

УДК 636.082

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70

Р.Ю. Чинаров ✉

В.А. Луканина

Г.Н. Сингина

Е.Н. Шедова

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

✉ roman_chinarov@mail.ru

Поступила в редакцию: 26.05.2024

Одобрена после рецензирования: 12.08.2024

Принята к публикации: 28.08.2024

© Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н., Шедова Е.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70

Roman Yu. Chinarov ✉

Viktoria A. Lukanina

Galina N. Singina

Ekaterina N. Shedova

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

✉ roman_chinarov@mail.ru

Received by the editorial office: 26.05.2024

Accepted in revised: 12.08.2024

Accepted for publication: 28.08.2024

© Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N., Shedova E.N.

Результативность получения ооцитов при проведении повторной серии трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов у телок симментальской породы

РЕЗЮМЕ

В статье представлены данные о результативности повторной серии трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов (ОПУ) у телок-доноров симментальской породы. Были выполнены две серии — по пять сеансов ОПУ с интенсивностью один раз в неделю и двухнедельным периодом отдыха между сериями. При проведении повторной серии ОПУ у телок-доноров в среднем за сеанс были визуализированы на 1,7 фолликулов меньше по сравнению со значением данного показателя, установленным в первой серии (7,0 против 5,3 фолликулов, $p < 0,05$). Снижение числа УЗИ-видимых фолликулов при проведении повторной серии на уровне тенденции отмечалось во всех пяти сеансах ОПУ. При проведении повторной серии от одного донора в среднем за сеанс были получены на 0,4 ооцит-кумулясных комплексов (ОКК) меньше (3,1 против 2,7 ОКК). Различий в качестве ОКК между двумя сериями ОПУ выявлено не было: доля ОКК, пригодных для дальнейшего использования, составляла соответственно, 67,0% и 63,5%, при этом в отдельных сеансах ОПУ различия между сериями имели разнонаправленный характер. Оплодотворение ооцитов и дальнейшее культивирование *in vitro* показали достоверно более высокую степень первого деления — дробления при проведении 1-й серии ОПУ ($p < 0,05$), однако данные различия нивелировались при дальнейшем культивировании: выход бластоцист составил, соответственно, 23,6% и 21,7%. Принимая во внимание отсутствие достоверных различий в количественных характеристиках получаемых ооцитов, а также их компетенций к дальнейшему развитию *in vitro*, проведение повторной серии ОПУ после двухнедельного перерыва может быть рекомендовано для получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы.

Ключевые слова: вспомогательные репродуктивные технологии, ОПУ, ооцит-кумулясные комплексы, получение эмбрионов *in vitro*, коровы

Для цитирования: Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н., Шедова Е.Н. Результативность получения ооцитов при проведении повторной серии трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов у телок симментальской породы. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 65–70.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70>

Efficiency of oocytes retrieval during a repeated series of transvaginal ultrasound-guided puncture of follicles in Simmental heifers

ABSTRACT

The article presents data on the efficiency of a repeated series of transvaginal ultrasound-guided recovery of oocytes (OPU) in donor heifers of the Simmental breed. Two series were performed — five OPU sessions with an intensity of once a week and a two-week rest period between series. During the repeated series of OPU, 1.7 fewer follicles were visualized in donor heifers on average per session compared to the value of this indicator established in the first series (7.0 versus 5.3 follicles, $p < 0.05$). A decrease in the number of ultrasound-visible follicles during repeated series at the trend level was noted in all five OPU sessions. During the repeat series, 0.4 fewer oocyte-cumulus complexes (OCCs) were obtained from one donor on average per session (3.1 versus 2.7 OCCs). There were no differences in the quality of OCCs between the two OPU series: the proportion of OCCs suitable for further use was 67.0% and 63.5%, respectively, while in individual OPU sessions the differences between the series were multidirectional. Fertilization of oocytes and further *in vitro* cultivation showed a significantly higher degree of the first division — crushing during the 1st series of OPU ($p < 0.05$), however, these differences were leveled with further cultivation: the yield of blastocysts was, respectively, 23.6% and 21.7%. Considering the absence of significant differences in the quantitative characteristics of the obtained oocytes, as well as their developmental competencies *in vitro*, conducting a repeat series of OPU after a two-week rest period may be recommended for obtaining oocytes in donor heifers of the Simmental breed.

