Abstract.** Monitoring of clinical blood parameters is of interest to identify possible early disorders of health status and optimize the use of donors for oocytes retrieval by transvaginal ultrasound-guided follicle puncture (OPU). The aim of the research was to study the effect of consecutive OPU sessions on the variability of clinical blood parameters in donor heifers of the Kholmogor breed. The research was carried out at the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry on heifers of the Kholmogor breed (n=7) at the age of 1.5 – 2 years. The experimental studies included three periods. In the first period, blood samples were taken on the 4<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 18<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days of hormonally synchronized estrus cycle. In the second period, after repeated synchronization of the estrus cycle, the 1<sup>st</sup> series of nine consecutive OPU sessions was performed twice a week with alternating intervals of 3 and 4 days on the 4<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 18<sup>th</sup>, 21<sup>st</sup>, 25<sup>th</sup>, 28<sup>th</sup> and 32<sup>nd</sup> days the estrus cycle. In the third period, after a 1-month rest period, the 2<sup>nd</sup> series of nine consecutive OPU sessions was performed in a similar timing regimen. Blood samples were collected on the days of the OPU sessions. The values of clinical parameters were determined: the number of erythrocytes, the average volume of erythrocytes, hemoglobin content, hematocrit, the number of leukocytes and their distribution into lymphocytes, medium cells, including monocytes, basophils, eosinophils and their precursors, and granulocytes. Comparison of the values of clinical blood parameters on the days of OPU sessions with similar days of the estrus cycle, in which follicle aspiration was not performed, in most cases, did not reveal significant differences. Considering that the values of the studied clinical blood parameters were within the values of the indicators observed by a number of authors, the data obtained can be considered as an indication of the absence of a visible effect of intensive OPU sessions on the clinical status of donors. In this regard, a timing regime assuming two series of nine consecutive OPU sessions twice a week with a rest period of 1 month between series can be recommended for retrieval of oocytes from donor heifers of the Kholmogor breed.

**Keywords:** donor heifers, Kholmogory breed, OPU, clinical blood parameters

**Acknowledgments:** the work was supported by the Russian Science Foundation, project No. 24-76-10028.

**For citation:** Chinarov RYu, Lukanina VA, Bogolyubova NV, Rykov RA. Dynamics of clinical blood parameters in donor heifers of the Kholmogor breed during consecutive sessions of transvaginal aspiration of follicles. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2025;108(1):21-32. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-1-21>

**Введение.**

Интенсивное использование телок для получения ооцитов методом трансвагинальной аспирации фолликулов под ультразвуковым контролем (OPU) предусматривает проведение серии последовательных сеансов OPU в режиме дважды в неделю (Chaubal SA et al., 2006; Ding LJ et al., 2008; Чинаров Р.Ю., 2024). Для выявления возможных ранних нарушений статуса здоровья и оптимизации режима использования доноров представляет интерес проведение мониторинга клинических показателей крови. Известно, что клинические показатели крови коров характеризуются высокой вариабельностью, как между отдельными животными (Kowsar R et al., 2021; Мкртчян Г.В., 2022; Чинаров Р.Ю. и др., 2024а), так и у одних и тех же животных на различных стадиях полового

цикла (Boudjellaba S et al., 2018; Kadwal MH et al., 2023; Медетов Е.С., 2024) и в зависимости от физиологического состояния (Akhoon ZA et al., 2012; Crane EM et al., 2016).

Проведение мониторинга клинических показателей крови доноров является актуальным и в связи с выявленными ассоциациями некоторых из них с показателями результативности вспомогательных репродуктивных технологий. Так, установлены обратные зависимости между показателями содержания эритроцитов и числа фолликулов на каждом из яичников, а также общего числа фолликулов у телок истобенской породы, что обуславливало получение большего числа ооцит-кумулясных комплексов, а также ооцит-кумулясных комплексов хорошего качества (Луканина В.А. и др., 2024). Выявлены ассоциации клинических показателей крови во время проведения ОПУ с выходом эмбрионов на стадии бластоцисты (Kowsar R et al., 2021).

#### **Цель исследования.**

Исходя из вышеизложенной актуальности, целью настоящей работы явилось изучение влияния последовательных сеансов ОПУ на изменчивость клинических показателей крови у телок-доноров холмогорской породы.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Телки холмогорской породы в возрасте 1,5-2 лет нормальной упитанности.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколы Женевской конвенции и принципы надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Исследования выполняли в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в 2024 г. Опытных телок (n=7) содержали беспривязно под навесами в условиях экспериментальной фермы. Все животные получали стандартный рацион, состоящий из сена и концентратов, сбалансированный по энергии, питательным и биологически активным веществам, в соответствии с нормами потребностей (Некрасов Р.В. и др., 2018). Гормональную синхронизацию полового цикла проводили с использованием схемы, описанной ранее (Чинаров Р.Ю. и др., 2024б). Планируемый день прихода телок в охоту определяли, как день 0 полового цикла. Экспериментальные исследования включали три периода. В первом периоде проводили отбор образцов крови в течение гормонально синхронизированного полового цикла. Во втором периоде после повторной синхронизации полового цикла проводили 1-ю серию из девяти последовательных сеансов ОПУ в режиме два раза в неделю с попеременным интервалом 3 и 4 дня на 4-, 7-, 11-, 14-, 18-, 21-, 25-, 29- и 32-й дни полового цикла. В третьем периоде после отдыха продолжительностью 1 месяц выполняли 2-ю серию из девяти последовательных сеансов ОПУ в аналогичном временном режиме.

