

6. *Гущин В. В.* Отечественное промышленное птицеводство и роль ГНУ ВНИИПП в его развитии / В. В. Гущин // Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц: сб. науч. трудов / ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Рязань: ВНИИПП, 2010. Вып. 38. С. 3-9.
7. Мясная продуктивность перепелов при использовании комбикорма ДК-52 в разные сроки выращивания / В. А. Фадеева, Е. С. Сорокина, В. М. Бачинская, И. Х. Намлылар // Неделя молодежной науки: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 17-19 апр. 2024 г. М.: Мос. гос. акад. вет. медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, 2024. С. 358-3611.
8. *Наумова В. В.* Мясная продуктивность перепелов породы фараон в разные сроки выращивания / В. В. Наумова, В. Н. Долец // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4 (24). С. 93-97.

УДК 636.1.082.4

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕПРОДУКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНЕВОДСТВЕ

**Калашников Валерий Васильевич (ORCID 0009-0004-6993-743X)¹,
Лебедева Людмила Федоровна (ORCID 0009-0008-2670-2365)¹,
Солодова Елена Владимировна (ORCID 0009-0003-6919-6558)¹,
Баковецкая Ольга Викторовна (ORCID 0009-0003-6919-6558)²**

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ВНИИ коневодства»,
Дивово, Рязанская область, Россия

²Рязанский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова,
Рязань, Россия

E-mail: Lebedeva-L18@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены материалы о современном состоянии репродуктивных биотехнологий в мировом и российском коневодстве. Отмечено возрастание эффективности, масштабов и спроса на использования новейших репродуктивных методов среди коневладельцев.

Ключевые слова: лошадь, репродуктивные биотехнологии, оплодотворение, эмбрион

ЖЫЛКЫЧЫЛЫКТА ЖАРДАМЧЫЛЫК РЕПРОДУКТИВДУУ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

**Калашников Валерий Васильевич (ORCID 0009-0004-6993-743X)¹,
Лебедева Людмила Федоровна (ORCID 0009-0008-2670-2365)¹,
Солодова Елена Владимировна (ORCID 0009-0003-6919-6558)¹,
Баковецкая Ольга Викторовна (ORCID 0009-0003-6919-6558)²**

¹Федералдык мамлекеттик бюджеттик илимий мекемеси «ВНИИ жылкы чарбасы»,
Дивово, Рязань облусу, Орусия

²Академик И.П. Павлов атындагы Рязань мамлекеттик медициналык университети,
Рязань, Орусия

E-mail: Lebedeva-L18@yandex.ru

Аннотация. Макалада дүйнөлүк жана россиялык жылкы чарбасындагы репродуктивдүү биотехнологиянын учурдагы абалы боюнча материалдар берилген. Жылкы ээлеринин арасында жаңы репродуктивдүү ыкмаларды колдонуунун эффективдүүлүгү, масштабы жана суроо-талаптары өстү.

Негизги сөздөр: жылкы, репродуктивдүү биотехнология, уруктануу, эмбрион

ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES IN HORSE BREEDING

**Kalashnikov Valery Vasilievich (ORCID 0009-0004-6993-743X)¹,
Lebedeva Lyudmila Fedorovna (ORCID 0009-0008-2670-2365)¹,
Solodova Elena Vladimirovna (ORCID 0009-0003-6919-6558)¹,
Bakovetskaya Olga Viktorovna (ORCID 0009-0003-6919-6558)²**

¹Federal State Budgetary Scientific Institution “VNI of Horse Breeding”,
Divovo, Ryazan region, Russia

²Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlov,
Ryazan, Russia

E-mail: Lebedeva-L18@yandex.ru

Abstract. The article presents materials on the current state of reproductive biotechnologies in global and Russian horse breeding. There has been an increase in efficiency, scale and demand for the use of the latest reproductive methods among horse owners.

Keywords: horse, reproductive biotechnology, fertilization, embryo

Введение

Термин «вспомогательные репродуктивные технологии» (ВРТ) охватывает все стороны воспроизводства с участием человека, начиная с искусственного осеменения (ИО), включая различные манипуляции с гаметами, и кончая переносом эмбрионов (или ооцитов) реципиенту. В начале XX в., благодаря усилиям И.И. Иванова, лошади стали первым объектом для развития и широкого производственного внедрения ИО в практику разведения сельскохозяйственных животных. В 70-х годах прошлого века во ВНИИ коневодства (Рязанская обл., Россия) был создан криобанк семени ценных жеребцов-производителей, на базе которого ныне организована биокolleкция. В 2024 г. специалистами ВНИИК были получены два чистопородных жеребенка от искусственного осеменения кобыл семенем терского жеребца Самоцвета, которое хранилось в жидком азоте 50 лет. Это абсолютный мировой рекорд.

