

С.С. Белокурова ✉

Р.Ю. Чинаров

В.А. Луканина

Г.Н. Сингина

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

✉ socialabs@mail.ru

Поступила в редакцию: 20.06.2025

Одобрена после рецензирования: 11.10.2025

Принята к публикации: 26.10.2025

© Белокурова С.С., Чинаров Р.Ю.,
Луканина В.А., Сингина Г.Н.

Sofia S. Belokurova ✉

Roman Yu. Chinarov

Viktoria A. Lukanina

Galina N. Singina

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

✉ socialabs@mail.ru

Received by the editorial office: 20.06.2025

Accepted in revised: 11.10.2025

Accepted for publication: 26.10.2025

© Belokurova S.S., Chinarov R.Yu.,
Lukanina V.A., Singina G.N.

Влияние различных временных режимов проведения сеансов ОПУ на развитие овариальных фолликулов у тёлочек сычёвской породы

РЕЗЮМЕ

С учетом влияния большого количества факторов на результативность трансвагинальной УЗИ-ассистированной аспирации овариальных фолликулов (ОПУ), среди которых породные и индивидуальные особенности животных, необходим подбор оптимальных режимов проведения ОПУ для разных пород крупного рогатого скота. Стоит отметить, что особенно актуальным является изучение параметров, влияющих на проведение технологии ОПУ/ИВР, в рамках создания криобанков эмбрионов отечественных пород крупного рогатого скота, так как они имеют ограниченную численность. Данное исследование было проведено в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на тёлках сычёвской породы, признанной генофондной.

Цель работы — изучение влияния кратности проведения сеансов ОПУ (1 или 2 раза в неделю) на паттерн развития овариальных фолликулов во взаимосвязи с количеством и качеством извлекаемых ооцитов.

В ходе исследования было установлено, что при уменьшении интервала между сеансами ОПУ с 7 до 3–4 суток происходило увеличение (на 73,8%) числа аспирированных фолликулов среднего размера с одновременным уменьшением числа и доли дегенерированных ооцитов. Так, в группе, подвергающейся ОПУ дважды в неделю, доля пригодных ооцитов составляла 62,8% против 53,3% в группе, в которой сеансы проводили один раз в неделю. При этом доля аспирированных фолликулов от общего числа УЗИ-видимых фолликулов между группами не различалась (78,6% против 78,4%). С учетом полученных результатов оптимальным режимом проведения сеансов ОПУ на тёлках сычёвской породы было принято считать проведение процедуры два раза в неделю.

Ключевые слова: вспомогательные репродуктивные технологии, ОПУ, сычевская порода, УЗИ, ооцит-кумулусные комплексы, размер фолликулов, тёлки-доноры

Для цитирования: Белокурова С.С., Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н. Влияние различных временных режимов проведения сеансов ОПУ на развитие овариальных фолликулов у тёлочек сычёвской породы. *Аграрная наука*. 2025; 400 (11): 76–82. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-76-82>

The influence of different time modes of OPU sessions on the development of ovarian follicles in heifers of the Sychev breed

ABSTRACT

Since the effectiveness of OPU is influenced by a large number of factors, including the breed and individual characteristics of animals, it is necessary to select the optimal OPU modes for different breeds of cattle. It is worth noting that it is particularly relevant to study the factors affecting the effectiveness of OPU/IVP in the framework of creating cryobanks of embryos of domestic cattle breeds, since they have a limited number. This study was conducted at the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry on heifers of the Sychev breed recognized by the gene pool.

The aim of the work was to study the effect of the frequency of OPU sessions (1 or 2 times a week) on the pattern of ovarian follicle development in relation to the quantity and quality of extracted oocytes.

During the study, it was found that with a decrease in the interval between OPU sessions from 7 to 3–4 days, there was an increase in the number of medium-sized aspirated follicles (by 73.8%) with a simultaneous decrease in the number and proportion of degenerated oocytes. Thus, in the group undergoing OPU twice a week, the proportion of usable oocytes was 62.8% versus 53.3% in the group in which the sessions were performed once a week. At the same time, the proportion of aspirated follicles from the total number of ultrasound-visible follicles did not differ between the groups (78.6% versus 78.4%). Taking into account the results obtained, the optimal mode of conducting OPU sessions on Sychev heifers was considered to be twice a week.