Для проведения клинических исследований в дни проведения сеансов ОПУ, а также в аналогичные дни в течение гормонально синхронизированного полового цикла выполняли отбор образцов крови из хвостовой вены в одноразовые вакуумные пробирки Vacuette (GreinerBio-One, Австрия) с антикоагулянтом ЭДТА. Клинические показатели крови (число эритроцитов,  $10^{12}/л$  (RBC), средний объем эритроцита, фл (MCV), содержание гемоглобина, г/л (HGB), гематокрит, % (HTC), число лейкоцитов,  $10^9/л$  (WBC) и их распределение на лимфоциты (LYM), средние клетки (MID), включая моноциты, базофилы, эозинофилы и их предшественники, и гранулоциты (GRA)) определяли с использованием системных реагентов.

**Оборудование и технические средства.** Исследования проводили в лаборатории экспериментальной эмбриологии и в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Для проведения пункции фолликулов использовали систему для ОПУ у крупного рогатого скота (Minitube, Германия), в комплект которой входит ультразвуковой сканер ProSound 2 (Aloka, Япония), ультразвуковой секторный зонд с частотой 5 МГц (Aloka

UST-9111-5, 5 МГц/90°/14 мм) с держателем и вакуумный насос. Для поиска ооцитов использовали стереомикроскоп (Nikon, Япония). Клинический анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе Micros CC-20 Plus (HTI, США).

**Статистическая обработка полученных данных.** Для статистической обработки данных использовали офисный программный комплекс «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Для получения сопоставимых значений с первым периодом, продолжительность которого составила 21 день, средние значения показателей для второго и третьего периодов, в которых проводились сеансы ОПУ, рассчитывали для первых шести сеансов ОПУ (на 4-, 7-, 11-, 14-, 18- и 21-й дни полового цикла). Достоверность различий в значениях клинических показателей крови между 1-й и 2-й сериями ОПУ и между различными днями отбора образцов внутри исследуемых периодов определяли с использованием непараметрического Т-критерия Вилкоксона для зависимых выборок; между первым периодом по отношению к второму и третьему периодам (вследствие различного числа наблюдений) – непараметрический критерий Манна-Уитни для независимых выборок. Различия считали значимыми при  $P \leq 0,05$ . Для лучшего понимания полученных цифровых значений, наряду со средними значениями проводили расчет стандартных ошибок.

### Результаты исследований.

Данные о средних показателях клинических показателей крови в исследуемые периоды у телок-доноров холмогорской породы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения клинических показателей крови в исследуемые периоды у телок-доноров холмогорской породы

Table 1. Mean values of clinical blood parameters in the studied periods in donor heifers of the Kholmogor breed

| Показатель / Indices                | Период / Period (M±m)       |                                                 |                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                     | половой цикл / Estrus cycle | 1-я серия ОПУ* / 1 <sup>st</sup> series of OPU* | 2-серия ОПУ* / 2 <sup>nd</sup> series of OPU* |
| RBC, $10^{12}/л$ / RBC, $10^{12}/л$ | 6,07±0,09                   | 5,96±0,08 <sup>c</sup>                          | 6,27±0,06 <sup>c</sup>                        |
| MCV, фл / MCV, fl                   | 41,66±0,40                  | 42,25±0,34                                      | 40,93±0,97                                    |
| HGB, г/л / HGB, g/l                 | 102,00±1,3                  | 104,76±1,12                                     | 104,36±0,84                                   |
| HTC, % / HTC, %                     | 25,24±0,30 <sup>c</sup>     | 25,15±0,38 <sup>d</sup>                         | 26,22±0,21 <sup>c,d</sup>                     |
| WBC, $10^9/л$ / WBC, $10^9/л$       | 6,41±0,22 <sup>c</sup>      | 6,84±0,20 <sup>d</sup>                          | 5,72±0,23 <sup>c,d</sup>                      |
| LYM, $10^9/л$ / LYM, $10^9/л$       | 3,17±0,18 <sup>a</sup>      | 3,34±0,19 <sup>b</sup>                          | 2,38±0,09 <sup>a,b</sup>                      |
| MID, $10^9/л$ / MID, $10^9/л$       | 0,39±0,02                   | 0,48±0,03                                       | 0,48±0,04                                     |
| GRA, $10^9/л$ / GRA, $10^9/л$       | 2,85±0,16                   | 3,01±0,18                                       | 2,86±0,18                                     |

Примечание: М – среднее значение; m – стандартная ошибка; \* – средние значения показателей для периодов, в которых проводились сеансы ОПУ, приведены для первых шести сеансов (на 4-, 7-, 11-, 14-, 18- и 21-й дни полового цикла); RBC – число эритроцитов,  $10^{12}/л$ ; MCV – средний объем эритроцита, фл; HGB – содержание гемоглобина, г/л; HTC – гематокрит, %; WBC – число лейкоцитов,  $10^9/л$ ; LYM – лимфоциты,  $10^9/л$ ; MID – средние клетки,  $10^9/л$ ; GRA – гранулоциты,  $10^9/л$ ; различия в значениях показателя между периодами, маркированными одинаковыми надстрочными буквами, достоверны при <sup>a,b</sup> $p < 0,01$ , <sup>c,d</sup> $p < 0,05$

