

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 67-76.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 1. P. 67-76.

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

Научная статья
УДК 636.082.4
doi:10.33284/2658-3135-106-1-67

Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота

Владимир Юрьевич Бабенков¹, Надежда Васильевна Чимидова², Арсланг Иванович Хахлинов³, Алтана Вадимовна Убушиева⁴, Василий Иванович Манжиев⁵

^{1,2,3,4,5}Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, Элиста, Россия

¹v.babenkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1061-2281>

²nadezhdatchimidova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>

³arspeople@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1373-0243>

⁴ameli-altanas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>

⁵vasyaman33@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5545-470X>

Аннотация. Сложившаяся ситуация с отечественными породами, связанная с сокращением породного разнообразия в молочно-мясном животноводстве в последние годы, требует принятия неотложных мер по сохранению их генофонда. Сегодня популяции исчезающих пород могут быть восстановлены путём создания генофондных хозяйств-репродукторов и развития вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). В последнем случае создаются криохранилища спермы и эмбрионов в замороженном состоянии, где генетические ресурсы изолированы от эволюционного процесса и сохраняются в первоначальном виде неограниченное время. Целью исследований было определение эффективности применения методов репродуктивных биотехнологий для сохранения генофондных пород на примере исчезающей красной горбатовской породы с высокими адаптационными качествами в условиях аридного региона Калмыкия. Исследования проведены в 2017-2018 и 2022 гг. в АО «Абабковском» Нижегородской области, КФХ «Бату плюс» и Региональном научно-производственном центре по воспроизводству сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова» Республики Калмыкия. При выполнении экспериментов изучена эмбриопродуктивность коров красной горбатовской породы, их фертильность через межпородную пересадку эмбрионов и способность к акклиматизации телят-трансплантатов с пассивным иммунитетом суррогатных матерей в условиях аридного региона. В экспериментах использовали прикладные методы биотехнологии *in vivo* – индукция полиовуляции, искусственное осеменение, нехирургическое извлечение, криоконсервация и пересадка эмбрионов. В результате 23 вымываний были получены 223 пригодных эмбриона, подвергнутых криоконсервации. В ходе экспериментов эмбрионы красной горбатовской породы после деконсервации пересаживали тёлкам-реципиентам калмыцкой мясной породы для передачи пассивного иммунитета потомству. Всего 117 эмбрионов пересадили 117 реципиентам, из которых стельность установили у 73 животных. Таким образом, уровень приживляемости эмбрионов составил 62,4 %. Высокие показатели эмбриопродуктивности и приживляемости эмбрионов свидетельствуют о высокой фертильности матерей эмбрионов.

Ключевые слова: коровы, тёлки, красная горбатовская порода, калмыцкая мясная порода, разведение, биотехнология, эмбрионы, трансплантация, полиовуляция, яйцеклетка

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2022-2024 гг. ФГБОУ ВО КалмГУ (№ 075-03-2022-119/1).

Для цитирования: Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота / В.Ю. Бабенков, Н.В. Чимидова, А.И. Хахлинов, А.В. Убушиева, В.И. Манжиев // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 1. С. 67-76. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-67>

BREEDING, SELECTION, GENETICS

Original article

The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle

Vladimir Yu Babenkov¹, Nadezhda V Chimidova², Arslang I Khakhlinov³, Altana V Ubushieva⁴, Vasily I Manjiev⁵

