

УДК 636.3:576:591.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45

Н.А. Волкова ✉

Л.А. Волкова

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

✉ natavolkova@inbox.ru

Поступила в редакцию:

08.06.2023

Одобрена после рецензирования:

31.10.2023

Принята к публикации:

10.11.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45

Natalia A. Volkova ✉

Ludmila A. Volkova

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

✉ natavolkova@inbox.ru

Received by the editorial office:

08.06.2023

Accepted in revised:

31.10.2023

Accepted for publication:

10.11.2023

Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Межвидовая гибридизация домашних животных с дикими родственными видами рассматривается как одно из перспективных направлений в животноводстве в рамках повышения качества и нутриентного биоразнообразия животноводческой продукции. В статье представлены результаты исследований видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis* разных генотипов.

Методы. Объектом исследований являлись овцы романовской породы и межвидовые гибриды домашних овец (романовская порода) с архаром. Проведены гистологические исследования длиннейшей мышцы спины животных в возрасте 12 месяцев в сравнительном аспекте. Изучены толщина и площадь мышечных волокон, мышечных пучков, количество мышечных волокон на единицу площади среза.

Результаты. Выявлены различия по ряду морфометрических показателей основных структурных единиц длиннейшей мышцы спины животных в зависимости от генотипа. У гибридных животных относительно овец романовской породы установлено снижение показателей толщины и площади мышечных волокон на 12% и 25% соответственно ($p < 0,01$). Показано повышение числа мышечных волокон на 1 мм² среза и снижение доли соединительной ткани в структуре длиннейшей мышцы спины у межвидовых гибридов по сравнению с аналогичными показателями овец романовской породы. Данные биологические особенности гибридных животных следует учитывать при их разведении, селекции и использовании для получения мяса и мясной продукции.

Ключевые слова: овцы, межвидовые гибриды, романовская порода, архар, длиннейшая мышца спины

Для цитирования: Волкова Н.А., Волкова Л.А. Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 41–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45>

© Волкова Н.А., Волкова Л.А.

Study of the specific features in the histological structure of the longissimus muscle dorsi in animals of the genus *Ovis*

ABSTRACT

Relevance. Interspecific hybridization of domestic animals with wild related species is considered as one of the promising directions in animal husbandry in the framework of improving the quality and nutrient biodiversity of livestock products. The article shows the research results of the specific features in the histological structure of the longissimus muscle dorsi in animals of the genus *Ovis* with different genotypes.

Methods. The object of research was sheep of the Romanov breed and interspecific hybrids of domestic sheep (Romanov breed) with argali. Histological studies of the longissimus dorsi muscle of purebred and hybrid animals at the age of 12 months were carried out in a comparative aspect. The thickness and area of muscle fibers, muscle bundles, the number of muscle fibers per unit cross-sectional areas were studied.

Results. Differences in a number of morphometric parameters in the main structural units of the longissimus dorsi muscle in hybrid animals depending on the genotype were revealed. In hybrid animals, in comparison with purebred sheep, a decrease in the thickness and area of muscle fibers by 12% and 25% was found ($p < 0.01$). An increase in the number of muscle fibers per 1 mm² of the cut and a decrease in the proportion of connective tissue in the structure of the longissimus dorsi muscle in interspecific hybrids were shown in comparison with those in sheep of the Romanov breed ($p < 0.01$). These biological features of hybrid animals should be taken into account when breeding, selecting and using them to obtain meat and meat products.

Key words: sheep, interspecific hybrids, Romanov breed, argali, longissimus dorsi muscle

For citation: Volkova N.A., Volkova L.A. Изучение видовых особенностей гистологической структуры длиннейшей мышцы спины у животных рода *Ovis*. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 41–45 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-41-45>

© Volkova N.A., Volkova L.A.

Введение/Introduction

Межвидовая гибридизация сельскохозяйственных животных с дикими родственными видами рассматривается как одно из перспективных направлений, в том числе для повышения качества и нутриентного биоразнообразия животноводческой продукции [1–3].

Использование генетических ресурсов диких видов в животноводстве позволяет повысить генетическое биоразнообразие генофонда видов и пород сельскохозяйственных животных, что значительно расширяет возможности ведения направленной селекции на получение особей с желательными селекционно-значимыми признаками, в том числе с высокими продуктивными показателями [4, 5].

Имеется ряд работ, показывающих перспективность использования генетических ресурсов диких видов для получения новых селекционных форм, линий и пород с улучшенными продуктивными качествами [6–8]. Среди различных видов животноводческой продукции значительная доля приходится на производство мяса и мясных продуктов. В настоящее время значительно возрос спрос на мясо с пониженным содержанием жира и высокой долей белка [9]. Использование генетических ресурсов диких видов в животноводстве — один из возможных путей решения вопроса обеспечения населения мясными продуктами с заданными характеристиками.

На сегодняшний день достаточно успешные результаты по межвидовой гибридизации домашних животных с дикими видами достигнуты в овцеводстве и козоводстве. Получены и изучены межвидовые гибриды домашних овец с муфлоном, архаром и снежным бараном [10], а также домашних коз с дикими сородичами [11–14]. Успешность и востребованность получения таких межвидовых гибридов связаны прежде всего с физиологическими особенностями мелкого рогатого скота. Как овцы, так и козы хорошо адаптируются в регионах со сложными природно-климатическими условиями, связанными с ограниченностью кормовых и водных ресурсов [15, 16].

Эффективность использования и внедрение генетических ресурсов диких видов в практику животноводства требуют детального изучения биологических особенностей межвидовых гибридов. Определенный научный интерес представляет изучение гистологических особенностей структуры мышечной ткани гибридных животных в направлении оценки мясных качеств данных животных.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили на базе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста» в 2022–2023 гг.

Объектом исследований служили овцы романовской породы (самки, $n = 5$) и межвидовые гибриды овец романовской породы и архара с кровностью по архару 1/4 (самки, $n = 6$) в возрасте 12 месяцев.

Межвидовые гибриды были получены с использованием биологического материала, сохраняемого в условиях криобанка семени домашних и диких видов животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. В качестве материнской формы использовали овец романовской породы, в качестве отцовской — архара (*Ovis ammon*). Гибридные животные и их аналоги (сверстники)

романовской породы содержались совместно в одинаковых условиях. Все животные получали комбинированный рацион согласно нормам ВИЖ¹.

Материалом для гистологических исследований служила ткань длиннейшей мышцы спины животных. Отбор образцов ткани проводили при убое данных животных в возрасте 12 месяцев^{2, 3} в соответствии с протоколом комиссии по биоэтике ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Образцы мышечной ткани (не менее трех образцов от каждого животного) фиксировали в 10%-ном формалине. Для получения гистологических препаратов проводили заливку фиксированных образцов исследуемой ткани в парафин.

Гистологические срезы толщиной 5–6 мкм получали на ротационной микротоме (Terumo Shandon, Великобритания). Полученные гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином^{2, 3}. Анализ гистологических препаратов проводили с использованием микроскопа Ni-U (Nikon, Япония), оснащенного пакетом программ NIS-Elements (Nikon, Япония) для обработки и анализа изображений.

Оценивали следующие показатели: толщину, площадь мышечных волокон, диаметр, площадь мышечных пучков первого и второго порядка, количество мышечных волокон на единицу площади среза.

Оценку данных показателей проводили на поперечных срезах длиннейшей мышцы спины (не менее пяти гистологических срезов от каждого образца ткани, не менее трех образцов исследуемой мышечной ткани от каждого животного). Толщину и площадь мышечных волокон оценивали при увеличении 20х, диаметр и площадь мышечных пучков первого и второго порядка — при увеличении 200х. От каждого животного было исследовано не менее 50 мышечных волокон и не менее 60 мышечных пучков первого и второго порядка соответственно.

Для статистического анализа использовали программное обеспечение Microsoft Excel (США). Вычисляли средние арифметические (M) и стандартные ошибки средних ($\pm SEM$). Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Значимость различий была установлена на уровне $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Изучение гистологической структуры длиннейшей мышцы спины *m. longissimus dorsi* у овец романовской породы и их гибридов с архаром не выявило существенных изменений в общей архитектонике данной мышцы. В целом структура длиннейшей мышцы спины у межвидовых гибридов соответствовала структуре данной ткани овец романовской породы. Однако были установлены некоторые различия между исследуемыми группами животных по ряду морфометрических показателей.

Толщина, диаметр, площадь мышечных волокон, а также их расположение относительно друг друга у исследованных групп овец варьировали в зависимости от генотипа.

У овец романовской породы структура *m. longissimus dorsi* характеризовалась наличием четко выраженных мышечных волокон. Толщина мышечных волокон варьировала от 21 до 42 мкм и составила в среднем 31 ± 1 мкм (табл. 1).

¹ Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Москва. 2003; 456.

² Микроскопическая техника. Руководство / Под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Перова. М.: Медицина. 1996; 544.

³ ГОСТ 19496-2013 Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования. М.: Стандартинформ. 2014; 12.

Таблица 1. Морфометрические показатели мышечной ткани длиннейшей мышцы спины овец разных генотипов (возраст 12 месяцев)

Table 1. Morphometric parameters of the muscle tissue from the longissimus dorsi in animals of the genus Ovis with different genotypes (age 12 months)

Показатель	Овцы романовской породы	Межвидовые гибриды (романовская порода х архар)
Толщина мышечных волокон, мкм	31,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0*
Площадь мышечных волокон, мкм ²	678,0 ± 21,0	506,0 ± 34,0*
Средний диаметр мышечного пучка первого порядка, мкм	352,0 ± 15,0	384,0 ± 17,0
Площадь мышечного пучка первого порядка, мкм	79 492,0 ± 6775,0	89 671,0 ± 61 840
Средний диаметр мышечного пучка второго порядка, мкм	1462,0 ± 98,0	2057,0 ± 129,0
Площадь мышечного пучка второго порядка, мкм	1 185 667,0 ± 12 889,0	2 973 333,0 ± 16 640,0

Примечание: по отношению к овцам романовской породы, * p < 0,01

Границы между волокнами были хорошо различимы, отмечалась четко выраженная поперечная исчерченность волокон. На поперечных срезах ткани мышечные волокна характеризовались преимущественно полигональной формой и располагались свободно по отношению друг к другу (рис. 1А, 1С).

Площадь данных мышечных волокон в поперечном сечении — от 519 до 1260 мкм (табл. 1).

У межвидовых гибридов овец романовской породы и архара, так же как и у животных исходной родительской породы, в структуре *m. longissimus dorsi* отмечалось наличие свободно расположенных относительно друг к другу мышечных волокон (рис. 1В, 1D). Однако по толщине и площади мышечных волокон гибридные животные уступали своим породным сверстникам. Толщина и площадь мышечных волокон *m. longissimus dorsi* у овец романовской породы были больше, соответственно, на 12% и 25% по сравнению с аналогичными показателями, установленными у гибридных животных (табл. 1).

Мышечные волокна формировали первичные мышечные пучки (рис. 1). У овец романовской породы число мышечных волокон в данных мышечных пучках варьировало от 35 до 65 и составило в среднем 48 ± 11. У гибридных животных отмечалась более высокая вариабельность данного показателя, при этом среднее его значение было выше, чем у овец, на 16%.

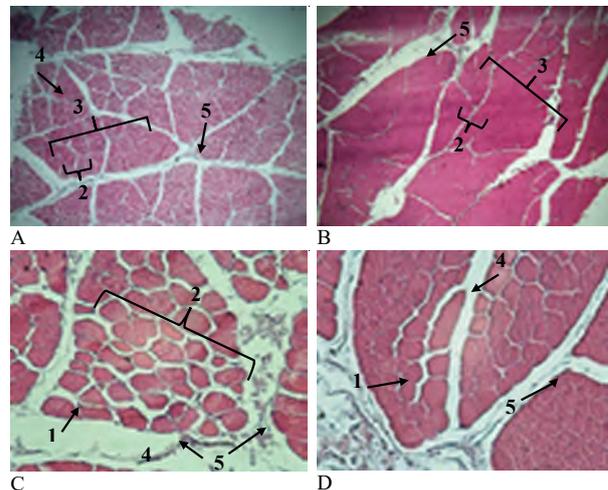
Первичные мышечные пучки образовывали мышечные пучки второго порядка (вторичные). Число первичных мышечных пучков в мышечных пучках второго порядка было от 3 до 7. При этом достоверных различий по данному показателю между овцами романовской породы и гибридными животными установлено не было.

Разделение мышечной ткани на мышечные пучки первого и второго порядка обеспечивалось прослойками соединительной ткани. В первичных мышечных пучках мышечные волокна были окружены сетью ретикулярных волокон — эндомизием, который переходил в перимизий, образованный из более толстых (по сравнению с эндомизием) коллагеновых волокон. Перимизий окружал первичные мышечные пучки, формируя мышечные пучки второго порядка. В перимизии выявлялись липоциты, образующие между вторичными пучками мышечных волокон умеренно развитые прослойки жировой ткани.

Толщина эндомизия и перимизия у исследованных животных определялась их генотипом. Так, у овец толщина эндомизия варьировала от 2 до 11 мкм и была

Рис. 1. Гистологическая структура длиннейшей мышцы спины овец в возрасте 12 месяцев: А, С — овцы романовской породы, В, D — межвидовые гибриды овец романовской породы и архара (1 — мышечные волокна, 2 — первичные мышечные пучки, 3 — вторичные мышечные пучки, 4 — эндомизий, 5 — перимизий). Окраска — гематоксилин-эозин. Увеличение: 200x — А, В, 20x — С, D

Fig. 1. Histological structure of the longissimus dorsi muscle of sheep at the age of 12 months: А, С — purebred sheep of the Romanov breed, В, D — interspecific hybrids of Romanov ewes and argali (1 — muscle fibers, 2 — primary muscle bundles, 3 — secondary muscle bundles, 4 — endomysium, 5 — perimysium). Hematoxylin-eosin stain. Magnification: 200x — А, В, 20x — С, D

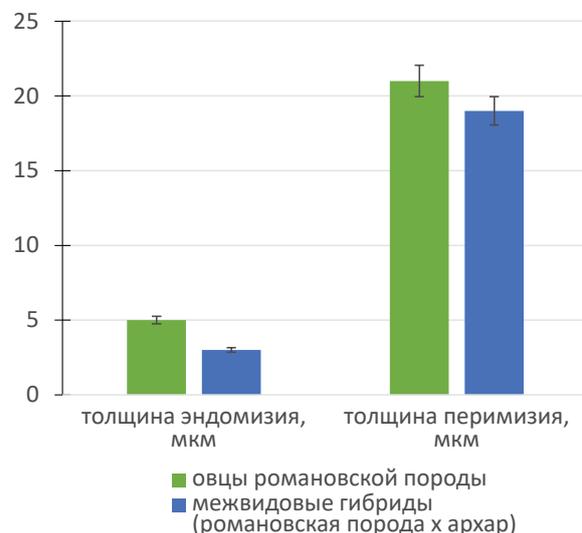


почти в 4 раза меньше по сравнению с перимизием. У гибридных животных показатели толщины как эндомизия, так и перимизия характеризовались большей вариабельностью по сравнению с аналогичными показателями, установленными у их породных сверстников. При этом следует отметить, что у гибридных животных толщина данных показателей была, соответственно, на 44% (p ≤ 0,01) и 14% меньше относительно данных показателей овец романовской породы.

Толщина мышечных волокон и соединительнотканых прослоек в структуре длиннейшей мышцы спины определяла соотношение мышечной и соединительной тканей, а также количество мышечных волокон на единицу площади. Данные морфометрические показатели служат одним из критериев оценки качества мяса и мясного сырья, получаемого от сельскохозяйственных

Рис. 2. Морфометрические показатели соединительной ткани длиннейшей мышцы спины овец разных генотипов

Fig. 2. Morphometric parameters of the connective tissue from the longissimus dorsi muscle of sheep with different genotypes



животных. Чем больше мышечных волокон на единицу площади, тем нежнее и мягче мясо и мясное сырье.

Были установлены различия по числу мышечных волокон на единицу площади среза между гибридными животными и овцами романовской породы. Гибридные животные характеризовались большим количеством мышечных волокон на единицу площади среза. Преимущество гибридных животных по данному показателю над овцами романовской породы составило 18%, что было обусловлено прежде всего меньшей толщиной как мышечных волокон, так и соединительнотканых прослоек — эндомизия и перимизия.

Выводы/Conclusion

Гистологические исследования длиннейшей мышцы спины овец романовской породы и межвидовых гибридов домашних овец и архара выявили различия между

исследуемыми группами животных по ряду морфометрических показателей.

В возрасте 12 месяцев у гибридных животных по сравнению со сверстниками романовской породы структура длиннейшей мышцы спины была образована более тонкими мышечными волокнами и прослойками соединительной ткани, что обеспечивало большее количество мышечных волокон на единицу площади ткани. Овцы романовской породы превосходили межвидовых гибридов по толщине мышечных волокон на 12%, по высоте эндомизия и перимизия — на 44% и 14% соответственно. Выявленные различия по морфометрическим показателям основных структурных единиц длиннейшей мышцы спины между овцами романовской породы и гибридными животными могут быть связаны с более медленным ростом межвидовых гибридов рода *Ovis*, установленным авторами ранее.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific 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

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 121052600350-9).

FUNDING

This work was supported financially by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (subject No. 121052600350-9).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Yadav A. *et al.* An overview on species hybridization in animals. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 2019; 6(5): 36–42.
2. Singh N.K., Reza A.M.M.T., Lee S.-J. Interspecies Hybridization in Animals: An Overview. *Annals of Animal Resource Sciences*. 2012; 23(2): 149–163. <https://doi.org/10.12718/AARS.2012.23.2.149>
3. Насибов Ш.Н. и др. Генетический потенциал дикой фауны в создании новых селекционных форм животных. *Достижения науки и техники АПК*. 2010; (8): 59–62. <https://elibrary.ru/mupimh>
4. Li X. *et al.* Genomic analyses of wild argali, domestic sheep, and their hybrids provide insights into chromosome evolution, phenotypic variation, and germplasm innovation. *Genome Research*. 2022; 32(9): 1669–1684. <https://doi.org/10.1101/gr.276769.122>
5. Денискова Т.Е. и др. Оценка биоразнообразия у межвидовых гибридов рода *Ovis* с использованием STR- и SNP-маркеров. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(2): 251–260. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.251rus>
6. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Гусев И.В., Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Биологические параметры пищеварительных и обменных процессов у межвидовых гибридов домашней овцы (*Ovis aries*) и архара (*Ovis ammon polii*). *Сельскохозяйственная биология*. 2016; 51(4): 500–508. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.500rus>
7. Иолчиев Б.С., Шералиев Ф.Д., Кленовицкий П.М., Багиров В.А., Шайдуллин И.Н., Жилинский М.А. Мясная продуктивность гибридов архара и романовской породы. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (1): 92–97. <https://elibrary.ru/yzcquh>
8. Всеволодов Э.Б. и др. Распределение волос по диаметру при межвидовой гибридизации овец. *Вестник Московского университета. Серия 16. Биология*. 2013; (1): 45–50. <https://elibrary.ru/pxuppl>
9. Селионова М.И. Из истории российского овцеводства и его научного сопровождения. М.: *Российская академия наук*. 2017; 249. ISBN 978-5-906906-05-2
10. Иолчиев Б.С., Волкова Н.А., Багиров В.А., Зиновьева Н.А. Идентификация межвидовых гибридов архара (*Ovis ammon*) и домашней овцы (*Ovis aries*) разных поколений по показателям экстерьера. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(6): 1139–1147. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1139rus>
11. Прытков Ю.А., Иолчиев Б.С., Волкова Н.А. Аспекты использования межвидовой гибридизации коз. *Аграрная наука*. 2020; (7–8): 35–38. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-35-38>
12. Machakhtyrov G., Vladimirov L., Machakhtyrova V., Sleptsov E., Plemiyashov K., Vinokurov N. Biological indicators of hybrids sperm derived from crossing of domestic sheep with Yakutian snow sheep. *The FASEB Journal*. 2021; 35(S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.02483>
13. Moroni B., Brambilla A., Rossi L., Meneguz P.G., Bassano B., Tizzani P. Hybridization between Alpine Ibex and Domestic Goat in the Alps: A Sporadic and Localized Phenomenon? *Animals*. 2022; 12(6): 751. <https://doi.org/10.3390/ani12060751>

REFERENCES

1. Yadav A. *et al.* An overview on species hybridization in animals. *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 2019; 6(5): 36–42.
2. Singh N.K., Reza A.M.M.T., Lee S.-J. Interspecies Hybridization in Animals: An Overview. *Annals of Animal Resource Sciences*. 2012; 23(2): 149–163. <https://doi.org/10.12718/AARS.2012.23.2.149>
3. Nasibov Sh.N. *et al.* Genetic potential of wild fauna in creating new breeding forms of animals. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2010; (8): 59–62 (In Russian). <https://elibrary.ru/mupimh>
4. Li X. *et al.* Genomic analyses of wild argali, domestic sheep, and their hybrids provide insights into chromosome evolution, phenotypic variation, and germplasm innovation. *Genome Research*. 2022; 32(9): 1669–1684. <https://doi.org/10.1101/gr.276769.122>
5. Deniskova T.E. *et al.* Biodiversity assessment in interspecies hybrids of the genus *Ovis* using STR and SNP markers. *Agricultural Biology*. 2017; 52(2): 251–260. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.2.251eng>
6. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Devyatkin V.A., Gusev I.V., Bagirov V.A., Zinovieva N.A. Biological parameters for digestive and metabolic processes in interspecies hybrids of domestic sheep (*Ovis aries*) and argali (*Ovis ammon polii*). *Agricultural Biology*. 2016; 51(4): 500–508. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.4.500eng>
7. Iolchiev B.S., Sheraliev F.D., Klenovitsky P.M., Bagirov V.A., Shaydullin I.N., Zhilinsky M.A. Meat productivity of hybrids of argali with Romanov breed. *Bulletin of KSAU*. 2019; (1): 92–97 (In Russian). <https://elibrary.ru/yzcquh>
8. Vsevolodov E.B. *et al.* Hair diameters distribution in sheep interspecies hybrids. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya*. 2013; (1): 45–50 (In Russian). <https://elibrary.ru/pxuppl>
9. Selionova M.I. From the history of Russian sheep breeding and its scientific support. Moscow: *Russian Academy of Sciences*. 2017; 249 (In Russian). ISBN 978-5-906906-05-2
10. Iolchiev B.S., Volkova N.A., Bagirov V.A., Zinovieva N.A. Identification of interspecific hybrids argali (*Ovis ammon*) and domestic sheep (*Ovis aries*) of different generations by exterior indicators. *Agricultural Biology*. 2020; 55(6): 1139–1147. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1139eng>
11. Prytkov Yu.A., Iolchiev B.S., Volkova N.A. Aspects of using interspecific hybridization of goats. *Agrarian science*. 2020; (7–8): 35–38 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-35-38>
12. Machakhtyrov G., Vladimirov L., Machakhtyrova V., Sleptsov E., Plemiyashov K., Vinokurov N. Biological indicators of hybrids sperm derived from crossing of domestic sheep with Yakutian snow sheep. *The FASEB Journal*. 2021; 35(S1). <https://doi.org/10.1096/fasebj.2021.35.S1.02483>
13. Moroni B., Brambilla A., Rossi L., Meneguz P.G., Bassano B., Tizzani P. Hybridization between Alpine Ibex and Domestic Goat in the Alps: A Sporadic and Localized Phenomenon? *Animals*. 2022; 12(6): 751. <https://doi.org/10.3390/ani12060751>

14. Айбазов А.-М.М., Мамонтова Т.В. Некоторые продуктивные и биологические показатели потомства, полученного от скрещивания западно-кавказского тура и карачаевских коз. *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*. Ставрополь. 2014; 1(7): 50–55. <https://elibrary.ru/sijkgd>

15. Silanikove N., Koluman (Darcan) N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*. 2015; 123(1): 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>

16. Joy A., Dunshea F.R., Leury B.J., Clarke I.J., Di Giacomo K., Chauhan S.S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*. 2020; 10(5): 867. <https://doi.org/10.3390/ani10050867>

14. Aybazov A.-M.M., Mamontova T. V. Some productive and biological indicators in the offspring, got from crossing of West Caucasian wild goat and Karachai goats. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kozovodstva*. Stavropol. 2014; 1(7): 50–55 (In Russian). <https://elibrary.ru/sijkgd>

15. Silanikove N., Koluman (Darcan) N. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*. 2015; 123(1): 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>

16. Joy A., Dunshea F.R., Leury B.J., Clarke I.J., Di Giacomo K., Chauhan S.S. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*. 2020; 10(5): 867. <https://doi.org/10.3390/ani10050867>

ОБ АВТОРАХ

Наталья Александровна Волкова,

доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории клеточной инженерии
natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

Людмила Александровна Волкова,

кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории микробиологии
ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

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

ABOUT THE AUTHORS

Natalia Alexandrovna Volkova,

Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Head of the Cell Engineering Laboratory
natavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7191-3550>

Ludmila Alexandrovna Volkova,

Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Microbiology Laboratory
ludavolkova@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9407-3686>

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