Note: M – mean value; m – standard error; \* – the mean values of the indices for the periods in which the OPU sessions were conducted are given for the first six sessions (on 4-, 7-, 11-, 14-, 18- and the 21<sup>st</sup> day of the estrus cycle); RBC – the number of red blood cells,  $10^{12}/L$ ; MCV – the average volume of red blood cells, fl; HGB – hemoglobin content, g/L; HTC – hematocrit, %; WBC – number of leukocytes,  $10^9/L$ ; LYM – lymphocytes,  $10^9/L$ ; MID – medium cells,  $10^9/L$ ; GRA – granulocytes,  $10^9/L$ ; differences in the values of the indices between periods marked with the same superscript letters are significant at <sup>a,b</sup> $p < 0.01$ , <sup>c,d</sup> $p < 0.05$

Достоверные различия между группами, маркированными одинаковыми надстрочными буквами, то есть различия были достоверны между группами половой цикл – 2-ая серия OPU (надстрочная буква c) и 1-ая и 2-ая серия OPU (надстрочная буква d). Между группами половой цикл – 1-ая серия OPU различия были недостоверны; Из-за малого размера выборки применяли непараметрическую статистику (Т-критерий Вилкоксона и U-критерий Манна-Уитни. Данные методы не используют значение ошибки для оценки достоверности различий. Ошибку приводили для облегчения интерпретации результатов.

Как следует из данных, представленных в таблице 1, значения клинических показателей крови у телок-доноров холмогорской породы, в целом, были сопоставимы со значения аналогичных показателей, установленных в исследованиях других авторов (табл. 2).

Таблица 2. Референтные значения клинических показателей крови телок и коров  
Table 2. Reference values of clinical blood parameters of heifers and cows

| Показатель / Indicator              | Период / Period                                |                        |                        |                                                 |                        |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
|                                     | Сеин О.Б. и др. (2012) / Sein OB et al. (2012) | Roland L et al. (2014) | Herman N et al. (2018) | Гусев И.В. и др.(2019) / Gusev IV et al. (2019) | Kowsar R et al. (2021) |
| RBC, $10^{12}/л$ / RBC, $10^{12}/l$ | 6,01-7,06                                      | 5,1-7,6                | 4,3-8,8                | 5,2-8,2                                         | 4,40-8,67              |
| HGB, г/л / HGB, g/l                 | 102,0-118,5                                    | 85-122                 | 68-141                 | 84-122                                          | 88-120                 |
| HTC, % / HTC, %                     | -                                              | 22-33                  | 20-41                  | 23,2-34,2                                       | 22,4-37,4              |
| WBC, $10^9/л$ / WBC, $10^9/l$       | 6,83-8,33                                      | 4,9-12,0               | 2,9-11,6               | 5,3-16,6                                        | 3,49-15,09             |

Примечание: RBC – число эритроцитов,  $10^{12}/л$ ; HGB – содержание гемоглобина, г/л;

HTC – гематокрит, %;

WBC – число лейкоцитов,  $10^9/л$ .

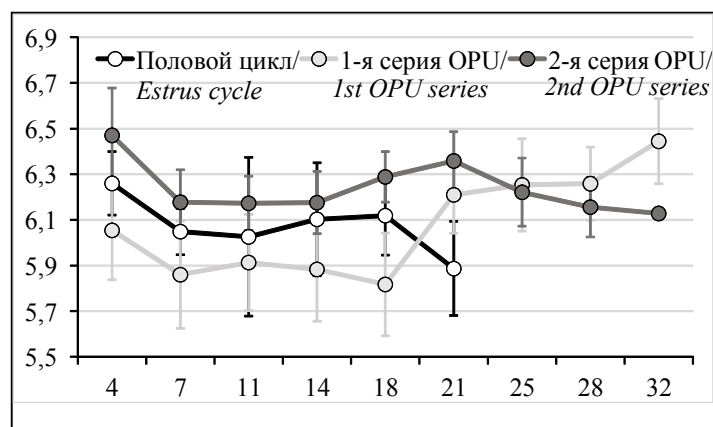
Note: RBC – number of erythrocytes,  $10^{12}/L$ ; HGB – hemoglobin content, g/L; HTC – hematocrit, %;

WBC – number of leukocytes,  $10^9/L$ .

Сравнение значений клинических показателей крови между периодами эксперимента показало, что при проведении 2-й серии OPU в крови телок-доноров наблюдались достоверно более высокие значения числа эритроцитов по сравнению со значениями данного показателя при проведении 1-й серии OPU ( $P \leq 0,05$ ). Уровень гематокрита при проведении 2-й серии OPU достоверно превышал значения показателя по сравнению с проведением 1-й серии OPU, а также с половым циклом, в котором манипуляции с яичниками не проводились. Содержание лейкоцитов в крови доноров при проведении 2-й серии OPU, напротив, было достоверно ниже ( $P \leq 0,05$ ), при этом снижение было обусловлено, главным образом, уменьшением числа лимфоцитов ( $P \leq 0,05$ ) (табл. 1).