^{1,2,3,4,5}Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia

¹v.babenkov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1061-2281>

²nadezhdatchimidova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>

³arspeople@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1373-0243>

⁴ameli-altanas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>

⁵vasyaman33@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5545-470X>

Abstract. The current situation with domestic breeds, associated with the reduction of breed diversity in dairy and beef cattle breeding in recent years requires urgent measures to be taken to preserve their gene pool. Today, populations of endangered breeds can be restored through the creation of gene pool breeding farms and the development of assisted reproductive technologies (ART). In the latter case, cryostorages of semen and embryos are created in a frozen state, where genetic resources are isolated from the evolutionary process and are preserved in their original form indefinitely. The aim of the research was to determine the effectiveness of the application of methods of reproductive biotechnologies for the conservation of gene pool breeds on the example of the endangered Red Gorbatov breed with high adaptive qualities in the arid region of Kalmykia. The studies were carried out in 2017-2018 and 2022 in JSC "Ab-abkovsky" of Nizhny Novgorod region, "Batu plus" Peasant Farm and Regional Research and Production Center for reproduction in farm animals of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov" of Republic of Kalmykia. During the experiments, the embryonic productivity of cows of the Red Gorbatov breed, their fertility through interbreed embryo transfer and the ability to acclimatize transplant calves with passive immunity of surrogate mothers in an arid region were studied. The experiments used applied methods of biotechnology in vivo: induction of polioovulation, artificial insemination, non-surgical extraction, cryopreservation and embryo transfer. 23 washes resulted in 223 viable embryos, or 9.7 embryos on average per donor. Suitable embryos were cryopreserved. In the course of the experiments, embryos of the Red Gorbatov breed after deconservation were transplanted into recipient heifers of the Kalmyk beef breed to transfer passive immunity to offspring. A total of 117 embryos were transferred to 117 recipients, of which 73 were pregnant. Thus, the level of engraftment of embryos was 62.4%. High rates of embryo productivity and survival of embryos indicate high fertility of mothers of embryos.

Keywords: cows, heifers, Red Gorbatov breed, Kalmyk beef breed, breeding, biotechnology, embryos, transplantation, polioovulation, egg

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2022-2024 by Kalmyk State University (No. 075-03-2022-119/1).

For citation: Babenkov VYu, Chimidova NV, Khakhlinov AI, Ubushieva AV, Manjiev VI. The role of reproductive biotechnologies in the reproduction and preservation of the gene pool of rare and endangered breeds of cattle. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(1):67-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-1-67>

Введение.

Генофонд сельскохозяйственных животных обуславливается разнообразием имеющихся пород, отродий и отдельных популяций. Особую ценность в генофонде представляют генетические комплексы, присущие местным, аборигенным породам и отродьям, поскольку они являются источником пополнения генетической изменчивости, необходимой для селекционных целей. В генетическом отношении исчезающие аборигенные породы отечественного происхождения следует рассматривать как генетическое наследие человечества (Паронян И.А., 2018; Чинаров В.И., 2022; Shirokova NV et al., 2021).

За последние годы в результате резкого сокращения поголовья, особенно чистокровных животных, многие отечественные породы крупного рогатого скота доведены до предела, угрожающего их существованию. Утрата части генетического материала – это не только потеря многих ценных качеств животных отечественных пород. Генетическое разнообразие животных в экстремальных условиях обитания обеспечивает выживаемость пород и стад и их дальнейший прогресс. Многие отечественные породы, незначительно уступая родственным иностранным по продуктивности, превосходят их по приспособленности к местным условиям, долголетию и качеству продукции (Убушаев Б.С. и др., 2021; Чинаров В.И., 2022; Chimidova N et al., 2022). У большинства отечественных пород срок хозяйственного использования больше, чем у животных иностранной селекции, и в среднем составляет 4,0-4,9 отёлов, что свидетельствует об их высоких адаптивных качествах.

Разведение в аридных зонах при кочевом скотоводстве коров специализированных молочных пород крайне затруднено из-за высокой молочной продуктивности, что снижает физиологическую устойчивость животных к неблагоприятным условиям климатической и кормовой базы. В то же время ряд отечественных пород с умеренной молочной продуктивностью, таких, например, как красная горбатовская, в меньшей степени подвержены отрицательному воздействию климатических условий и легко адаптируются к ним. При этом возможность создания мясомолочных стад в таких условиях возрастает при использовании репродуктивных биотехнологий (Лихоман А.В. и др., 2016; Фазылова М.И., 2020).

Красная горбатовская порода значится в реестре Министерства сельского хозяйства Российской Федерации как уникальная, особо ценная, находящаяся под угрозой исчезновения генофондная порода (Приказ Минсельхоза России № 629 от 27 октября 2020), обеспечивающая продовольственную безопасность Российской Федерации, как фактор обеспечения национальной безопасности и требующая особого внимания со стороны государства к её сохранению и дальнейшему воспроизводству.