Key words: assisted reproductive technologies, OPU, cumulus-oocyte complexes, *in vitro* embryo production, cows

For citation: Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N., Shedova E.N. Efficiency of oocytes retrieval during a repeated series of transvaginal ultrasound-guided puncture of follicles in Simmental heifers. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 65–70 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-65-70>

Введение/Introduction

Получение эмбрионов методом экстракорпорального оплодотворения (IVP-эмбрионы) является доминирующей технологией в коммерческом производстве эмбрионов крупного рогатого скота — начиная с 2015 года [1]. Основным методом получения ооцитов для производства IVP-эмбрионов — УЗИ-ассистированная трансвагинальная пункция фолликулов (OPU) [2, 3].

Повышение эффективности использования коров-доноров для получения OPU-ооцитов требует оптимизации режимов их использования в отношении количественных и качественных характеристик получаемых ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) и их компетенций к развитию. Временные режимы использования доноров, способные оказывать влияние на результативность OPU за определенный период и в расчете на один сеанс, включают кратность проведения сеансов OPU [4–6], продолжительность серии (число сеансов OPU в серии) [7, 8], период отдыха между сериями OPU [4], срок использования доноров [9, 10].

Так, проведение сеансов OPU в режиме дважды в неделю на пакистанской локальной породе коров Сахивал по сравнению с проведением OPU один раз в неделю или один раз в две недели способствовало увеличению числа фолликулов среднего размера, обуславливая повышение доли ооцитов хорошего качества, а также регулировало связанные с ооцитами паракринные факторы, приводя к более высокой степени ядерного созревания и улучшению развития эмбрионов *in vitro* [5].

В данных исследованиях, проведенных на телках-донорах симментальской породы, достоверно большее число визуализированных фолликулов наблюдалось при проведении аспирации фолликулов с интервалом 3 дня: 15,9 фолликулов за сеанс, что было, соответственно, на 5,4 и 5,1 фолликулов больше по сравнению с использованием интервала 4 и 7 дней, при этом различий в качестве ОКК между группами выявлено не было [6].

В исследованиях, проведенных на коровах породы Ханву, было установлено, что увеличение периода отдыха между сериями, каждая из которых включала 13 последовательных сеансов OPU, с 2 до 3 месяцев обуславливало тенденцию повышения степени извлечения ооцитов с 64,6 до 70,9%, а также достоверное снижение доли дегенерированных ооцитов с 36,5 до 27,3% [4]. На этой же породе коров была изучена результативность OPU при продолжительном использовании доноров в течение 3–4 месяцев в год с интенсивностью дважды в неделю в течение трех лет [9].

Были показаны поступательное увеличение числа визуализированных фолликулов и полученных ОКК, достоверное снижение доли дегенерированных ооцитов с 14,2% и 12,2% до 8,5% с 1-го по 3-й год использования

доноров. Оценка общей результативности показала достоверное снижение среднего числа полученных эмбрионов за сеанс во второй год использования доноров по сравнению с первым (3,29 против 3,89), однако на 3-й год достоверные различия не наблюдались (3,51 эмбриона) [9].

Цель данной работы — сравнительная оценка результативности трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов при проведении двух последовательных серий OPU у телок-доноров симментальской породы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Экспериментальные исследования проводили в ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Московская обл., Россия.) на телках-донорах симментальской породы ($n = 7$) в возрасте от 3 лет 4 мес. до 3 лет 5 мес. на дату начала проведения эксперимента (июль — сентябрь 2022 г.).

Эксперименты с животными проводились в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях¹. Протоколы с использованием животных были одобрены Комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по биоэтике, протокол от 18 января 2021 г. № 2.

В дневной период животные содержались на пастбище, в ночной — беспривязно одной группой под навесом. Дополнительно животные получали комбикорм в соответствии с нормами потребностей².