Динамика числа эритроцитов, содержания гемоглобина и гематокрита показана на рисунках 1-3.

Как следует из данных, представленных на рисунке 1, число эритроцитов в течение полового цикла было минимальным на 21-й день ( $5,89 \cdot 10^{12}/л$ ), максимальным – на 4-й день (до  $6,26 \cdot 10^{12}/л$ ). Для сравнения в день прихода телок в охоту (день 0) содержание эритроцитов составляло  $6,28 \cdot 10^{12}/л$ , при этом различия между исследуемыми днями полового цикла были не достоверны. Мы не наблюдали достоверных различий в числе эритроцитов, как между периодами в аналогичные дни, так и между различными днями в каждом из периодов проведения экспериментов, что позволяет сделать вывод об отсутствии видимого влияния последовательных сеансов OPU на данный показатель (рис. 1). Следует указать на несколько более высокую вариабельность числа эритроцитов при проведении 1-й серии OPU по сравнению со 2-й серией OPU:  $Cv=9,0$  против  $6,0$  %. Значение коэффициента вариации числа эритроцитов в течение полового цикла при отсутствии проведения процедур OPU составило  $9,1$  %.



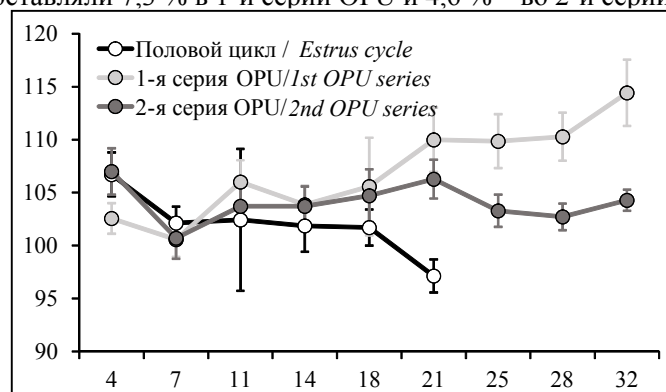
Примечание: ось X – день отбора образцов (день 0 – день прихода в охоту); ось Y – содержание эритроцитов,  $10^{12}/л$ ; в качестве пределов погрешностей использованы значения стандартной ошибки

Note: X – axis is the day of sampling (day 0 is the day of estrus); Y – axis is the red blood cell content,  $10^{12}/L$ ; standard error values are used as error limits

Рисунок 1. Содержание эритроцитов в дни проведения ОПУ и в аналогичные дни гормонально синхронизированного полового цикла

Figure 1. The content of red blood cells on the days of OPU session and on similar days of the hormonally synchronized estrus cycle

Анализ динамики содержания гемоглобина показал отсутствие достоверных различий между периодами эксперимента с 4-го по 18-й дни, в то время как на 21-й день (6-й сеанс ОПУ) была установлена достоверно более высокая концентрация гемоглобина в крови телок-доноров, как в 1-й, так и во 2-й сериях ОПУ по сравнению с половым циклом, в котором манипуляции с яичниками не проводились:  $110,0 \pm 3,04$  г/л и  $106,29 \pm 1,84$  г/л против  $97,14 \pm 1,56$  г/л ( $P \leq 0,01$ ). С 7-го по 9-й сеансы ОПУ соответственно на 25-, 28- и 32-й дни отмечалось достоверно более высокое содержание гемоглобина при проведении 1-й по сравнению со 2-й серией ОПУ:  $109,86$ - $114,43$  г/л против  $102,71$ - $104,29$  г/л ( $P \leq 0,01$ ). Наибольшая вариабельность содержания гемоглобина отмечалась в первом периоде эксперимента:  $C_v = 8,3\%$ , в то время как при проведении процедур ОПУ значения данного показателя составляли  $7,3\%$  в 1-й серии ОПУ и  $4,6\%$  – во 2-й серии ОПУ.



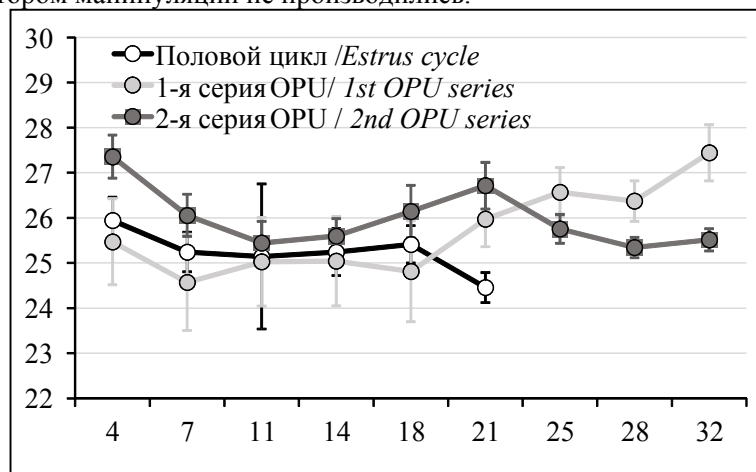
Примечание: ось X – день отбора образцов (день 0 – день прихода в охоту); ось Y – содержание гемоглобина, г/л; в качестве пределов погрешностей использованы значения стандартной ошибки