Key words: assisted reproductive technologies, OPU, Sychev breed, ultrasound, cumulus-oocyte complexes, follicle size, donor-heifers

For citation: Belokurova S.S., Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N. The influence of different time modes of OPU sessions on the development of ovarian follicles in heifers of the Sychev breed. *Agrarian science*. 2025; 400 (11): 76–82 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-400-11-76-82>

Введение/Introduction

Первая трансвагинальная пункция фолликулов яйчников под ультразвуковым контролем (Ovum Pick-Up, OPU) у крупного рогатого скота была проведена в 1988 году, после чего было предпринято множество попыток повысить эффективность этого метода [1]. На сегодняшний день в скотоводстве OPU — это ключевой источник получения ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) для производства эмбрионов *in vitro* (*in vitro* produced, IVP) во всём мире [2–3]. Стоит отметить, что OPU/IVP постепенно вытесняет Multiple Ovulation Embryo Transfer (MOET) — традиционную технологию трансплантации эмбрионов *in vivo* (*in vivo* derived, IVD), вымываемых у коров после суперовуляции и искусственного осеменения [4–7].

Так, согласно данным по производству эмбрионов крупного рогатого скота во всём мире, в 2015 году количество эмбрионов *in vitro* впервые превзошло число получаемых эмбрионов *in vivo* и с тех пор продолжает расти. Проведение большого количества исследований, направленных на повышение результативности OPU/IVP, является определяющим фактором массового использования этой технологии в коммерческом производстве эмбрионов *in vitro*. К примеру, по данным за 2023 год в США, количество IVP-эмбрионов крупного рогатого скота приблизилось к 1 млн (968 043), что более чем в два раза превысило число, зарегистрированное в Бразилии. Среди европейских стран с наиболее высокими показателями в производстве эмбрионов (более 5000 в 2023 г.) были выделены Франция, Нидерланды и Великобритания [8].

По установленным данным, среди факторов, отражающихся на результативности OPU, было обнаружено влияние породных и индивидуальных особенностей доноров, включающих возраст, гормональный статус, индивидуальную реакцию, стадию полового цикла и количество антральных фолликулов в яйчниках [9–13].

Следует отметить, что оптимальный размер фолликулов, являющийся основным элементом в отношении отбора компетентных ооцитов при проведении трансвагинальной пункции [14], зависит от породы, физиологического состояния животных, протокола гормональной синхронизации полового цикла и частоты проведения OPU [15–17]. Поэтому особую актуальность в повышении результативности технологии OPU/IVP приобретает изучение фолликулогенеза в отношении количественных и качественных характеристик ооцитов при разной частоте проведения сеансов OPU у различных пород крупного рогатого скота. Подобные исследования особенно важны для отечественных пород, имеющих ограниченную численность, ведь развитие вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), в частности OPU/IVP, способствует увеличению

числа потомков от генетически ценных особей, тем самым увеличивая темпы генетического прогресса в селекции пород крупного рогатого скота и повышая эффективность программ по сохранению генофондных пород [18].

Сычёвская порода является отечественной породой крупного рогатого скота, численность поголовья которой, по данным Всемирной продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО)¹, относится к «критической» категории риска [19]. Выполненное ранее исследование эффективности различных временных режимов проведения сеансов OPU на тёлках сычёвской породы не выявило значительного различия во влиянии кратности сеансов (один или два раза в неделю) на количество и качество полученных ооцитов [20].

Стоит отметить, что сравнительный анализ проводился на основании оценки данных, полученных в начале эксперимента. На сегодняшний день на тёлках сычёвской породы полностью проведена запланированная серия последовательных сеансов трансвагинальной пункции фолликулов под ультразвуковым контролем, что позволяет провести более детальное исследование влияния различных интервалов между сеансами OPU на развитие овариальных фолликулов у тёлок сычёвской породы во взаимосвязи с количественными и качественными характеристиками извлеченных ооцитов.

Цель исследования — изучение влияния различной частоты проведения сеансов OPU (один или два раза в неделю) на паттерн развития овариальных фолликулов у тёлок сычёвской породы во взаимосвязи с количественными и качественными характеристиками извлекаемых ооцит-кумулюсных комплексов.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на тёлках сычёвской породы ($n = 8$) в возрасте 23–24 месяцев. Животные имели нормальную упитанность. Содержались беспривязно в условиях экспериментальной фермы ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Материалом исследования явились ультразвукографические изображения яйчников тёлок сычёвской породы, полученные при проведении серии последовательных сеансов трансвагинальной пункции овариальных фолликулов, а также ооцит-кумулюсные комплексы, извлеченные в ходе аспирации. Метод исследования — проведение трансвагинальной пункции овариальных фолликулов под ультразвуковым контролем с последующим анализом полученных ультразвукографических изображений яйчников тёлок сычёвской породы, а также оценки количественных и качественных характеристик ооцитов.