Перед началом эксперимента и непосредственно перед проведением каждого сеанса OPU проводили клинический осмотр животных в соответствии с общепринятыми методами. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

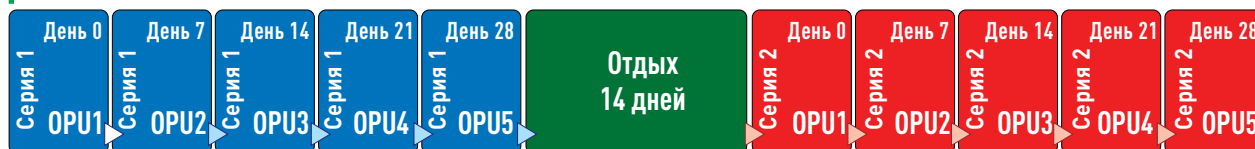
Как показано на рисунке 1, в ходе проведения эксперимента на каждом из доноров были выполнены две серии OPU, каждая из которых включала пять последовательных сеансов с периодичностью один раз в неделю. Период отдыха между сериями — 14 дней.

Аспирацию фолликулов выполняли с использованием системы для проведения OPU у крупного рогатого скота (Minitube, Германия), в комплект которой входят ультразвуковой сканер, секторный УЗИ-зонд Aloka UST-9111-5 (Fujifilm, Япония), 5 МГц/90/14 мм с держателем и вакуумный насос. Проведение OPU осуществляли по ранее описанной методике³.

Аспирации подвергали все УЗИ-видимые фолликулы с диаметром более 2 мм. Оценка качества полученных ооцит-кумулюсных комплексов (ОКК) проводили по морфологическим критериям на основании числа и целостности слоев кумулюса, прозрачности и гомогенности цитоплазмы.

Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Fig. 1. The scheme of the experiment



¹ Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях ETS № 123, Страсбург, 18 марта 1986 г.

² Некрасов Р.В. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах: Монография. Под ред. Р.В. Некрасова, А.В. Головина, Е.А. Махаева. Москва. 2018; 290.

³ Чинаров Р.Ю. и др. Методическое руководство по прижизненному получению ооцитов методом трансвагинальной сонографически ассистированной пункции фолликулов у телок-доноров симментальской породы. Московская обл.: ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2022. ISBN 978-5-902483-66-3

Ооциты с гомогенной цитоплазмой и наличием одного и более слоев компактного кумулюса относили к ОКК хорошего качества, с гомогенной цитоплазмой и неполным слоем или отсутствием кумулюса — к ОКК удовлетворительного качества (условно нормальным), с неоднородной цитоплазмой с признаками грануляции или лизиса — к дегенерированным ОКК.

Статистическую обработку полученных цифровых данных выполняли на персональном компьютере с использованием MS Excel (США). Оценку степени достоверности различий между группами проводили на основании непараметрического критерия Манна — Уитни⁴ (U-критерий) для двух независимых выборок. В качестве нижнего порога значимости выявленных различий был выбран уровень достоверности $p < 0,05$. Для лучшей интерпретации полученных результатов наряду со средними значениями рассматривали значения стандартных ошибок.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Ультразвуковые исследования яичников показали, что у шести из семи опытных животных суммарное число УЗИ-видимых фолликулов за пять последовательных сеансов проведения OPU в 1-й серии превышало значения показателя, наблюдаемые при проведении повторной серии. Значения данного показателя у отдельных доноров в 1-й серии варьировали от 24 до 49, во 2-й серии — от 21 до 32. В среднем от каждого донора за серию было получено, соответственно, $35,1 \pm 0,5$ и $26,7 \pm 0,4$ фолликулов (рис. 2).

При проведении повторной серии у телок-доноров в среднем за сеанс были визуализированы на 1,7 фолликулов меньше по сравнению со значением данного показателя, установленным в первой серии (7,0 против 5,3 фолликулов, $p < 0,05$).

Различия между сериями у отдельных доноров имели характер тенденции, что может быть вызвано высокой вариабельностью показателя между отдельными сеансами OPU у одних и тех же доноров: $Cv = 15,1-64,9\%$ и $23,9-60,9\%$ в 1-й и 2-й сериях соответственно (табл. 1).

В повторной серии OPU наблюдалась тенденция более высокой степени извлечения ооцитов по сравнению с первой серией (49,4% против 43,9%). Следует отметить, что выявленные различия были обусловлены главным образом заметно меньшими значениями данного показателя при проведении первого сеанса OPU в 1-й серии: 23,8% против 45,5–55,8% при проведении четырех последующих сеансов в этой серии.