Note: X – axis is the day of sampling (day 0 is the day of estrus); Y – axis is the hemoglobin content, g/L; standard error values are used as error limits

Рисунок 2. Содержание гемоглобина в дни проведения ОПУ и в аналогичные дни гормонально синхронизированного полового цикла

Figure 2. Hemoglobin content on the days of OPU sessions and on similar days of the hormonally synchronized estrus cycle

Мы не наблюдали значительных различий в уровне гематокрита в аналогичные дни между периодами эксперимента (рис. 3). Вариабельность показателя была относительно низкой и составляла 8,9 % при проведении 1-й серии ОПУ, 4,7 % – при проведении 2-й серии ОПУ и 7,8 % – в половом цикле, в котором манипуляции не производились.

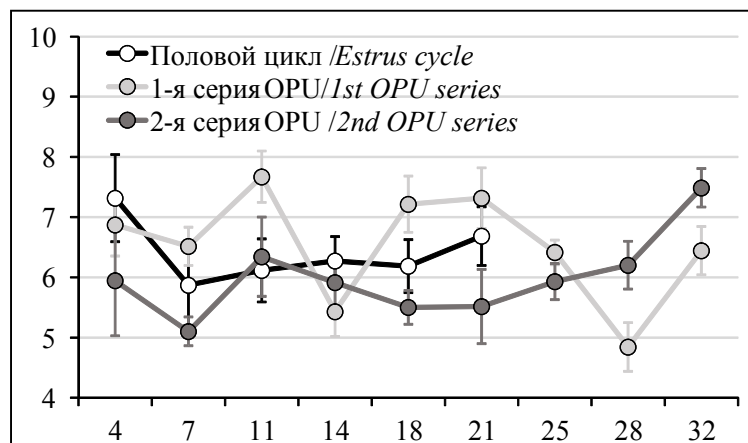


Примечание: ось X – день отбора образцов (день 0 – день прихода в охоту); ось Y – гематокрит, %; в качестве пределов погрешностей использованы значения стандартной ошибки  
 Note: X – axis is the day of sampling (day 0 is the day of estrus); Y – axis is hematocrit, %; standard error values are used as error limits

Рисунок 3. Уровень гематокрита в дни проведения ОПУ и в аналогичные дни гормонально синхронизированного полового цикла

Figure 3. Hematocrit level on the days of OPU sessions and on similar days of the hormonally synchronized estrus cycle

Как показано на рисунке 4, проведение серий последовательных сеансов ОПУ не оказывало достоверного влияния на содержание лейкоцитов по сравнению с первым периодом эксперимента. С другой стороны, между двумя сериями ОПУ в ряде случаев наблюдались достоверные различия, однако в различные дни они носили разнонаправленный характер. Следует указать на существенно более высокий уровень вариабельности показателя числа лейкоцитов по сравнению с числом эритроцитов, содержанием гемоглобина и гематокрита. Значения коэффициента вариации составили  $C_v=20,6$  и  $23,5$  % соответственно в 1-й и 2-й сериях ОПУ и  $C_v=22,7$  % – при отсутствии процедур ОПУ.



Примечание: ось X – день отбора образцов (день 0 – день прихода в охоту); ось Y – содержание лейкоцитов,  $10^9/\text{л}$ ; в качестве пределов погрешностей использованы значения стандартной ошибки  
 Note: X – axis is the day of sampling (day 0 is the day of estrus); Y – axis is the white blood cell count,  $10^9/\text{L}$ ; standard error values are used as error limits

Рисунок 4. Содержание лейкоцитов в дни проведения ОПУ и в аналогичные дни гормонально синхронизированного полового цикла

Figure 4. White blood cell count on the days of OPU sessions and on similar days of the hormonally synchronized estrus cycle

**Обсуждение полученных результатов.**

Проведенные нами исследования клинических показателей крови половозрелых телок-доноров холмогорской породы при проведении двух серий из девяти последовательных сеансов ОРУ в каждой, а также в течение полового цикла, в котором манипуляции с яичниками не проводились, показали, что содержание эритроцитов, гемоглобина, гематокрита и лейкоцитов, в целом, соответствовали значениям показателей, установленных другими авторами. Так, например, у телок красно-пестрой породы содержание эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в зависимости от стадии полового цикла составляло соответственно  $6,01 \pm 0,25 \cdot 10^{12}/\text{л}$  -  $7,06 \pm 0,12 \cdot 10^{12}/\text{л}$ ,  $6,83 \pm 0,31 \cdot 10^9/\text{л}$  -  $8,33 \pm 0,24 \cdot 10^9/\text{л}$  и  $102,0 \pm 2,16$  г/л -  $118,5 \pm 3,16$  г/л (Сеин О.Б. и др., 2012). У животных черно-пестрой породы содержание лейкоцитов в течение полового цикла находилось в пределах от  $6,2 \cdot 10^9/\text{л}$  до  $7,0 \cdot 10^9/\text{л}$  у телок и от  $6,7 \cdot 10^9/\text{л}$  до  $7,4 \cdot 10^9/\text{л}$  – у коров (Гладких О.А. и Оленина Н.В., 2015). Содержание лейкоцитов и гематокрит в крови нормально циклирующих лактирующих коров холмогорской породы в среднем составили соответственно  $5,52 \pm 0,17 \cdot 10^9/\text{л}$  и  $31,10 \pm 0,55$  % с вариациями у отдельных животных от  $5,03 \cdot 10^9/\text{л}$  до  $6,01 \cdot 10^9/\text{л}$  и от 27,80 до 34,49 % (Mongalev NP et al., 2020).