¹ <https://www.fao.org/home/ru>

В начале эксперимента тёлкам проводили гормональную синхронизацию полового цикла. Так, в день прихода тёлки в охоту применили препарат «Ферголин» (ООО «НИТА-ФАРМ», Россия) в дозе 2,5 мл на голову, действующее вещество гонадотропин релизинг-гормон (ГнРГ). За девять дней до прихода тёлки в охоту использовали тот же препарат в дозе 5 мл на голову, а за два дня до прихода тёлки в охоту — «Регостенон» (ООО «НИТА-ФАРМ», Россия) в дозе 3 мл на голову, действующее вещество простагландин F₂ (ПГФ₂). На четвертый день полового цикла тёлкам провели первый сеанс ОРУ.

В зависимости от частоты проведения сеансов трансвагинальной аспирации тёлки были разделены на две группы. Первая группа (n = 4) подвергалась ОРУ дважды в неделю, для каждого донора были проведены 10 сеансов. Во второй группе (n = 4) трансвагинальную пункцию фолликулов проводили один раз в неделю, количество сеансов для каждой тёлки — 5. Интервал по отношению к предыдущему дню проведения ОРУ в группах составил, соответственно, 3–4 и 7 суток.

Пункцию фолликулов осуществляли с помощью системы для ОРУ у крупного рогатого скота (Minitube, Германия), в комплект которой входили ультразвуковой сканер Versana Active (GE Healthcare, США), ультразвуковой секторный зонд с частотой 5 МГц (Aloka UST-9111-5, 5 МГц/90°/14 мм) с держателем, а также вакуумный насос для аспирации фолликулов и забора ооцитов. В экспериментальных группах определяли количество, процентное распределение и размер фолликулов, количество и качество полученных ооцит-кумулюсных комплексов и степень их извлечения.

Измерение фолликулов проводили в программе для просмотра и анализа медицинских изображений стандарта DICOM Vidar Dicom Viewer (ООО «ПО ВИДАР», Россия). Фолликулы классифицировались в зависимости от размера: на малые (диаметр менее 4 мм), средние (диаметр от 4 до 8 мм) и большие (диаметр 8 мм и более). Для поиска ооцитов использовали стереомикроскоп (Nikon, Япония).

По результатам оценки морфологических характеристик извлеченные ооциты [21] делили на три класса: хорошие, средние, дегенерированные.

Для статистической обработки данных использовали Microsoft Excel (Microsoft, США). Для определения достоверности выявленных различий между группами проводили расчет непараметрического критерия Манна — Уитни² для двух независимых выборок. Минимальный порог достоверности был установлен на уровне $p < 0,05$. Для лучшей интерпретации полученных значений проводили расчет средних значений и стандартных ошибок.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе исследования не было выявлено статистически достоверных различий между двумя группами в отношении количества фолликулов, визуализируемых в среднем у одного донора за сессию ($12,15 \pm 0,73$ против $11,1 \pm 1,19$ фолликулов соответственно, $p > 0,05$).

Из данных, приведенных на рисунке 1, наблюдалось увеличение (на 69,8%) числа УЗИ-видимых фолликулов среднего размера при сокращении интервала между сеансами ОРУ с 7 до 3–4 суток (с 3,15 до 5,35 фолликулов соответственно, $p < 0,05$ и $p < 0,01$).

При этом во второй группе, подвергающейся трансвагинальной пункции фолликулов один раз в неделю, было отмечено повышение (на 19,1%) среднего числа фолликулов малого размера по сравнению с первой группой (с 5,75 до 6,85 фолликулов соответственно, $p > 0,05$).

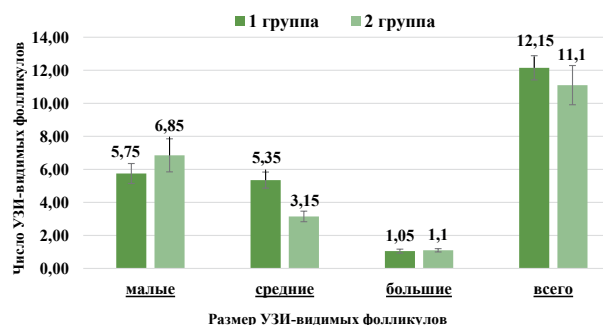
Доля аспирированных фолликулов от общего числа УЗИ-видимых фолликулов между группами не различалась. Она составила 78,6% в первой группе и 78,4% — во второй.