Такие различия в показателях могут быть обусловлены тем, что при проведении первого сеанса OPU животные находились на случайных стадиях полового цикла, в результате чего у некоторых из них процедура OPU проводилась на менее оптимальных стадиях для извлечения ОКК. Во 2-й серии различия в степени извлечения ооцитов между сеансами имели менее выраженный характер — 40,0–64,0%.

Не наблюдалась однонаправленная зависимость в числе полученных ОКК у отдельных животных-доноров между сериями OPU: у трех животных большее число ОКК было получено в 1-й серии, у трех — во 2-й, а у одного животного различий по данному показателю между сериями выявлено не было.

Суммарное число ОКК, полученных от одного донора, в 1-й серии варьировало от 7 до 22 и в среднем составило $15,4 \pm 0,4$ ОКК, в то время как во 2-й серии — от 8 до 21 со средним значением показателя $13,7 \pm 0,3$ ОКК (рис. 3).

Рис. 2. Число УЗИ-видимых фолликулов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух серий OPU с периодом отдыха 14 дней: ось X — номер животного (номер серии OPU); ось Y — число УЗИ-видимых фолликулов (с нарастающим итогом с 1-го по 5-й сеанс OPU)

Fig. 2. The number of ultrasound-visible follicles in donor heifers of the Simmental breed in two series of OPU with a rest period of 14 days: the axis X — Animal ID (the number of OPU series); axis Y — the number of ultrasound-visible follicles (with an increasing total from the 1st to the 5th OPU session)

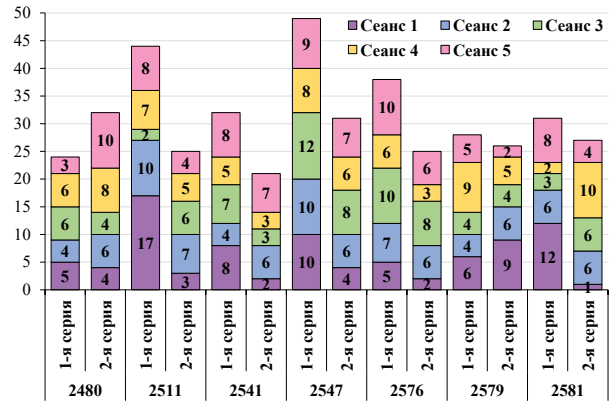


Таблица 1. Число УЗИ-видимых фолликулов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух последовательных серий OPU

Table 1. The number of ultrasound-visible follicles in donor heifers of the Simmental breed in two consecutive series of OPU with a rest period of 14 days

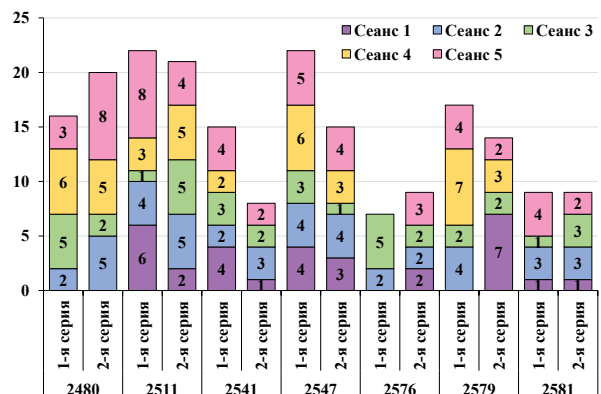
№ донора	1-я серия (5 сеансов)				2-я серия (5 сеансов)			
	$M \pm m$	Max	Min	Cv	$M \pm m$	Max	Min	Cv
№ 2480	$4,8 \pm 0,6$	6	3	27,2	$6,4 \pm 1,2$	10	4	40,7
№ 2511	$8,8 \pm 2,4$	17	2	61,9	$5,0 \pm 0,7$	7	3	31,6
№ 2541	$6,4 \pm 0,8$	8	4	28,4	$4,2 \pm 1,0$	7	2	51,6
№ 2547	$9,8 \pm 0,7$	12	8	15,1	$6,2 \pm 0,7$	8	4	23,9
№ 2576	$7,6 \pm 1,0$	10	5	30,3	$5,0 \pm 1,1$	8	2	49,0
№ 2579	$5,6 \pm 0,9$	9	4	37,0	$5,2 \pm 1,2$	9	2	49,8
№ 2581	$6,2 \pm 1,8$	12	2	64,9	$5,4 \pm 1,5$	10	1	60,9
Итого	$7,0 \pm 0,5^*$	17	2	16,9	$5,3 \pm 0,4^*$	10	1	42,6