Проведенные нами исследования клинических показателей крови телок-доноров холмогорской породы при проведении двух последовательных серий ОРУ по сравнению с аналогичными показателями в течение полового цикла, в котором манипуляции с яичниками не проводились, показали достоверное повышение уровня гематокрита ( $26,22 \pm 0,21$  против  $25,24 \pm 0,30$ ,  $P \leq 0,05$ ) и снижение числа лейкоцитов ( $5,72 \pm 0,23 \cdot 10^9/\text{л}$  против  $6,41 \pm 0,22 \cdot 10^9/\text{л}$ ), в том числе лимфоцитов ( $2,38 \pm 0,09 \cdot 10^9/\text{л}$  против  $3,17 \pm 0,18 \cdot 10^9/\text{л}$ ,  $P \leq 0,01$ ) при проведении 2-й серии ОРУ. Сравнение клинических показателей крови между периодами эксперимента, в которых проводились процедуры аспирации фолликулов, показало при проведении 2-й серии ОРУ увеличение числа эритроцитов ( $6,27 \pm 0,06 \cdot 10^{12}/\text{л}$  против  $5,96 \pm 0,08 \cdot 10^{12}/\text{л}$ ,  $P \leq 0,05$ ), гематокрита ( $26,22 \pm 0,21\%$  против  $25,15 \pm 0,38$  %,  $P \leq 0,05$ ), снижение числа лейкоцитов ( $5,72 \pm 0,23 \cdot 10^9/\text{л}$  против  $6,84 \pm 0,20 \cdot 10^9/\text{л}$ ,  $P \leq 0,05$ ), включая лимфоциты ( $2,38 \pm 0,09 \cdot 10^9/\text{л}$  против  $3,34 \pm 0,19 \cdot 10^9/\text{л}$ ,  $P \leq 0,01$ ). Сравнение значений клинических показателей крови в дни проведения сеансов ОРУ с аналогичными днями полового цикла, в котором аспирацию фолликулов не проводили, в большинстве случаев, не выявили достоверных различий.

**Заключение.**

Полученные данные можно рассматривать как указание на отсутствие видимого влияния интенсивного проведения ОРУ (две серии по девять последовательных сеансов ОРУ дважды в неделю с периодом отдыха между сериями 1 месяц) на клиническое состояние доноров. В этой связи, данный временной режим может быть рекомендован для получения ооцитов у телок-доноров холмогорской породы.

**Список источников**

1. Гладких О.А., Оленина Н.В. Общие гематологические показатели у коров и телок во время половой активности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 6. С. 65-67. [Gladkikh OA, Olenina NV. General hematological parameters in cows and heifers during sexual activity. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015;6:65-67. (In Russ.)].
2. Динамика клинических показателей крови в течение полового цикла у телок-доноров различных пород / Р.Ю. Чинаров, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, В.А. Луканина // Молочное и мясное скотоводство. 2024а. № 5. С. 37-40. [Chinarov RYu, Bogolyubova NV, Rykov RA, Lukanina VA. Clinical blood parameters dynamics during the estrus cycle in different breeds donor heifers. Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding. 2024a;5:37-40. (In Russ.)]. doi: 10.33943/MMS.2024.21.59.007
3. Динамика содержания половых гормонов в крови телок-доноров истобенской породы при проведении последовательных сеансов ОРУ / Р.Ю. Чинаров, В.А. Луканина, О.С. Митяшова, Г.Н. Сингина, А.А. Сермягин, И.Ю. Лебедева // Ветеринария и



кормление. 2024б. № 4. С. 108-113. [Chinarov RYu, Lukanina VA, Mityashova OS, Singina GN, Sermyagin AA, Lebedeva IYu. Dynamics of the content of reproductive hormones in the blood of donor heifers of the Istoben breed at conducting consecutive OPU sessions. Veterinaria i kormlenie. 2024b;4:108-113. (In Russ.).]. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-4-23

4. Исследование ассоциаций клинических показателей крови с результативностью OPU у коров локальных пород / В.А. Луканина, Р.Ю. Чинаров, Р.А. Рыков, Н.В. Боголюбова, Г.Н. Сингина // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38, № 3. С. 60-66. [Lukanina VA, Chinarov RYu, Rykov RA, Bogolyubova NV, Singina GN. Association study of blood constituents with the efficiency of OPU in cows of local breeds. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2024;38(3):60-66. (In Russ.).]. doi: 10.53859/02352451\_2024\_38\_3\_60

5. Контроль биохимического статуса свиней и коров: руководство / И.В. Гусев, Н.В. Боголюбова, Р.А. Рыков, Г.Н. Левина. Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2019. 41 с. [Gusev IV, Bogolyubova NV, Rykov RA, Levina GN. Kontrol biokhimicheskogo statusa sviney i korov: rukovodstvo. Dubrovitsy: VIZH im. L.K. Ernsta; 2019:41 p. (In Russ.).]