Сегодня популяции исчезающих пород восстанавливаются двумя путями: созданием генофондных хозяйств-репродукторов и развитием вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ). При ВРТ создаются криобанки спермы, зигот и эмбрионов в замороженном состоянии, в которых генетические ресурсы изолированы от эволюционного процесса и сохраняются в первоначальном виде неограниченное время.

В свою очередь ВРТ находится в прямой связи с использованием базового метода трансплантации эмбрионов, который является неотъемлемой частью репродуктивных технологий не только как средство сохранения генофонда, но и ускоренного размножения потомства от генетически ценных коров.

Сегодня репродуктивные биотехнологии в достаточной степени себя оправдали. Причём других принципиально новых методов в этой области в обозримом будущем не предвидится (Бабенков В.Ю. и др., 2022; Фазылова М.И., 2020; Шаран М.М., 2022).

На основании вышеизложенного нами намечены исследования по изучению эффективности методов репродуктивных биотехнологий для сохранения генофондных пород на примере воспроизводства исчезающей красногорбатовской породы с учётом её адаптационных качеств при пастбищном содержании в аридных условиях Калмыкии.

Требовалось определить возможность репродуктивных качеств коров красной горбатовской породы к реактивности множественной овуляции яичников с образованием достаточного количества качественных эмбрионов (показатель, специфичный для каждой породы), а также жизнеспособность эмбрионов к последующей имплантации в матке реципиентов.

Цель исследований.

Определение эффективности применения методов репродуктивной биотехнологии для сохранения находящейся под угрозой исчезновения генофондной красной горбатовской породы в условиях аридного региона.

Выполнение цели будет осуществляться путём решения задач, связанных с репродуктивными качествами красной горбатовской породы:

- определение эффективности реакции полиовуляции яичников коров при экзогенном введении фолликулостимулирующего гормона;
- выявление количественных и качественных показателей эмбриональной продуктивности;
- изучение фертильности коров, как фактора репродуктивных качеств породы через жизнеспособность эмбрионов при межпородной пересадке.

Материалы и методы исследований.

Объект исследований. Коровы красной горбатовской породы в ПЗ АО «Абабковское» и половозрелые тёлки калмыцкой мясной породы в КФХ «Бату плюс».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Исследования по практическому применению репродуктивных биотехнологий проводились в 2017-2018 и 2022 гг. в АО «Абабковское» Нижегородской области, Региональном научно-производственном центре по воспроизводству сельскохозяйственных животных Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова, КФХ «Бату плюс» Республики Калмыкия.

В экспериментах использовались прикладные разработки по биотехнологии *in vivo*, включающие: методы синхронизации полового цикла, стимуляции полиовуляции, искусственного осеменения, нехирургического извлечения, морфологической оценки качества эмбрионов, криоконсервации и трансплантации эмбрионов.

В племенном заводе АО «Абабковское» в качестве доноров эмбрионов использовались 25 племенных красногорбатовских коров из числа животных, подлежащих выбраковке из основного стада по состоянию вымени и многократному безрезультатному осеменению.

Для стимуляции полиовуляции использовали гипофизарный гонадотропин ФСГ-супер (ФСГ) российского производства в дозе 50 ед. по Арморовскому стандарту. Применяли разработанную схему однократной инъекции препарата пролонгированного действия на 9-10 день полового цикла. Общеизвестная схема включает 8 инъекций ФСГ с интервалом между инъекциями 12 часов, что является стрессовым фактором и сложно при пастбищном содержании животных. Через 48 часов после введения ФСГ донорам инъецировали эстрофан. Осеменяли доноров замороженно-оттаянным семенем двукратно: через 60 и 72 часов после введения простагландина.

Эмбрионы извлекали нехирургическим методом на 7-8 день после первого осеменения с помощью катетера Фоллея путём промывания рогов матки средой Дюльбекко с добавлением гентамицина и бычьего сывороточного альбумина. После фильтрации промывной среды через эмбриофильтр поиск эмбрионов проводили под стереомикроскопом МБС-10 при увеличении 40-60х. Морфологическую оценку качества эмбрионов – при 80-100-кратном увеличении. Все микропроцедуры с эмбрионами проводились с использованием микрокапилляров в синтетических средах для кратковременного хранения биологических объектов с добавлением антибиотика гентамицина и бычьего сывороточного альбумина.