При анализе количества фолликулов, пунктированных в среднем у одной тёлки-донора за сессию, отмечалось увеличение (на 73,8%) числа фолликулов среднего размера в группе с интервалом 3–4 суток между сеансами ОРУ по сравнению с группой, в которой аспирацию фолликулов проводили один раз в неделю (с 2,95 до 5,13 фолликулов соответственно, $p < 0,05$ и $p < 0,01$). Разница в количестве фолликулов большого размера была незначительной ($p > 0,05$). В это же время в первой группе наблюдалось уменьшение числа фолликулов малого размера (на 27,3%) по сравнению со второй группой (с 4,65 до 3,38 фолликулов соответственно, $p < 0,05$). Это могло быть объяснено тем, что во второй группе у одной из тёлки среднее количество аспирированных фолликулов

Рис. 1. Количество овариальных фолликулов, УЗИ-визуализируемое в среднем за сессию у одной тёлки сычёвской породы

Fig. 1. The number of ovarian follicles, ultrasound-visualized on average per session in one heifer of the Sychev breed

Примечание: в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.



² <https://medstatistic.ru/methods/methods2.html>

малого размера на одну сессию OPU имело наибольшее значение ($13 \pm 1,67$ фолликула) и было выше, чем у остальных доноров, используемых в эксперименте ($p < 0,05$) (рис. 2).

Была проведена сравнительная оценка количества аспирированных и неаспирированных фолликулов яичников по классам в зависимости от частоты проведения сеансов OPU (рис. 3).

Так, среди неаспирированных больше всего наблюдались фолликулы малого размера: 2,38 фолликула в первой группе и 2,20 — во второй ($p > 0,05$), что составило, соответственно, 91,3% и 91,7% от общего числа фолликулов в этих группах доноров. Количество и доля неаспирированных фолликулов среднего размера между группами различались незначительно — 0,23 (8,7%) и 0,20 (8,3%) ($p > 0,05$). Как уже было отмечено ранее, большее количество пункций в первой группе с интервалом 4 суток между сеансами OPU приходилось на фолликулы среднего размера — 5,13 (53,7% от общего количества аспирированных фолликулов), что согласуется с результатами исследования, проведенного на другой породе крупного рогатого скота [22]. При этом меньше всего было аспирировано фолликулов большого размера — 1,05 (11,0%). Во второй группе с интервалом 7 суток между сеансами OPU больше всего аспираций приходилось на фолликулы малого размера — 4,65 (53,4%), меньше всего было пунктировано фолликулов большого размера — 1,10 (12,6%) (рис. 4).

Данные, полученные в результате измерений аспирированных фолликулов яичников тёлочек сычёвской породы, представлены в таблице 1.

Так, при увеличении частоты проведения сеансов OPU наблюдалось снижение диаметра фолликулов большого размера — с 11,9 до 9,8 мм. Это связано с тем, что на 5 начиналась стадия селекции доминантного фолликула. При этом при проведении аспираций дважды в неделю доминантный фолликул не успевал развиваться, и выделявшаяся когорта фолликулов находилась в промежуточной стадии роста, о чем свидетельствовало большое количество фолликулов среднего размера, визуализируемое в первой группе тёлочек-доноров.

Развитие доминантного фолликула при проведении сеансов OPU один раз в неделю, по-видимому, вызвало атрезию остальных фолликулов, что сказалось на качественных характеристиках извлекаемых ооцит-кумулюсных комплексов. Так, в первой группе доля пригодных ооцитов составила 62,8% при извлечении 59,2% против 53,3% при извлечении 60,3% во второй группе (рис. 5).

Проведенный анализ количества и процентного распределения ооцитов разных классов показал, что при сокращении интервала между сеансами OPU с 7 до 3–4 суток происходило снижение числа дегенерированных ооцитов в 1,2 раза в среднем с 2,45 до 2,1 ооцита ($p > 0,05$), что согласуется

Рис. 2. Количество овариальных фолликулов, аспирированных в среднем у одного донора за сессию OPU

Fig. 2. The number of ovarian follicles aspirated from an average donor per OPU session

Примечание: в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.