Однако специфика отрасли привела к последующему отставанию коневодства от других отраслей в развитии репродуктивных биотехнологий как в сроках, так и в объемах получения лошадей новейшими методами. Основными причинами являются особенности физиологии размножения кобыл: сложности вызова суперовуляции, наличие гликопротеиновой капсулы у ранних эмбрионов лошадей, плохо пропускающей криопротектор, высокий уровень ранней эмбриональной гибели у кобыл (до 25%). Продвижению в коневодстве технологий искусственного оплодотворения (IVF/ICSI) и клонирования препятствовали сложности капацитации спермы жеребцов *in vitro* и дефицит боенского материал (яичников/ооцитов). Дополнительным экономическим сдерживающим фактором были ограничения и запреты различных породных ассоциаций на регистрацию жеребят, полученных биотехнологическими методами, и в целом высокая стоимость лошадей как объекта исследований.

Но, несмотря на все сложности, коневодческая наука продолжала развиваться. Сегодня отрасль располагает новейшими репродуктивными методами и имеет целый перечень достижений. Разработаны технологии трансплантации эмбрионов, прижизненного получения ооцитов (OPU – Ovum Pick Up – извлечение ооцитов из яичников живых кобыл с помощью аспирационной иглы под контролем ультразвукового датчика), производства эмбрионов методами ICSI (интраплазматическая инъекция сперматозоида в яйцеклетку) и клонирования, криоконсервации ооцитов и эмбрионов [1–4]. Россия, некогда бывшая в авангарде мировых достижений в репродукции лошадей, была «выбита из седла» вследствие политических, экономических сложностей времен перестройки, и серьезно отстала в биотехнологическом плане от стран с развитой конной индустрией. Первый жеребенок-трансплантат от пересадки свежих эмбрионов появился в СССР в 1982 г. (С.Г. Лебедев), от замороженных эмбрионов были получены жеребята в 2012 г. (Л.Ф. Лебедева).

Материалы и методы исследования

Материалом для исследований послужили данные, полученные лично авторами и их учениками в ходе экспериментальной и практической работы за последние 6 лет в области эмбриотрансфера лошадей в России, а также сведения из зарубежных источников.

Результаты исследования

Данные об активности применения технологии эмбриотрансплантации в коневодческой практике в России и за рубежом представлены в таблице.

Активность в области эмбриотрансфера лошадей в России и Европе (АЕТЕ***)

Получение эмбрионов и яйцеклеток лошадей	Российская Федерация						АЕТЕ 2021 г.	АЕТЕ 2022 г.
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.		
<i>in vivo</i> вымываний всего	26	33	16	4	42	17	1419	198
качественных эмбрионов	18	22	12	3	28	12	760	109
<i>Пересажено</i>								
свежеполученных	8	5	11	3	25	11	908*	116
замороженных	3	-	-	-	2	2	-	9
Всего процедур OPU	-	-	-	-	-	32	3487	1695
ооцитов	-	-	-	-	-	42	45 997	48 064
IVP**-эмбрионов	-	-	-	-	-	-	6675	7153
<i>Пересажено</i>								
свежих	-	-	-	-	-	-	30	32
замороженных	-	-	-	-	-	-	813	820
экспортировано	-	-	-	-	-	-	3501	3638

*с учетом импортированных

**IVP – *in vitro* produced

***АЕТЕ – Association of Embryo Technology in Europe

В 2022 г. было проведено 42 процедуры вымывания эмбрионов, получено 28 качественных эмбрионов, из которых 27 было пересажено, в том числе 2 – после замораживания – оттаивания [5]. В 2023 г. количество процедур

снизилось (17 вымываний и 11 пересадок качественных эмбрионов, в том числе 2 замороженных). На фоне объемов эмбриопересадок в Европе активность в области эмбриотрансфера в российском коннозаводстве выглядит бледно.

Однако, как видно из табл. 1, в европейских репродуктивных центрах в 2022 г. тоже произошел спад активности эмбриотрансфера более чем в 7 раз, по сравнению с 2021 г. Это связано с тем, что в последние годы в мире акцент сместился в сторону получения ооцитов для ИКСИ вместо классического эмбриотрансфера. Это хорошо заметно при сравнении данных европейских репродуктивных центров за 2021 и 2022 гг. [6]. При этом количество OPU-процедур стало меньше (3487 – 1695), а число ооцитов (45 997 – 48 064), ИКСИ-эмбрионов (6675 – 7153) и их экспорта (3501 – 3638) существенно возросло. Это говорит о развитии и совершенствовании биотехнологий в коневодстве и их востребованности в конной индустрии. Лидером по производству IVP (in vitro produced) эмбрионов является лаборатория С. Galli-Avantea (Кремона, Италия), в которой результативность достигла производства двух эмбрионов на одну OPU-процедуру с зажеребляемостью и благополучной выжеребкой на уровне 60–70%. [7]. Эмбрионы от высококлассных спортивных кобыл создаются «под заказ» или продаются с аукционов в замороженном состоянии для пересадки реципиентам. Немаловажно, что ICSI-технология позволяет получать потомство от жеребцов с низким качеством семени.