6. Медетов Е.С. Интерьерные показатели коров голштино-фризской породы при сочетанном применении крезацина и половых гормонов // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 2. С. 128-138. [Medetov ES. Interior parameters of the Holstein-Friesian cows with the combined use of krezacin and sex hormones. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(2):128-138. (In Russ.).]. doi: 10.33284/2658-3135-107-2-128

7. Мкртчян Г.В. Клинические и биохимические показатели крови у коров разных наследственных типов // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 3-2(117). С. 30-34. [Mkrtychyan GV. Clinical and biochemical blood parameters in cows of different hereditary types. International Research Journal. 2022;3-2(117):30-34. (In Russ.).]. doi: 10.23670/IRJ.2022.117.3.043

8. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: монография / под. ред. Некрасова Р.В., Головина А.В., Махаева Е.А. М.: Российская академия наук, 2018. 290 с. [Nekrasova RV, Golovina AV, Makhaeva EA, editors. Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients: monograph. Moscow: Rossijskaja akademija nauk; 2018:290 p. (In Russ.).]

9. Сеин О.Б., Фурман Ю.В., Чмыхов С.Н. Особенности половой цикличности и биохимического статуса у тёлочек в период становления половой функции // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 108-111. [Sein OB, Furman YuV, Chmykhov SN. Osobennosti polovoj ciklichnosti i biohimicheskogo statusa u tjolok v period stanovlenija polovoj funkicii. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2012;1:108-111. (In Russ.).]

10. 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

11. Akhoun ZA, Ahmed R, Peer FU, Sheikh GG, Shibani K. Comparative haematology of cows during oestrus period and non-oestrus period. Vet Pract. 2012;13(1):78-79.

12. Boudjellaba S, Ainouz L, Tennah S, Temim S, Iguer-Ouada M. Reproduction performance and blood biochemical parameters in dairy cows: Relationship with oxidative stress status. Veterinary World. 2018;11(6):883-888. doi: 10.14202/vetworld.2018.883-888

13. Chaubal SA, Molina JA, Ohlrichs CL, Ferre LB, Faber DC, Bols PEJ et al. Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period. Theriogenology. 2006;65(8): 1631-1648. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.07.020

14. Crane EM, Munro JC, Bourgon SL, Diel de Amorim M, Ventura R, Fredeen AH, Montanholi YR. Metabolic blood profile of beef heifers during oestrous and non-oestrous states. Reprod Domest Anim. 2016;51(5):819-826. doi: 10.1111/rda.12763

15. Ding LJ, Tian HB, Wang JJ, Chen J, Sha HY, Chen JQ, Cheng GX. Different intervals of ovum pick-up affect the competence of oocytes to support the preimplantation development of cloned bovine embryos. *Molecular Reproduction and Development*. 2008;75(12):1710-1715. doi: 10.1002/mrd.20922
16. Herman N, Trumel C, Geffré A, Braun JP, Thibault M, Schelcher F, Bourges-Abella N. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *J Vet Diagn Invest*. 2018;30:678-687. doi: 10.1177/1040638718790310
17. Kadwal MH, Rahmani MM., Memlawal R. Blood metabolites and hormonal profiles in dairy cows during estrus cycle in Jalalabad Afghanistan. *Nangarhar University International Journal of Biosciences*. 2023;2(01):01-14. doi: 10.70436/nuijb.v2i01.15
18. Kowsar R, Komeili M, Sadeghi N, Sadeghi K. Multistep analysis reveals the relationship between blood indices at the time of ovum pick-up and in vitro embryo production in heifers. *Theriogenology*. 2021;159:153-164. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.10.026
19. Mongalev NP, Vasilenko TF, Rubtsova LYu. Number of lymphocytes, neutrophils in the blood and their ratio as indicators of resumption of normal estrous cycles in cows. *Problems of Productive Animal Biology*. 2020;3:82-88. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.3.82-88
20. Roland L, Drillich M, Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *J Vet Diagn Invest*. 2014;26(5):592-598. doi: 10.1177/1040638714546490