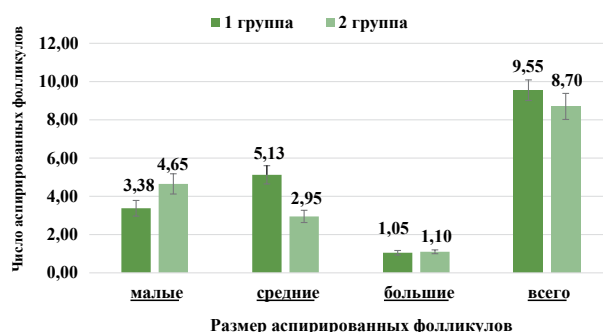


Рис. 3. Количество аспирированных и неаспирированных фолликулов яичников тёлочек сычёвской породы

Fig. 3. The number of aspirated and non-aspirated ovarian follicles of heifers of the Sychev breed

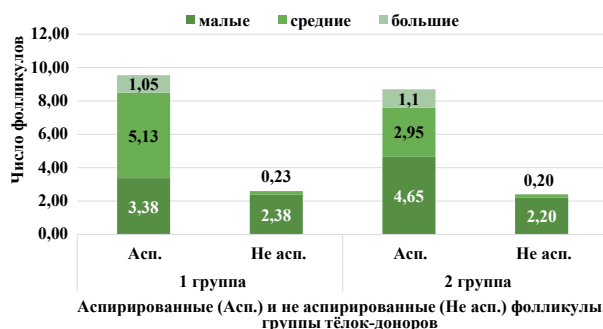


Рис. 4. Процентное распределение аспирированных и неаспирированных фолликулов яичников по классам в зависимости от размера

Fig. 4. Percentage distribution of aspirated and non-aspirated ovarian follicles by class depending on size

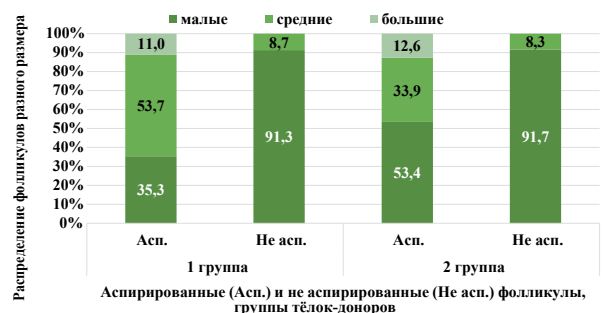


Таблица 1. Размеры аспирированных фолликулов разных классов

Table 1. Sizes of aspirated follicles of different classes

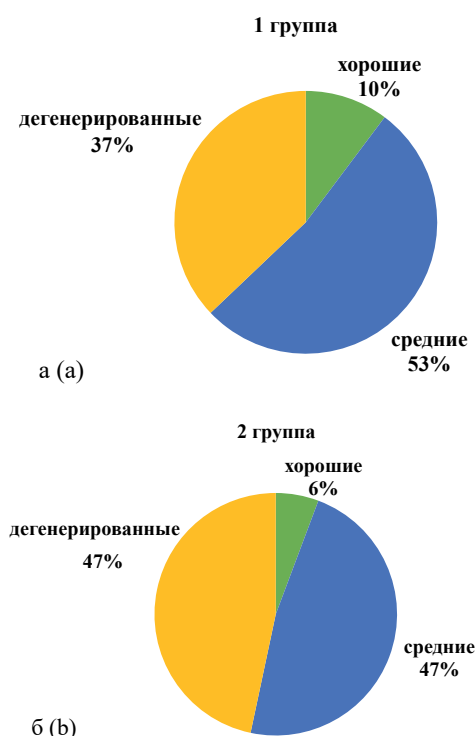
№ группы (частота сеансов)	Показатель	Размеры фолликулов разных классов / (M ± m)		
		малые	средние	большие
1-я группа (2 раза в неделю)	Площадь, мм ²	7,9±0,2	21,9±0,6	75,2±5,0
	Диаметр, мм	3,2±0,0	5,3±0,1	9,8±0,3
2-я группа (1 раз в неделю)	Площадь, мм ²	7,6±0,2	21,6±1,4	110,7±6,9
	Диаметр, мм	3,2±0,0	5,3±0,2	11,9±0,4

Примечание: M — среднее значение; m — стандартная ошибка.

Note: M — average value; m — standard error.

Рис. 5. Процентное распределение ооцит-кумулюсных комплексов разных классов: а — 1-я группа, б — 2-я группа

Fig. 5. Percentage distribution of oocyte-cumulus complexes of different classes: а — group 1, b — group 2



с результатами других авторов [22, 23]. В первой группе было извлечено в 1,9 раза больше ооцитов хорошего качества и в 1,2 раза больше ооцитов среднего качества по сравнению со второй группой ($p > 0,05$) (рис. 6).

При этом не было выявлено значительного различия во влиянии временных режимов проведения ОРУ на общее количество ооцитов, извлеченных в среднем у одного донора за сессию.