Пригодные 7-8-дневные эмбрионы на стадиях развития от поздней морулы до экспандированной бластоцисты после ступенчатой эквilibрации в растворах глицерина повышающейся концентрации подвергали глубокой криоконсервации на программном замораживателе CL5500 с последующим хранением в жидком азоте.

Замороженные эмбрионы в криососуде Дьюара были доставлены в КФХ «Бату плюс» Республики Калмыкия для межпородной пересадки. В качестве реципиентов для пересадки красногорбатовских эмбрионов использовали 117 тёлочек случного возраста калмыцкой мясной породы с целью закрепления у потомства пассивного иммунитета суррогатных матерей для повышения адаптационной устойчивости к агрессивным условиям аридного региона. Синхронизацию половой охоты у реципиентов проводили по схеме двукратного введения эстрофана с интервалом 11 дней.

Процедура деконсервации эмбрионов включала выдержку 10 с на воздухе при комнатной температуре, затем 20 с – в водяной бане при +25 °С. Эквилибрацию оттаянных эмбрионов проводили в растворах криопротектора глицерина понижающейся концентрации (не прямая пересадка), заправляли в пайетты объёмом 0,25 мл и помещали в модифицированный катетер Кассу с защитным чехлом для пересадки.

Пересадки эмбрионов проводили ректоцервикально катетером Кассу группам тёлочек по 20 голов, с учётом отклонения между днём полового цикла реципиентов и стадией развития эмбрионов в пределах +/- 24 часа. Для пересадки отбирали тёлочек-реципиентов с функционирующим жёлтым телом на одном из яичников. Эмбрионы пересаживали в рог матки, ипсилатеральный яичнику с жёлтым телом. Всего провели пересадки 117 реципиентам по одному эмбриону на каждого реципиента. Стельность реципиентов определяли ректально через 2,5 месяца после пересадки.

Оборудование и технические средства. Для выполнения работ по технологии трансплантации эмбрионов использовались оборудование и средства: программный замораживатель эмбрионов CL 5500 (CryoLogic (Австралия)), стереомикроскоп МБС-10 (Лыткаринский завод оптического стекла, Россия), катетеры Фоллея и Кассу (NEA/Lampeter CH16, Германия), эмбриофильтры, микроинструменты и лабораторная посуда; фолликулостимулирующий гонадотропин ФСГ-супер, простагландин F2α «эстрофан», глицерин, среды для культивирования и замораживания эмбрионов.

Результаты исследований.

В результате стимуляции полиовуляции у 25 коров-доноров 23 донора или 92,0 % реагировали положительно (образование на яичниках 3 и более жёлтых тел после овуляции фолликулов). Соответственно вымывание эмбрионов проводили у 23 доноров. Общее количество полученных эмбрионов и яйцеклеток составило 342 или 14,9 в среднем на одного донора (табл. 1). Из общего сбора 223 эмбриона были оценены как отличные и хорошие. Таким образом, выход пригодных эмбрионов составил 65,2 % от общего количества зародышей или 9,7 эмбрионов в среднем на донора.

Таблица 1. Эмбриопродуктивность коров-доноров красногорбатовской породы
 Table 1. Embryoproductivity of donor cows of the Red Gorbатов breed

Показатели / <i>Indicators</i>	Результаты / <i>Results</i>
Обработано доноров (Д) / <i>Donors (D) prepared</i>	25
Реагировало суперовуляцией (3 и более жёлтых тел), n – % / <i>Responded with superovulation (3 or more corpus luteum), n – %</i>	23-92,0
Проведено вымываний эмбрионов / <i>Embryos were washed</i>	23
Получено зародышей, всего – в среднем на Д / <i>Embryos received, total - on average per D</i>	342-14,9
В том числе: пригодных, всего – в среднем на Д / <i>Including: suitable, total - on average per D</i>	223-9,7
- в % от общего числа / <i>- in % of the total</i>	65,2
- дегенерированных, всего – в среднем на Д / <i>- degenerated, total - on average per D</i>	84-3,65
- в % от общего числа / <i>- in % of the total</i>	24,6
- яйцеклеток, всего – в среднем на Д / <i>eggs, total - on average per D</i>	35-1,5
- в % от общего числа / <i>in % of the total</i>	10,2
Оплодотворяемость, % / <i>Fertility, %</i>	89,8
Заморожено эмбрионов / <i>Frozen embryos</i>	223