Примечание: M — среднее значение; m — стандартная ошибка; Max — максимальное значение; Min — минимальное значение; Cv — коэффициент вариации; * различия между группами достоверны при $p < 0,05$ (по результатам оценки U-критерия Манна — Уитни).

Note: M — average value; m — standard error; Max — maximum value; Min — minimum value; Cv — coefficient of variation; * differences between groups are significant at $p < 0.05$ (based on the results of the Mann — Whitney U-test).

Рис. 3. Число полученных ооцит-кумулясных комплексов у телок-доноров симментальской породы при проведении двух серий OPU с периодом отдыха 14 дней: ось X — номер животного (номер серии OPU); ось Y — число полученных ОКК (с нарастающим итогом с 1-го по 5-й сеанс OPU); ОКК — ооцит-кумулясные комплексы

Fig. 3. The number of oocyte-cumulus complexes obtained in donor heifers of the Simmental breed during two OPU series with a rest period of 14 days: X-axis — animal number (OPU series number); Y-axis — the number of OCCs obtained (with an increasing total from the 1st to the 5th OPU session); OCC — oocyte-cumulus complexes



⁴ <https://medstatistic.ru/methods/methods2.html>

При проведении повторной серии от одного донора в среднем за сеанс были получены на 0,4 ОКК меньше (3,1 против 2,7 ОКК), однако выявленные различия носили характер тенденции (табл. 2).

Результаты сравнительного анализа паттерна яичников и числа полученных ОКК при проведении различных сеансов OPU между сериями показаны на рисунке 4.

Как показано на рисунке 3, была выявлена тенденция снижения числа УЗИ-видимых фолликулов при проведении повторной серии во всех пяти сеансах, при этом наибольшие различия между сериями отмечались в первом сеансе. Интересно, что при проведении первого сеанса OPU в 1-й серии наблюдалось заметно большее число фолликулов по сравнению со всеми последующими сеансами в этой серии (9,0 против 6,1–7,3 фолликулов).

Как уже отмечалось выше, такие различия могут быть обусловлены нахождением животных при проведении первого сеанса на различных стадиях полового цикла. В пользу данного предположения свидетельствуют наиболее высокие значения коэффициента вариации среднего числа фолликулов у отдельных животных в первом сеансе OPU: Cv = 68,1% против 50,0%, 67,4%, 49,7% и 40,1% (во втором — пятом сеансах соответственно).

При проведении первого сеанса в повторной серии, напротив, было визуализировано существенно меньше УЗИ-видимых фолликулов по сравнению с последующими сеансами (3,6 против 5,6–6,1 фолликулов). Известно, что в процессе полового цикла у молочных коров в большинстве случаев наблюдается две или три волны роста фолликулов, при этом начало второй волны происходит, соответственно, на 10,7-й и 7-й день, а третьей волны — на 14-й день [11].

Таким образом, с учетом продолжительности периода отдыха между сериями 14 дней у части коров-доноров с трехволновым половым циклом при проведении повторной серии первый сеанс OPU мог приходиться на самое начало второй волны роста фолликулов, когда фолликулы новой когорты имеют маленький размер и плохо визуализируются посредством УЗИ, а часть фолликулов первой волны уже подверглась атрезии.

Заметных различий в числе полученных ОКК в отдельных сеансах между сериями OPU выявлено не было, за исключением четвертого сеанса, в котором в первом сеансе были получены на 1,1 ОКК больше по сравнению с значением показателя при проведении повторной серии (3,4 против 2,3 ОКК) (рис. 4).