### References

1. Gladkikh OA, Olenina NV. General hematological parameters in cows and heifers during sexual activity. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2015;6:65-67.
2. Chinarov RYu, Bogolyubova NV, Rykov RA, Lukanina VA. Clinical blood parameters dynamics during the estrus cycle in different breeds donor heifers. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2024a;5:37-40. doi: 10.33943/MMS.2024.21.59.007
3. Chinarov RYu, Lukanina VA, Mityashova OS, Singina GN, Sermyagin AA, Lebedeva IYu. Dynamics of the content of reproductive hormones in the blood of donor heifers of the Istoben breed at conducting consecutive OPU sessions. *Veterinary Science and Feeding*. 2024b;4:108-113. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-4-23
4. Lukanina VA, Chinarov RYu, Rykov RA, Bogolyubova NV, Singina GN. Association study of blood constituents with the efficiency of OPU in cows of local breeds. *Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex*. 2024;38(3):60-66. doi: 10.53859/02352451\_2024\_38\_3\_60
5. Gusev IV, Bogolyubova NV, Rykov RA, Levina GN. Monitoring the biochemical status of pigs and cows: a guide. *Dubrovitsy: VIZH im. L.K. Ernsta*; 2019:41 p.
6. Medetov ES. Interior parameters of the Holstein-Friesian cows with the combined use of krezacin and sex hormones. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(2):128-138. doi: 10.33284/2658-3135-107-2-128
7. Mkrtchyan GV. Clinical and biochemical blood parameters in cows of different hereditary types. *International Research Journal*. 2022;3-2(117):30-34. doi: 10.23670/IRJ.2022.117.3.043
8. Nekrasova RV, Golovina AV, Makhaeva EA, editors. Standards requirements of dairy cattle and pigs in nutrients: monograph. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2018:290 p.
9. Sein OB, Furman YuV, Chmykhov SN. Peculiarities of sexual cycle and biochemical status in heifers during the period of sexual function development. *Bulletin of the Kursk Article of the Agricultural Academy*. 2012;1:108-111.
10. 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.2024.2.194eng
11. Akhoon ZA, Ahmed R, Peer FU, Sheikh GG, Shibani K. Comparative haematology of cows during oestrus period and non-oestrus period. *Vet Pract*. 2012;13(1):78-79.

12. Boudjellaba S, Ainouz L, Tennah S, Temim S, Iguer-Ouada M. Reproduction performance and blood biochemical parameters in dairy cows: Relationship with oxidative stress status. *Veterinary World*. 2018;11(6):883-888. doi: 10.14202/vetworld.2018.883-888
13. Chaubal SA, Molina JA, Ohlrichs CL, Ferre LB, Faber DC, Bols PEJ et al. Comparison of different transvaginal ovum pick-up protocols to optimise oocyte retrieval and embryo production over a 10-week period. *Theriogenology*. 2006;65(8): 1631-1648. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.07.020
14. Crane EM, Munro JC, Bourgon SL, Diel de Amorim M, Ventura R, Fredeen AH, Montanholi YR. Metabolic blood profile of beef heifers during oestrous and non-oestrous states. *Reprod Domest Anim*. 2016;51(5):819-826. doi: 10.1111/rda.12763
15. Ding LJ, Tian HB, Wang JJ, Chen J, Sha HY, Chen JQ, Cheng GX. Different intervals of ovum pick-up affect the competence of oocytes to support the preimplantation development of cloned bovine embryos. *Molecular Reproduction and Development*. 2008;75(12):1710-1715. doi: 10.1002/mrd.20922
16. Herman N, Trumel C, Geffré A, Braun JP, Thibault M, Schelcher F, Bourges-Abella N. Hematology reference intervals for adult cows in France using the Sysmex XT-2000iV analyzer. *J Vet Diagn Invest*. 2018;30:678-687. doi: 10.1177/1040638718790310
17. Kadwal MH, Rahmani MM., Memlawal R. Blood metabolites and hormonal profiles in dairy cows during estrus cycle in Jalalabad Afghanistan. *Nangarhar University International Journal of Biosciences*. 2023;2(01):01-14. doi: 10.70436/nuijb.v2i01.15
18. Kowsar R, Komeili M, Sadeghi N, Sadeghi K. Multistep analysis reveals the relationship between blood indices at the time of ovum pick-up and in vitro embryo production in heifers. *Theriogenology*. 2021;159:153-164. doi: 10.1016/j.theriogenology.2020.10.026
19. Mongalev NP, Vasilenko TF, Rubtsova LYu. Number of lymphocytes, neutrophils in the blood and their ratio as indicators of resumption of normal estrous cycles in cows. *Problems of Productive Animal Biology*. 2020;3:82-88. doi: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2020.3.82-88
20. Roland L, Drillich M, Iwersen M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *J Vet Diagn Invest*. 2014;26(5):592-598. doi: 10.1177/1040638714546490

**Информация об авторах:**

**Роман Юрьевич Чинаров**, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, тел.: +74967651163.

**Виктория Александровна Луканина**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, тел.: +74967651163.

**Надежда Владимировна Боголюбова**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, тел.: +74967651169.

**Роман Анатольевич Рыков**, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, 142132, Московская обл., г.о. Подольск, п. Дубровицы, д. 60, тел.: +74967651169.

**Information about the authors:**

**Roman Yu Chinarov**, Cand. Sci. (Veterinary), Senior Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology, Federal Research Center for Animal Husbandry – VIZ named after Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, tel.: +74967651163.

**Victoria A Lukanina**, Cand. Sci. (Biology), Junior Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology, Federal Research Center of Animal Husbandry – VIZ named after Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, tel.: +74967651163.

**Nadezhda V Bogolyubova**, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center of Animal Husbandry – VIZ named after Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, tel.: +74967651169.

**Roman A Rykov**, Senior Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals, Federal Research Center of Animal Husbandry – Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, tel.: +74967651169.

Статья поступила в редакцию 21.10.2024; одобрена после рецензирования 26.02.2025; принята к публикации 17.03.2025.

The article was submitted 21.10.2024; approved after reviewing 26.02.2025; accepted for publication 17.03.2025.