Полученные пригодные эмбрионы красногорбатовской породы были глубоко заморожены и в этом состоянии доставлены в КФХ «Бату плюс» Республики Калмыкия для проведения уникального эксперимента по межпородной пересадке эмбрионов красногорбатовской молочной породы реципиентам калмыцкой мясной породы. Всего было проведено 117 пересадок деконсервированными эмбрионами. В результате ректального обследования, проведённого через 2,5 месяца, стельность установили у 73 животных. Таким образом, уровень приживляемости эмбрионов составил 62,4 % – показатель, по эффективности сравнимый с пересадкой свежих эмбрионов.

Отёлы реципиентов проходили весной-летом 2018 года без осложнений, а рождённые телята-трансплантаты были здоровыми, без физических отклонений.

Обсуждение полученных результатов.

Вымывание эмбрионов провели у 23 коров-доноров. В результате вымывания общее количество эмбрионов и яйцеклеток составило 342 или 14,9 в среднем на одного донора. Из общего сбора 223 эмбриона были оценены как отличные и хорошие. Таким образом, выход жизнеспособных эмбрионов составил 65,2 % от общего количества зародышей или 9,7 в среднем на донора – рекордный уровень по сравнению с другими породами крупного рогатого скота. Такой высокий индекс эмбриопродуктивности (аналогичный показатель по голштинской молочной породе редко превышает 5,0 качественных эмбрионов) является показателем высокой фертильности коров, качеством, присущим этой породе. По нашим данным и исследованиям других авторов на различных породах, этот показатель в максимальных пределах не превышает 5,3-7,7 (Бабенков В.Ю., 2017; Голубец В.Л., 2019).

Всего было пересажено 117 деконсервированных эмбрионов красногорбатовской породы 117 тёлкам-реципиентам калмыцкой породы. В результате ректального обследования реципиентов через 2,5 месяца после трансплантации стельность была установлена у 73 животных. Таким образом, уровень приживляемости эмбрионов составил 62,4 % – показатель, по эффективности сравнимый с пересадкой свежих эмбрионов (Бабенков В.Ю. и др., 2022; Лихоман А.В., 2016; Roper DA et al., 2018), что также свидетельствует о высокой фертильности матерей эмбрионов. Подтверждающим фактором репродуктивных качеств коров красногорбатовской породы служит также рождение у реципиентов здорового потомства.

Заключение.

Результаты проведённых исследований показали высокие репродуктивные качества коров красной горбатовской породы, которые складываются из показателей эмбриопродуктивности и фертильности животных. Эмбриопродуктивность коров составила 9,7 жизнеспособных эмбрионов в среднем на донора, что связано с высокой оплодотворяемостью яйцеклеток. В свою очередь доказательством высокой фертильности животных является уровень приживляемости эмбрионов после трансплантации реципиентам, который в наших исследованиях составил 62,4 %, что было сравнимо с пересадкой свежеполученных эмбрионов.

Эксперимент по определению воспроизводительных качеств красногорбатовской породы, которая ведёт своё происхождение из региона с умеренно-континентальным климатом (Нижегородская область), показал возможность акклиматизации коров в экстремальных условиях аридного региона (Республика Калмыкия). Выявленные породные качества свидетельствуют о возможности расширения регионов размножения красногорбатовских коров с использованием технологии трансплантации эмбрионов.

Список источников.

1. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота / В.Ю. Бабенков, Н.И. Хромов, В.В. Хромова, Д.В. Машталер // ФЕРМЕР. Черноземье. 2017. № 4(4). С. 24-25. [Babekov VJu, Hromov NI, Hromova VV, Mashtaler DV. Vspomo-

gatel'nye reproduktivnye tehnologii v vosproizvodstve i selekcii krupnogo rogatogo skota. FERMER. Chernozem'e. 2017;4(4):24-25. (*In Russ.*).

2. Голубец Л.В. Инновационные технологии в разведении и селекции племенного скота: монография. Гродно: ГГАУ, 2019. 428 с. [Golubec LV. Innovacionnye tehnologii v razvedenii i selekcii plemennogo skota: monografija. Grodno: GGAU; 2019:428 p. (*In Russ.*)].

3. Качественные показатели мясной продуктивности крупного рогатого скота при выращивании помесей различных генотипов / Б.С. Убушаев и др. // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 4(48). С. 162-168. [Ubushaev BS, et al. Qualitative indicators of beef productivity of cattle in the cultivation of crossbreeds of different genotypes. Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex. 2021;4(48):162-168. (*In Russ.*)]. doi: 10.52671/20790996_2021_4_162

4. Корнелаева М.В., Карликова Г.Г. Воспроизводительные способности и молочная продуктивность коров в зависимости от физиологического статуса в период лактации // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 4. С. 484-498. [Kornelaeva MV, Karlikova GG. Reproductive capacity and milk production of cows depending on their physiological status during lactation. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2022;17(4):484-498. (*In Russ.*)]. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-484-498

5. Лихоман А.В., Усенко В.В., Пустовая А.О. Результаты внедрения трансплантации эмбрионов крупного рогатого скота // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 121(07). С. 2177-2211. [Likhoman AV, Usenko VV, Pustovaya AO. The results of implementation of cattle embryos transplantation. 2016;121(07):2177-2211. (*In Russ.*)]. doi: 10.21515/1990-4665-121-138

6. Научные и организационные аспекты разведения, генетики, биотехнологии воспроизводства и сохранения генофонда в животноводстве / Гладий М.В. и др. // Розведення і генетика тварин. 2018. Вып. 56. С. 5-14. [Hladiy MV, et. al. Scientific and organizational aspects of generation, genetics, reproduction biotechnology and protection of the genofonds in livestock breeding. Animal Breeding and Genetics. 2018;56:5-14. (*In Russ.*)]. doi: 10.31073/abg.56.01

7. Паронян И.А. Возможности сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота отечественной селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 63-66. [Paronyan IA. Possibilities of preservation and improvement of the gene pool of cattle of domestic breeding. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2018;32(5):63-66. (*In Russ.*)]. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10516

8. Ранний эмбриогенез и вторичное соотношение полов при трансплантации доимплантационных эмбрионов in vivo / В.Ю. Бабенков, Е.Ю. Макарова, А.И. Хахлинов, Р.Д. Сангаджиев, Н.В. Чимидова, А.В. Убушаева // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 6. С. 88-93. [Babenkov VYu, Makarova EYu, Khakhlinov AI, Sangadzhiev RD, Chimidova NV, Ubushaeva AV. Early embryogenesis and secondary sex ratio in transplantation of preimplantation embryos in vivo. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2022;6:88-93. (*In Russ.*)]. doi: 10.31857/2500-2082/2022/6/88-93

9. Фазылова М.И. Трансплантация эмбрионов КРС [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум 2020: материалы XII Междунар. студенческой науч. конф., (г. Москва, 01 дек. 2019-06 марта 2020 г.). М.: РАН, 2020. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018020097> (20.02.2023) [Fazylova MI. Transplantation of cattle embryos [Elektronnyj resurs] (Conference proceedings) Studencheskij nauchnyj forum 2020: materialy XII Mezhdunar. studencheskoj nauch. konf., (g. Moskva, 01 dek. 2019-06 marta 2020 g.). Moscow: RAN; 2020. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018020097> (20.02.2023) (*In Russ.*)].

10. Чинаров В.И. Количественный и породный состав крупного рогатого скота России // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 4. С. 9-13. [Chinarov VI. Quantitative and breed composition of Russian cattle. Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding. 2022;4:9-13. (*In Russ.*)]. doi: 10.33943/MMS.2022.42.15.002

11. Шаран М.М., Салиха Ю.Т. Состояние и перспективы применения репродуктивных биотехнологий для повышения продуктивности в животноводстве // Биология тварин. 2022. Т. 24. № 3. С. 44-50. [Sharan MM, Salyha YuT. The status and prospects of reproductive biotechnology application to increase productivity in cattle breeding. *The Animal Biology*. 2022;24(3):44-50. (In Russ.)]. doi: 10.15407/animbio124.03.044
12. Chimidova N, Moiseikina L, Ubushieva A, Khakhlinov A, Kedeeva O. Genetic structure of population of the Kalmyk breed cattle. *E3S Web of Conferences*. 2022;363:03025. doi: 10.1051/e3sconf/202236303025
13. Gorlov IF, et al. GDF9 gene polymorphism and its association with litter size in two Russian sheep breeds. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. 2018;29(1):61-66. doi: 10.1007/s12210-017-0659-2
14. Roper DA, et al. Factors in cattle affecting embryo transfer pregnancies in recipient animals. *Animal Reproduction Science*. 2018;199:79-83. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.11.001
15. Salaev BK, et al. Modern problems of nutrition of the Russian population. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;677:032070. doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032070
16. Shirokova NV, Kolosov AYu, Kolosov YuA, Getmantseva LV, Bakoev NF, Vorontsova ES, Kolosova NN. Genetic structure of the herd by genes GDF9, GH, CAST in merino sheep of the North Caucasus region of Russia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;677:052113. doi: 10.1088/1755-1315/677/5/052113
17. Singh B, Mal G, Gautam SK, Mukesh M. *Reproduction Biotechnology in Cattle*. In: *Advances in Animal Biotechnology*. Springer, Cham; 2019:155-167. doi: 10.1007/978-3-030-21309-1_14

References

1. Babenkov VYu, Khromov NI, Khromova VV, Mashtaler DV. Assisted reproductive technologies in the reproduction and selection of cattle. *FARMER. Chernozem*. 2017;4(4):24-25.
2. Golubets L.V. *Innovative technologies in breeding and selection of breeding stock: monograph*. Grodno: GSAU; 2019:428 p.
3. Ubushaev BS, et al. Qualitative indicators of beef productivity of cattle in the cultivation of crossbreeds of different genotypes. *Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex*. 2021;4(48):162-168. doi: 10.52671/20790996_2021_4_162
4. Kornelaeva MV, Karlikova GG. Reproductive capacity and milk production of cows depending on their physiological status during lactation. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(4):484-498. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-484-498
5. Likhoman AV, Usenko VV, Pustovaya AO. The results of implementation of cattle embryos transplantation. 2016;121(07):2177-2211. doi: 10.21515/1990-4665-121-138
6. Hladiy MV, et. al. Scientific and organizational aspects of generation, genetics, reproduction biotechnology and protection of the genofonds in livestock breeding. *Animal Breeding and Genetics*. 2018;56:5-14. doi: 10.31073/abg.56.01
7. Paronyan IA. Possibilities of preservation and improvement of the gene pool of cattle of domestic breeding. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2018;32(5):63-66. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10516
8. Babenkov VYu, Makarova EYu, Khakhlinov AI, Sangadzhiev RD, Chimidova NV, Ubushaeva AV. Early embryogenesis and secondary sex ratio in transplantation of preimplantation embryos in vivo. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2022;6:88-93. doi: 10.31857/2500-2082/2022/6/88-93
9. Fazylova MI. Transplantation of cattle embryos (Conference proceedings) *Student Scientific Forum 2020: Proceedings of the XII Intern. student scientific conf.*, (Moscow, December 01, 2019-March 06, 2020). Moscow: RAS, 2020. URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018020097> (20.02.2023)
10. Chinarov VI. Quantitative and breed composition of Russian cattle. *Journal of Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2022;4:9-13. doi: 10.33943/MMS.2022.42.15.002

12. Chimidova N, Moiseikina L, Ubushieva A, Khakhlinov A, Kedeeva O. Genetic structure of population of the Kalmyk breed cattle. E3S Web of Conferences. 2022;363:03025. doi: 10.1051/e3sconf/202236303025

13. Gorlov IF, et al. GDF9 gene polymorphism and its association with litter size in two Russian sheep breeds. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali. 2018;29(1):61-66. doi: 10.1007/s12210-017-0659-2

14. Roper DA, et al. Factors in cattle affecting embryo transfer pregnancies in recipient animals. Animal Reproduction Science. 2018;199:79-83. doi: 10.1016/j.anireprosci.2018.11.001

15. Salaev BK, et al. Modern problems of nutrition of the Russian population. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;677:032070. doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032070

16. Shirokova NV, Kolosov AYU, Kolosov YuA, Getmantseva LV, Bakoev NF, Vorontsova ES, Kolosova NN. Genetic structure of the herd by genes GDF9, GH, CAST in merino sheep of the North Caucasus region of Russia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021;677:052113. doi: 10.1088/1755-1315/677/5/052113

17. Singh B, Mal G, Gautam SK, Mukesh M. Reproduction Biotechnology in Cattle. In: Advances in Animal Biotechnology. Springer, Cham; 2019:155-167. doi: 10.1007/978-3-030-21309-1_14

Информация об авторах:

Владимир Юрьевич Бабенков, доктор биологических наук, заведующий лабораторией геномики и биохимии РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных, ведущий научный сотрудник лаборатории «Особенности организации генома мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом на основе высокополиморфных генетических маркеров», Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, строение 4 корпус КалмГУ, тел.: 89803781833.

Надежда Васильевна Чимидова, кандидат биологических наук, руководитель лаборатории «Особенности организации генома мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом на основе высокополиморфных генетических маркеров», доцент кафедры биотехнологии и животноводства аграрного факультета, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, строение 4 корпус КалмГУ, тел.: 89374620111.

Арсланг Иванович Хахлинов, директор Регионального научно-производственного центра по воспроизводству сельскохозяйственных животных, научный сотрудник лаборатории «Особенности организации генома мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом на основе высокополиморфных генетических маркеров», Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, строение 4 корпус «КалмГУ», тел.: 89615463555.

Убушиева Алтана Вадимовна, научный сотрудник лаборатории «Особенности организации генома мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом на основе высокополиморфных генетических маркеров», старший преподаватель кафедры биотехнологии и животноводства аграрного факультета, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, строение 4 корпус «КалмГУ», тел.: 89996701448.

Манжиев Василий Иванович, инженер-исследователь лаборатории «Особенности организации генома мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом на основе высокополиморфных генетических маркеров», Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, строение 4 корпус «КалмГУ», тел.: 89272832088.

Information about the authors:

Vladimir Yu Babenkov, Dr. Sci (Biology), Head of the Laboratory of Genomics and Biochemistry of the RNPC for the Reproduction of farm animals, Leading researcher of the laboratory "Features of the organization of the genome of meat breeds associated with high adaptive and productive potential based on highly polymorphic genetic markers", Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 5 microdistrict, building 4, KalmSU building, Republic of Kalmykia, Elista, 358011, cell: 89803781833.

Nadezhda V Chimidova, Cand. Sci. (Biology), Head of the laboratory "Features of the organization of the genome of meat breeds associated with high adaptive and productive potential based on highly polymorphic genetic markers", Associate Professor of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry of the Faculty of Agriculture, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 5 microdistrict, building 4, KalmSU building, Republic of Kalmykia, Elista, 358011, cell: 89374620111.

Arslang I Khakhlinov, Director of the Regional Research and Production Center for the Reproduction of Farm Animals, researcher of the laboratory "Features of the organization of the genome of meat breeds associated with high adaptive and productive potential based on highly polymorphic genetic markers", Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 5 microdistrict, building 4, KalmSU building, Republic of Kalmykia, Elista, 358011, cell: 89615463555.

Altana V Ubushieva, Researcher of the laboratory "Features of the organization of the genome of meat breeds associated with high adaptive and productive potential based on highly polymorphic genetic markers", senior lecturer Department of Biotechnology and Animal Husbandry of the Faculty of Agriculture, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 5 microdistrict, building 4, KalmSU building, Republic of Kalmykia, Elista, 358011, cell: 89996701448.

Vasily I Manjiev, Research Engineer of the laboratory "Features of the organization of the genome of meat breeds associated with high adaptive and productive potential based on highly polymorphic genetic markers", Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, 5 microdistrict, building 4, KalmSU building, Republic of Kalmykia, Elista, 358011, cell: 89272832088.

Статья поступила в редакцию 30.01.2023; одобрена после рецензирования 13.02.2023; принята к публикации 20.03.2023.

The article was submitted 30.01.2023; approved after reviewing 13.02.2023; accepted for publication 20.03.2023.