Анализ распределения полученных ОКК по качеству не выявил заметного ухудшения качества ОКК, полученных при проведении повторной серии OPU по сравнению с 1-й серией: доля ОКК хорошего и удовлетворительного качества, пригодных для дальнейшего использования, между сериями практически не различалась: 67,0% против 63,5%, при этом в отдельных сеансах OPU различия между сериями имели разнонаправленный характер (рис. 5).

Оценка компетенций ооцитов к дальнейшему развитию в системе *in vitro* показала отсутствие достоверных различий в степени созревания ооцитов, полученных в двух сравниваемых сериях. Оплодотворение и дальнейшее культивирование показали достоверно более высокую степень первого деления — дробления при проведении 1-й серии OPU ($p < 0,05$), однако данные различия нивелировались при дальнейшем культивировании. Достоверных различий в выходе бластоцист между сериями OPU выявлено не было: 23,6% против 21,7% (табл. 3).

Таблица 2. Число полученных ОКК у телок-доноров симментальской породы при проведении двух последовательных серий OPU

Table 2. The number of obtained COCs in donor heifers of Simmental breed in two consecutive series of OPU

№ донора	1-я серия (5 сеансов)				2-я серия (5 сеансов)			
	M ± m	Max	Min	Cv	M ± m	Max	Min	Cv
№ 2480	3,2 ± 1,1	6	0	74,6	4,0 ± 1,4	8	0	77,1
№ 2511	4,4 ± 1,2	8	1	61,4	4,2 ± 0,6	5	2	31,0
№ 2541	3,0 ± 0,4	4	2	33,3	1,6 ± 0,5	3	0	71,3
№ 2547	4,4 ± 0,5	6	3	25,9	3,0 ± 0,5	4	1	40,8
№ 2576	1,4 ± 1,0	5	0	156,5	1,8 ± 0,5	3	0	60,9
№ 2579	3,4 ± 1,2	7	0	76,7	2,8 ± 1,2	7	0	92,4
№ 2581	1,8 ± 0,7	4	0	91,3	1,8 ± 0,6	3	0	72,4
Итого	3,1 ± 0,4	8	0	22,3	2,7 ± 0,3	8	0	70,9

Примечание: M — среднее значение; m — стандартная ошибка; Max — максимальное значение; Min — минимальное значение; Cv — коэффициент вариации; ОКК — ооцит-кумулюсные комплексы.
Note: M — average value; m — standard error; Max — maximum value; Min — minimum value; Cv — coefficient of variation; COCs — cumulus-oocyte complexes.

Рис. 4. Динамика числа фолликулов и числа полученных ОКК в отдельных сеансах при проведении 1-й и 2-й серий OPU: ось X — номер сеанса OPU; ось Y — среднее число УЗИ-видимых фолликулов и среднее число полученных ОКК от одного донора за сеанс; ОКК — ооцит-кумулюсные комплексы

Fig. 4. Dynamics of the number of follicles and the number of COCs obtained in individual sessions at the 1st and 2nd series of OPU: axis X — the number of OPU session; axis Y — the average number of ultrasound-visible follicles and the average number of COCs retrieved from one donor per session; COCs — cumulus-oocyte complexes

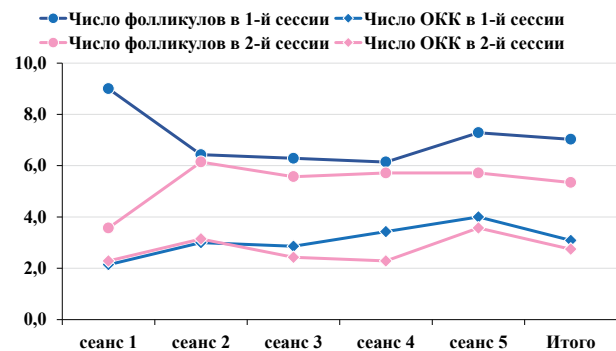


Рис. 5. Распределение ОКК, полученных при проведении различных сеансов OPU в 1-й и 2-й сериях, по качеству: ось X — номер сеанса OPU (номер серии OPU); ось Y — распределение ОКК по качеству: хорошие, удовлетворительные, дегенерированные (%); ОКК — ооцит-кумулюсные комплексы