Выводы/Conclusions

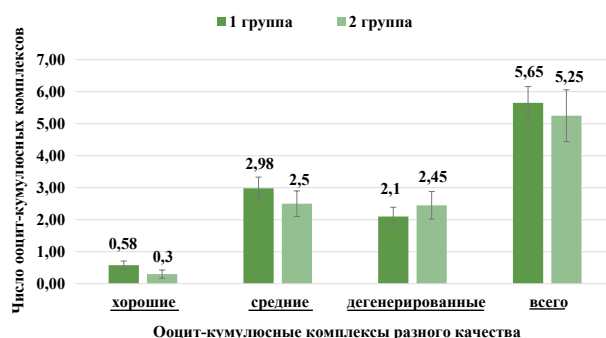
В результате проведенного исследования на телках сычëвской породы не было выявлено заметного влияния кратности сессий ОРУ (один или два раза в неделю) на количество фолликулов, УЗИ-визуализируемых и аспирированных в среднем у одного донора за сессию. Так, доля аспирированных фолликулов от общего числа УЗИ-видимых фолликулов между группами

Рис. 6. Количество ооцит-кумулюсных комплексов разных классов

Fig. 6. The number of cumulus-oocyte complexes of different classes

Примечание: в качестве пределов погрешностей указаны значения стандартной ошибки.

Note: the standard error values are indicated as the error limits.



составила 78,6% против 78,4% соответственно. При этом было обнаружено достоверное увеличение (на 73,8%) числа фолликулов среднего размера в первой группе с интервалом 3–4 суток между сеансами ОРУ по сравнению со второй группой, подвергающейся ОРУ один раз в неделю.

Полученные данные о размерах аспирированных фолликулов в двух группах доноров могут свидетельствовать о том, что проведение последовательных сеансов трансвагинальной аспирации фолликулов в режиме дважды в неделю способствует увеличению частоты фолликулярных волн, тем самым препятствуя развитию доминантного фолликула и, соответственно, атрезии остальных фолликулов.

При увеличении кратности сеансов ОРУ когорты фолликулов находится в промежуточной стадии роста, что оказывает положительное влияние на качественные характеристики ооцитов. Так, в первой группе доноров наблюдались меньшая степень дегенерации и большая доля ооцитов пригодного качества по сравнению со второй группой.

С учетом результатов исследования оптимальным режимом проведения сеансов ОРУ на телках сычëвской породы следует считать проведение процедуры два раза в неделю.

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

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки России (соглашение № 075-02-2025-1585).

FUNDING

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Russia (agreement No. 075-02-2025-1585).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pieterse M.C, Kappen K.A., Kruip T.A.M., Taverne M.A.M. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*. 1988; 30(4): 751–762. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90310-X](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90310-X)

REFERENCES

1. Pieterse M.C, Kappen K.A., Kruip T.A.M., Taverne M.A.M. Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*. 1988; 30(4): 751–762. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90310-X](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90310-X)