В последнее время в РФ тоже начато освоение эмбриотехнологий, связанных с получением ооцитов, их созреванием и оплодотворением *in vitro*. В 2023 г. авторами было проведено 32 процедуры OPU, в которых было аспирировано 74 фолликула и получено 42 ооцита (56,8%) (табл. 1).

Трансплантация эмбрионов, полученных в условиях *in vitro*, включает, помимо ИКСИ/ЭКО эмбрионов, производство и пересадку клонированных эмбрионов (NT- нуклеотрансфер). В мире активно проводится клонирование выдающихся особей, преимущественно зарекомендовавших себя в конном спорте. Кроме того, метод клонирования позволяет вернуть в воспроизводство жеребцов, кастрированных в молодом возрасте, которые позднее хорошо проявили себя в соревнованиях высокого уровня. Согласно последним данным, до июня 2017 г. в мире было зарегистрировано рождение около 400 клонированных жеребят, из них 220 – в США, 120 – в Аргентине, 20 – в Бразилии [8]. Однако оценка спортивных результатов клонов лошадей экстра-класса не подтверждает их абсолютного сходства со своими генетически идентичными выдающимися копиями. Поэтому целесообразность столь дорогостоящей работы пока остается под сомнением.

Дискуссия

Бурное развитие ВРТ в Статистика активности эмбриотрансфера в мировом и российском коннозаводстве свидетельствует об отставании России в этой области от мирового уровня. Среди причин, препятствующих широкому распространению метода в РФ, следует упомянуть не налаженную систему подбора и содержания реципиентов, недостаток специалистов, владеющих этим методом, отсутствие рекламы о пользе подобных услуг, а также ограничения в регистрации жеребят, полученных искусственными методами, некоторыми породными ассоциациями. Не способствует этому и высокая стоимость процедуры эмбриотрансфера, которая требует оснащения специальными инструментами, средами, расходными материалами, наличия чистого отапливаемого помещения и микроскопической техники. В этом же ряду стоит не организованная логистическая система по доставке биоматериала (сперма, ооциты, эмбрионы) в нужное место и время. Однако, несмотря на трудности, интерес коневладельцев к этой технологии начинает возрастать, особенно в связи с новыми возможностями, открывшимися с развитием вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), включая ИКСИ и клонирование. Они готовы вкладывать средства для получения лошадей экстра-класса, которые потенциально окупят их расходы. Особо следует отметить поддержку государства в развитии современных технологий в виде грантов, субсидий и специальных программ по обновлению приборной базы научно-исследовательских институтов, которая в последние годы усилилась, благодаря тренду импортозамещения.

Выводы

В целом можно констатировать, что в коневодстве репродуктивные биотехнологии активно развиваются, становятся более эффективными, благодаря чему повышается спрос на услуги ВРТ от коневладельцев, в том числе в России.

Благодарности

Работа проведена при поддержке Российского научного фонда (проект № 23-16-00226).

Использованная литература

1. Colleoni S., Barbacini S., Necchi D., Duchi R., Lazzari G., Galli C. (2007). Application of ovum pick-up, intracytoplasmic sperm injection and embryo culture in equine practice. *Proc Am Assoc Equine Pract*, 53: 554-559.
2. Squires E.L., Carnevale E.M., Mc Cue P.M., Bruemmer J.E. Embryo technologies in the horse. *Theriogenology*. 2003; 59, 151-170.
3. Palmer E., Bézard J., Magistrini M., Duchamp G. In vitro fertilisation in the horse: a retrospective study. *J. Reprod. Fertil.* 1991; Supp 44: 375-384.
4. Hinrichs K. Assisted reproductive techniques in mares. *Reprod Dom Anim*. 2018; 53 (2): 4-13.
5. Калашников В.В., Лебедева Л.Ф., Солодова Е.В. Репродуктивные технологии в Российском коннозаводстве: материалы II Всерос. школы-конференции «Клеточные и геномные технологии для совершенствования сельскохозяйственных животных». 2023. С. 56-57.
6. Proceedings AETE Meeting (2023). URL: <https://www.aete.eu/publications/>
7. Lazzari G. et al. (2020) Laboratory Production of Equine Embryos. *Journal of Equine Veterinary Science*, 89.
8. Gambini A., Maserati M. (2020) A journey through horse cloning. *Reproduction, Fertility and Development*, 2018; 30 (1): 8. DOI: 10.1071/RD17374.