Fig. 5. Distribution of COCs obtained in various OPU sessions at the 1st and 2nd series, by quality: axis X — the number of OPU session (the number of OPU series); axis Y — distribution of COCs by quality: good, moderate, bad (%); COCs — cumulus-oocyte complexes

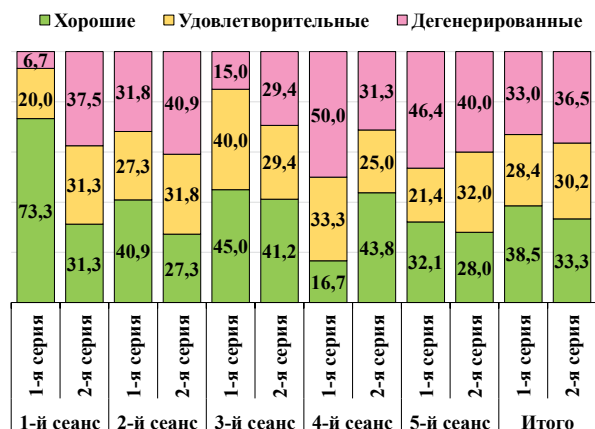


Таблица 3. Результаты сравнительного анализа компетенций ооцитов к развитию в системе *in vitro* у телок симментальской породы при проведении двух последовательных серий OPU

Table 3. Results of a comparative analysis of developmental competencies of oocyte *in vitro* in heifers of the Simmental breed in two consecutive OPU series

Показатель	Серия OPU	
	1-я	2-я
Степень созревания ооцитов, %	88,9 ± 3,9	93,5 ± 3,8
Степень дробления, %	55,6 ± 7,9	82,6 ± 6,1
Выход blastocист, %	23,6 ± 10,3	21,7 ± 13,0

Таким образом, проведение повторной серии, включающей пять сеансов трансвагинальной УЗИ-ассистированной пункции фолликулов, после двухнедельного периода покоя обеспечивает возможность получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы без существенной потери результативности, на

что указывает отсутствие достоверных различий между сериями в количественных характеристиках полученных ооцитов, их компетенциях к дальнейшему развитию в системе *in vitro*.

Выводы/Conclusions

Проведенные сравнительные исследования результативности трансвагинального УЗИ-ассистированного получения ооцитов при проведении двух последовательных серий OPU у телок-доноров симментальской породы не выявили достоверных различий между сериями в количественных характеристиках ооцитов, компетенциях OPU-ооцитов к дальнейшему развитию в системе *in vitro*. В связи с этим проведение повторной серии OPU после двухнедельного перерыва может быть рекомендовано для получения ооцитов у телок-доноров симментальской породы.

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 финансовой поддержке Минобрнауки России, тема № FGGN-2024-0014.

FUNDING

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Russia, theme No. FGGN-2024-0014.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никитин Г.С. Современные подходы при получении и криоконсервации эмбрионов крупного рогатого скота *in vitro*. *Международный вестник ветеринарии*. 2021; (3): 192–205. <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.192>
2. 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>
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/10.1111/rda.14303>
4. Kang S.-S., Kim U.-H., Lee S.-D., Lee M.-S., Han M.-H., Cho S.-R. Recovery Efficiency of Cumulus Oocyte Complexes (COCs) according to Collection Frequency for Ovum Pick-up (OPU) Method in Hanwoo Cow. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*. 2019; 34(4): 300–304. <https://doi.org/10.12750/JARB.34.4.300>
5. 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>
6. Чинаров Р.Ю., Луканина В.А., Сингина Г.Н. Влияние различной интенсивности сессий трансвагинальной пункции фолликулов яичников на прижизненное получение ооцитов у коров. *Молочное и мясное скотоводство*. 2023; (3): 33–37. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.15.29.006>
7. Monteiro F.M. et al. Beef donor cows with high number of retrieved COC produce more *in vitro* embryos compared with cows with low number of COC after repeated ovum pick-up sessions. *Theriogenology*. 2017; 90: 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.002>
8. 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>
9. Choi B.-H. et al. Effect of OPU Session Periods on the Efficiency of *In Vitro* Embryo Production in Elite Korean Native Cow. *Journal of Embryo Transfer*. 2018; 33(4): 265–270. <https://doi.org/10.12750/JET.2018.33.4.265>
10. Petyim S., Båge R., Hallap T., Bergqvist A.-S., Rodríguez-Martínez H., Larsson B. Two different schemes of twice-weekly ovum pick-up in dairy heifers: effect on oocyte recovery and ovarian function. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 175–188. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01363-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01363-8)
11. Гавриченко Н.И., Турчанова Л.Н. Особенности течения фолликулогенеза в период полового цикла в яичниках коров с различным уровнем плодовитости. *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. 2014; 17(2): 193–198. <https://www.elibrary.ru/vtqwec>

REFERENCES

1. Nikitin G.S. Modern approaches for obtaining and cryoconservation of cattle embryos *in vitro*. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2021; (3): 192–205 (in Russian). <https://doi.org/10.17238/issn2072-2419.2021.3.192>
2. 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>
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/10.1111/rda.14303>
4. Kang S.-S., Kim U.-H., Lee S.-D., Lee M.-S., Han M.-H., Cho S.-R. Recovery Efficiency of Cumulus Oocyte Complexes (COCs) according to Collection Frequency for Ovum Pick-up (OPU) Method in Hanwoo Cow. *Journal of Animal Reproduction and Biotechnology*. 2019; 34(4): 300–304. <https://doi.org/10.12750/JARB.34.4.300>
5. 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>
6. Chinarov R.Yu., Lukanina V.A., Singina G.N. The effect of different intensity of sessions on the oocytes retrieval from lived cows. *Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*. 2023; (3): 33–37 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.15.29.006>
7. Monteiro F.M. et al. Beef donor cows with high number of retrieved COC produce more *in vitro* embryos compared with cows with low number of COC after repeated ovum pick-up sessions. *Theriogenology*. 2017; 90: 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.002>
8. 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>
9. Choi B.-H. et al. Effect of OPU Session Periods on the Efficiency of *In Vitro* Embryo Production in Elite Korean Native Cow. *Journal of Embryo Transfer*. 2018; 33(4): 265–270. <https://doi.org/10.12750/JET.2018.33.4.265>
10. Petyim S., Båge R., Hallap T., Bergqvist A.-S., Rodríguez-Martínez H., Larsson B. Two different schemes of twice-weekly ovum pick-up in dairy heifers: effect on oocyte recovery and ovarian function. *Theriogenology*. 2003; 60(1): 175–188. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01363-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01363-8)
11. Gavrichenko N.I., Turchanova L.M. Peculiarities of the course of follicle genesis in the period of the sexual cycle in the ovaries cows with different levels of fertility. *Aktualnyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. 2014; 17(2): 193–198 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vtqwec>

ОБ АВТОРАХ

Роман Юрьевич Чинаров

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

Виктория Александровна Луканина

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

Галина Николаевна Сингина

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

Екатерина Николаевна Шедова

научный сотрудник лаборатории экспериментальной эмбриологии
shedvek@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Roman Yurievich Chinarov

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

Viktorina Alexandrovna Lukanina

Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology
kristybatle@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4744-7873>

Galina Nikolaevna Singina

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

Ekaterina Nikolaevna Shedova

Researcher at the Laboratory of Experimental Embryology
shedvek@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9642-2384>

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

АГРАРНАЯ НАУКА

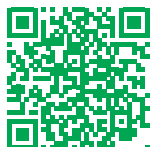
AGRARIAN SCIENCE

Ежемесячный научно-теоретический и производственный журнал выходит один раз в месяц.



Научно-теоретический и производственный журнал «Аграрная наука» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (K1, K2), в список Russian Science Citation Index (RSCI) в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в ядро РИНЦ, Белый список ВАК РФ, в список периодических изданий Международной базы данных AGRIS (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии).

Ознакомьтесь с информацией о перечне специальностей ВАК и итоговом распределении журналов по категориям можно здесь:



Приравнивание научных журналов, входящих в наукометрические базы данных, к журналам Перечня ВАК с распределением по категориям:



Согласно приведенным данным, журнал «Аграрная наука» относится к категории K1.

Подобную информацию о журнале можно получить у научного редактора Долгой М.Н.
+7 (495) 777 67 67 (доб. 1453)
dolgaya@vicgroup.ru