2. Чинаров Р.Ю. Развитие технологии прижизненного получения ооцитов у коров: современное состояние и направления исследований (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2024; 59(2): 194–220.
<https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.2.194rus>
3. Ferré L.B. *et al.* Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the *in vitro* fertilization embryo production outcome. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(3): 363–378.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rda.14303>
4. Белокурова С.С., Чинаров Р.Ю. Сравнительная оценка получения эмбрионов *in vitro* и *in vivo*. *Производство и переработка сельскохозяйственной продукции. Материалы X Международной научно-практической конференции*. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет. 2024; 31–35.
<https://elibrary.ru/gqspppt>
5. Ealy A.D., Wooldridge L.K., McCoski S.R. Board invited review: Post-transfer consequences of *in vitro*-produced embryos in cattle. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(6): 2555–2568.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz116>
6. Sirard M.-A. 40 years of bovine IVF in the new genomic selection context. *Reproduction*. 2018; 156(1): R1–R7.
<https://doi.org/10.1530/REP-18-0008>
7. Watanabe Y.F. *et al.* Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 635–644.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1008>
8. Viana J.H.M. 2023 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2024; 42(4): 33–46.
9. Baruselli P.S. *et al.* Factors that interfere with oocyte quality for *in vitro* production of cattle embryos: effects of different developmental & reproductive stages. *Animal Reproduction*. 2016; 31(3): 264–272.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR861>
10. Garcia S.M. *et al.* Synchronization of stage of follicle development before OPU improves embryo production in cows with large antral follicle counts. *Animal Reproduction Science*. 2020; 221: 106601.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106601>
11. Presicce G.A. *et al.* 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.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1684213>
12. Sakaguchi K., Yanagawa Y., Yoshioka K., Suda T., Katagiri S., Nagano M. Relationships between the antral follicle count, steroidogenesis, and secretion of follicle-stimulating hormone and anti-Müllerian hormone during follicular growth in cattle. *Reproductive biology and endocrinology*. 2019; 17: 88.
<https://doi.org/10.1186/s12958-019-0534-3>
13. Sartori R., Gimenes L.U., Monteiro P.L.J. Jr, Melo L.F., Baruselli P.S., Bastos M.R. Metabolic and endocrine differences between *Bos taurus* and *Bos indicus* females that impact the interaction of nutrition with reproduction. *Theriogenology*. 2016; 86(1): 32–40.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.016>
14. Benedetti C. *et al.* Effect of follicle characteristics on bovine *in vitro* embryo development. *Reproduction, Fertility, and Development*. 2021; 34(2): 307–308.
<https://doi.org/10.1071/RDv34n2Ab139>
15. Bó G.A., Cedeño A., Mapletoft R.J. Strategies to increment *in vivo* and *in vitro* embryo production and transfer in cattle. *Animal Reproduction*. 2019; 16(3): 411–422.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0042>
16. Ongaratto F.L., Cedeño A.V., Rodriguez-Villamil P., Tríbulo A., Bó G.A. Effect of FSH treatment on cumulus oocyte complex recovery by ovum pick up and *in vitro* embryo production in beef donor cows. *Animal Reproduction Science*. 2020; 214: 106274.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106274>
17. Seneda M.M., Zangirolamo A.F., Bergamo L.Z., Morotti F. Follicular wave synchronization prior to ovum pick-up. *Theriogenology*. 2020; 150: 180–185.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.024>
18. Ferré L.B., Kjelland M.E., Strøbech L.B., Hyttel P., Mermillod P., Ross P.J. Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*. 2020; 14(5): 991–1004.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119002775>
19. Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Современное состояние и мировой опыт сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных. *Успехи наук о животных*. 2024; (1): 5–24.
<https://elibrary.ru/hfwueh>
2. Chinarov R.Yu. Developing the Ovum Pick-Up technology in cattle: state-of-the-art and research directions (review). *Agricultural Biology*. 2024; 59(2): 194–220.
<https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.2.194eng>
3. Ferré L.B. *et al.* Transvaginal ultrasound-guided oocyte retrieval in cattle: State-of-the-art and its impact on the *in vitro* fertilization embryo production outcome. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023; 58(3): 363–378.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/rda.14303>
4. Belokurova S.S., Chinarov R.Yu. Comparative assessment of *in vitro* and *in vivo* embryo production. *Production and processing of agricultural products. Proceedings of the X International Scientific and practical conference*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University. 2024; 31–35 (in Russian).
<https://elibrary.ru/gqspppt>
5. Ealy A.D., Wooldridge L.K., McCoski S.R. Board invited review: Post-transfer consequences of *in vitro*-produced embryos in cattle. *Journal of Animal Science*. 2019; 97(6): 2555–2568.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz116>
6. Sirard M.-A. 40 years of bovine IVF in the new genomic selection context. *Reproduction*. 2018; 156(1): R1–R7.
<https://doi.org/10.1530/REP-18-0008>
7. Watanabe Y.F. *et al.* Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Animal Reproduction*. 2017; 14(3): 635–644.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1008>
8. Viana J.H.M. 2023 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2024; 42(4): 33–46.
9. Baruselli P.S. *et al.* Factors that interfere with oocyte quality for *in vitro* production of cattle embryos: effects of different developmental & reproductive stages. *Animal Reproduction*. 2016; 31(3): 264–272.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR861>
10. Garcia S.M. *et al.* Synchronization of stage of follicle development before OPU improves embryo production in cows with large antral follicle counts. *Animal Reproduction Science*. 2020; 221: 106601.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106601>
11. Presicce G.A. *et al.* 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.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1684213>
12. Sakaguchi K., Yanagawa Y., Yoshioka K., Suda T., Katagiri S., Nagano M. Relationships between the antral follicle count, steroidogenesis, and secretion of follicle-stimulating hormone and anti-Müllerian hormone during follicular growth in cattle. *Reproductive biology and endocrinology*. 2019; 17: 88.
<https://doi.org/10.1186/s12958-019-0534-3>
13. Sartori R., Gimenes L.U., Monteiro P.L.J. Jr, Melo L.F., Baruselli P.S., Bastos M.R. Metabolic and endocrine differences between *Bos taurus* and *Bos indicus* females that impact the interaction of nutrition with reproduction. *Theriogenology*. 2016; 86(1): 32–40.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.016>
14. Benedetti C. *et al.* Effect of follicle characteristics on bovine *in vitro* embryo development. *Reproduction, Fertility, and Development*. 2021; 34(2): 307–308.
<https://doi.org/10.1071/RDv34n2Ab139>
15. Bó G.A., Cedeño A., Mapletoft R.J. Strategies to increment *in vivo* and *in vitro* embryo production and transfer in cattle. *Animal Reproduction*. 2019; 16(3): 411–422.
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0042>
16. Ongaratto F.L., Cedeño A.V., Rodriguez-Villamil P., Tríbulo A., Bó G.A. Effect of FSH treatment on cumulus oocyte complex recovery by ovum pick up and *in vitro* embryo production in beef donor cows. *Animal Reproduction Science*. 2020; 214: 106274.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106274>
17. Seneda M.M., Zangirolamo A.F., Bergamo L.Z., Morotti F. Follicular wave synchronization prior to ovum pick-up. *Theriogenology*. 2020; 150: 180–185.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.024>
18. Ferré L.B., Kjelland M.E., Strøbech L.B., Hyttel P., Mermillod P., Ross P.J. Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*. 2020; 14(5): 991–1004.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119002775>
19. Bagirov V.A., Zinovieva N.A. The current state and world experience in the conservation of genetic resources of farm animals. *Ernst Journal of Animal Science*. 2024; (1): 5–24 (in Russian).
<https://elibrary.ru/hfwueh>

20. Белокурова С.С., Чинаров Р.Ю., Сингина Г.Н. Оценка эффективности различных временных режимов проведения ОПУ у тёлочек сычевской породы. *Исследования молодых ученых в реализации приоритетов научно-технологического развития в области животноводства. Сборник тезисов докладов молодежной научной конференции*. Подольск: Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста. 2025; 34–35. <https://elibrary.ru/wyzdzc>

21. Сингина Г.Н., Чинаров Р.Ю., Шедова Е.Н. Влияние количества повторяющихся процедур ОПУ на эффективность получения *in vitro* эмбрионов у ярославской породы крупного рогатого скота. *Достижения науки и техники АПК*. 2023; 37(11): 59–64. <https://elibrary.ru/iowixw>

22. Saleem M., Yousuf M.R., Ghafoor A., Riaz A. Effect of three schemes of ovum pick-up on the follicular dynamics, gene expression, and in-vitro developmental competence of oocytes in Sahiwal cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2022; 57(10): 1230–1243. <https://doi.org/10.1111/rda.14198>

23. Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н., Тарадайник Н.П. Результативность получения ооцитов коров при различных временных режимах трансвагинальной пункции фолликулов. *Достижения науки и техники АПК*. 2020; 34(2): 57–60. <https://elibrary.ru/koyvtv>

20. Belokurova S.S., Chinarov R.Yu., Singina G.N. Evaluation of the effectiveness of various time modes of OPU in heifers of the Sychev breed. *Research of young scientists in the implementation of priorities of scientific and technological development in the field of animal husbandry. Collection of abstracts of the youth scientific conference*. Podolsk: Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst. 2025; 34–35 (in Russian). <https://elibrary.ru/wyzdzc>

21. Singina G.N., Chinarov R.Yu., Shedova E.N. 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 agribusiness*. 2023; 37(11): 59–64 (in Russian). <https://elibrary.ru/iowixw>

22. Saleem M., Yousuf M.R., Ghafoor A., Riaz A. Effect of three schemes of ovum pick-up on the follicular dynamics, gene expression, and in-vitro developmental competence of oocytes in Sahiwal cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2022; 57(10): 1230–1243. <https://doi.org/10.1111/rda.14198>

23. Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N., Taradaynic N.P. The effectiveness of obtaining cows' oocytes at various time modes of transvaginal follicular puncture. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2020; 34(2): 57–60 (in Russian). <https://elibrary.ru/koyvtv>

ОБ АВТОРАХ

София Сергеевна Белокурова

аспирант
sofialabs@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-2861-1834>

Роман Юрьевич Чинаров

кандидат ветеринарных наук,
старший научный сотрудник
roman_chinarov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

Виктория Александровна Луканина

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
kristybatle@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

Галина Николаевна Сингина

кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник
g_singina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, г. о. Подольск, Московская обл., 14213, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sofia Sergeevna Belokurova

Graduate Student
sofialabs@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-2861-1834>

Roman Yurievich Chinarov

Candidate of Veterinary Sciences,
Senior Researcher
roman_chinarov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6511-5341>

Viktoria Alexandrovna Lukanina

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher
kristybatle@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

Galina Nikolaevna Singina

Candidate of Biological Sciences,
Leading Researcher
g_singina@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0198-9757>

L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 60 Dubrovitsy settlement, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia