

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ОВЕЦ СИБИРСКО-ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

(✉) Гончаренко Г.М.¹, Хамирюев Т.Н.², Дашинимаев С.М.²,
Хорошилова Т.С.¹, Халина О.Л.¹, Гришина Н.Б.¹

¹ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

² Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского
федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Чита, Россия

(✉) e-mail: gal.goncharenko@mail.ru

Проведен сравнительный анализ восьми пород овец (полугрубошерстных, грубошерстных, полутонкорунных и тонкорунных), разводимых в Сибирско-Дальневосточном регионе. В исследованиях использовали данные по иммуногенетическому тестированию овец в племенных хозяйствах за ряд лет. Тестирование проводилось с применением 14 специфических сывороток – реагентов. Изучены аллельный профиль овец, их сходство и различие, связанные с филогенезом и предшествующей селекцией. Все исследованные породы имели отличительный аллельный профиль. В каждой породе выявлены как часто, так и редко встречающиеся антигены. На основании частот антигенов рассчитан индекс генетического сходства (r), который был выше в породах одного направления продуктивности, например между породами буубэй и эдильбаевской ($r = 0,912$), и ниже – между породами, селекция которых проводилась изолированно друг от друга. Самый низкий индекс генетического сходства выявлен между бурятской и западно-сибирской мясной ($r = 0,707$). Породы одного направления продуктивности из разных регионов также имеют отличительные особенности. Индекс генетического сходства между грубошерстными породами (буубэй и эдильбаевская) составляет 0,912; между полугрубошерстными (бурятская и агинская) он находится на уровне 0,739; между полутонкорунными (горноалтайская и западно-сибирская мясная) – 0,845; между тонкорунными (кулундинская и забайкальская) – 0,902. С использованием кластерного анализа генетических дистанций определены взаимоотношения пород, их происхождение, филогенез. Западно-сибирская мясная и кулундинская образовали один кластер, буубэй и бурятская также вошли в один кластер. Более отдаленными породами оказались агинская (зугалайский тип) и эдильбаевская.

Ключевые слова: овца, порода, антиген, частота, индекс генетического сходства

IMMUNOGENETIC CHARACTERISTICS OF SHEEP BREEDS OF THE SIBERIAN-FAR EASTERN REGION

(✉) Goncharenko G.M.¹, Khamiruev T.N.², Dashinimaev S.M.²,
Khoroshilova T.S.¹, Khalina O.L.¹, Grishina N.B.¹

¹ Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

² Research Institute of Veterinary Medicine of Eastern Siberia - Branch of the Siberian Federal
Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Chita, Russia

(✉) e-mail: gal.goncharenko@mail.ru

A comparative analysis of eight breeds of sheep (medium-wool, coarse-wooled, semifine-wool and fine-wool) bred in the Siberian-Far Eastern region was carried out. The research used the data on immunogenetic testing of sheep in breeding farms for a number of years. The testing was performed using 14 specific sera – reagents. The allelic profile of sheep, their similarities and differences related to phylogeny and previous selection were studied. All breeds studied had a distinctive allelic profile. Both frequent and infrequent antigens were identified in each breed. Based on antigen frequencies, an index of genetic similarity (r) was calculated, which was higher in the breeds of the same productivity direction, e.g. between Buubei and Edilbaevskaya breeds ($r = 0.912$), and lower between

the breeds that were selected in isolation from each other. The lowest index of genetic similarity was found between the Buryat and West Siberian meat breeds ($r = 0.707$). Breeds of the same productivity direction from different regions also have distinctive features. The index of genetic similarity between coarse-wooled breeds (Buubei and Edilbaevskaya) is 0.912; between medium-wool breeds (Buryat and Aginskaya) it is at the level of 0.739; between semifine-wool breeds (Gorno Altai and West Siberian meat breeds) – 0.845; between fine-wool breeds (Kulunda and Zabaikalskaya) – 0.902. Using the cluster analysis of genetic distances, the relationships of breeds, their origin, and phylogeny were determined. West Siberian Meat and Kulunda breeds formed one cluster, Buubei and Buryat breeds were also included in one cluster. More distant breeds were Aginskaya (Zugalai type) and Edilbaevskaya.

Keywords: sheep, breed, antigen, frequency, index of genetic similarity

Для цитирования: Гончаренко Г.М., Хамируев Т.Н., Дашинимаев С.М., Хорошилова Т.С., Халина О.Л., Гришина Н.Б. Иммуногенетическая характеристика пород овец Сибирско-Дальневосточного региона // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 11. С. 86–95. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-9>

For citation: Goncharenko G.M., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M., Khoroshilova T.S., Khalina O.L., Grishina N.B. Immunogenetic characteristics of sheep breeds of the Siberian-Far Eastern region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 11, pp. 86–95. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 23-26-00014.

Acknowledgments

The research was supported by the RSF grant No. 23-26-00014.

ВВЕДЕНИЕ

В России за 2000-е годы на фоне сокращения поголовья овец произошла частичная породная переориентация. В связи с конъюнктурой рынка в сельскохозяйственных организациях поголовье овец тонкорунных пород сократилось в 2,3 раза, полутонкорунных – в 4,3 раза, при этом численность овец грубошерстных пород увеличилась в 4,1 раза. Тем не менее, наиболее многочисленное поголовье овец относится к тонкорунному направлению продуктивности, удельный вес 15 пород – составляет 54% всего поголовья России. К полутонкорунным породам относятся также 15 пород, но они занимают всего 4,6%. Еще меньше – поголовье полугрубошерстных овец – 1,2%. В России 17 пород относятся к грубошерстному направлению продуктивности, численность овец в которых составляет 33%¹.

Наблюдаемое ежегодное сокращение численности овец может повлечь за собой утрату адаптационных качеств к местным клима-

тическим и кормовым условиям, снижение генетического разнообразия. Для изучения этих процессов применяются генетические маркеры разных типов (группы крови, белковый полиморфизм, микросателлитный профиль, полногеномный анализ), используя которые можно изучить популяционно-генетическую структуру отдельных стад, популяций, их изменчивость при скрещивании, мониторинге по поколениям. В настоящее время к числу наиболее удобных, информативных, пригодных для массового анализа, относится микросателлитный профиль [1, 2].

Использование групп крови, которые до недавнего времени были востребованы в силу их информативности, кодоминантного типа наследования и пригодности для массового анализа, позволило решать некоторые проблемы селекции сельскохозяйственных животных, например контролировать правильность записей происхождения молодняка. Кроме того, иммуногенетический анализ

¹Шичкин Г.И., Сафина Г.Ф., Амерханов Х.А., Чернов В.В., Григорян Л.Н., Хмелевская Г.Н., Равичева А.В., Степанова Н.Г. Ежегодник по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2021). ФГБНУ ВНИИ-плем. М., 2022. 325 с.

широко использовался при установлении филогенеза пород, сходства и различия популяций, стад и половозрастных групп.

В исследованиях [3] показано, что наиболее высокое генетическое сходство имеют быки черно-пестрой голштинизированной породы и айрширской (0,902), самое низкое – джерсейской и айрширской (0,561). При использовании иммуногенетического анализа показаны различия изолированной популяции овец French Rambouillet и испанских мериносов, от которых они произошли. В замкнутом стаде фиксировались только те аллели, которые у испанских мериносов выявлялись с частотой 0,90 и 0,80².

С помощью групп крови и других генетических маркеров была детально охарактеризована одна из лучших отечественных пород шубного направления продуктивности – романовская – в сравнительной оценке с другими породами³.

Иммуногенетический анализ нашел применение для определенияmono- и дизиготности потомков сельскохозяйственных животных [4]. В исследованиях [5] показано влияние окружающей среды на уровень гомозиготности стада по сывороточным белкам крови, что может быть следствием механизма поддержания полиморфизма, в неблагоприятной обстановке имеющее адаптивное значение.

В работе показаны аллельный профиль помесей овец при скрещиваниях и выявление желательных аллелей, связанных с живой массой и мясной продуктивностью и продуктивным долголетием [6, 7]. Есть сообщения об использовании групп крови для эффективного подбора пар по индексу генетического сходства родителей^{4, 5} [8]. Показано,

что в формировании аллелофонда дочерних поколений участвует от 50 до 80% доминирующих аллелей материнского стада крупного рогатого скота [9].

Учитывая, что группы крови были превалирующими генетическими маркерами, за время их активного использования в селекции сельскохозяйственных животных накопился достаточно объемный фактический материал о генетической структуре разных пород, изменении частот аллелей и генотипов под воздействием селекции и окружающей среды, были предприняты более детальные исследования по характеристике групп крови, закономерностям их наследования. В результате анализа иммуногенетических структур восьми видов жвачных животных установлено сходство некоторых локусов антигенов разных видов (овцы, козы, крупный рогатый скот) [10].

В исследованиях [3] приведены данные о концентрации, динамике и стабильности эритроцитарных аллелей у крупного рогатого скота. Показано, что только 10% аллелей имеют стабильность, около 30–35% – подвержены элиминации и генетическому дрейфу.

Цель исследования – анализ и обобщение аллелофонда овец разных пород с учетом направления продуктивности, их сходства и различия, взаимоотношений между ними в условиях Сибирско-Дальневосточного региона.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом исследований послужила кровь, отобранная у восьми пород овец различного направления продуктивности, разводимых в Сибирско-Дальневосточном регионе (Алтайский и Забайкальский края, Республика Бурятия). Изучены породы: гру-

²Nguyen T.C., Morera L., Llanes D., Leger P. Sheep blood polymorphism and genetic divergence between French Rambouillet and Spanish Merino: role of genetic drift // Anim. Genet. 1992. N 23 (4). P. 325–332. DOI: 10.1111/j.1365-2052.1992.tb00154.x.

³Марзанов Н.С., Комкова Е.А., Малюченко О.П., Алексеев Я.И., Озеров М.Ю., Кантанен Ю., Лобков В.Ю., Марзанова Л.К., Астафьева Е.Е., Петров С.Н., Колпаков И.Н., Андрохин А.П., Адамян К.К., Марзанова С.Н. Характеристика аллелофонда романовской породы овец по различным типам генетических маркеров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2015. № 2. С. 23–40.

⁴Витанова О.И., Чижова Л.Н. Физиолого-биохимический статус молодняка овец, полученного от родителей с различной величиной индекса антигенного сходства // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2007. Т 3. № 3–3. С. 10–12.

⁵Скокова А.В., Барнаш Е.Н., Шарко Г.Н., Якубова Е.В., Шумаенко С.Н. Продуктивность молодняка овец в зависимости от индекса генетического сходства родителей // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. № 7. С. 145–149.

бошерстных овец – пород буубэй (BUB) и эдильбаевской (EDL), полугрубошерстных овец – бурятской (BUR) и агинской пород зугалайского типа (AGZ), полутонкорунных овец – горноалтайской породы прикатунского типа (GAP) и западно-сибирской мясной породы (WSM), тонкорунных овец – забайкальской породы хангильского типа (ZBH) и кулундинской породы (KUL). Всего исследовано 2134 гол.

Иммуногенетическое тестирование осуществлялось с использованием моноспецифических реагентов банка лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологии Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства по шести системам групп крови (*A, B, C, D, M* и *R-O*), включающих 14 эритроцитарных факторов (*Aa, Ab, Bb, Bd, Be, Bi, Bg, Ca, Cb, Ma, Mb, R, O* и *Da*). Исследование проведено путем реакции гемолиза и агглютинации в КГУ «Агинской окружной ветеринарной лаборатории» и лаборатории биотехнологии Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства СФНЦА РАН.

Подсчет частоты антигенов проводили по методике Л.А. Животовского и А.М. Машурова (1974 г.). Генетическое расстояние и генетическое сходство рассчитывали по формулам Нея (1972 г.). На их основе были построены дендрограммы генетических дистанций между породами овец с помощью прикладной программы PAST version 3.25⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования генетических особенностей овец разных пород сформированы группы по следующим направлениям продуктивности: грубошерстное, полугрубошерстное, полутонкорунное и тонкорунное. Наиболее малочисленные породы в наших исследова-

ниях были буубэй, западно-сибирская мясная и кулундинская, которые составляют всего по 1% от общего поголовья овец, разводимых в Сибирско-Дальневосточном регионе.

Породы буубэй и эдильбаевская относятся к грубошерстным, селекция которых не имеет общего происхождения. Порода буубэй создана методом длительной селекционно-племенной работы реинтродуцированных из Внутренней Монголии КНР аборигенных бурятских овец⁷. Порода находит все более широкое распространение благодаря хорошей мясной продуктивности и высокому качеству мяса [11, 12].

Родиной эдильбаевской породы является Казахстан, она приспособлена к обитанию во всех зонах мясосального овцеводства. В породе встречаются три типа животных, различающихся между собой по телосложению и продуктивности⁸. Несмотря на одинаковое направление продуктивности, породы имеют значительные отличия между собой, которые, видимо, обусловлены предшествующей селекцией (см. табл. 1).

По большинству антигенов выявлены различия. В грубошерстной породе мясного направления буубэй чаще встречаются антигены *Bd, Bi, Ma* и *R* (на 0,235; 0,106; 0,100; 0,052 по сравнению с грубошерстной породой мясосального направления эдильбаевской), и, напротив, частота антигенов *Ab, Bb, Be, Ca, Cb, Mb* и *O* отмечена выше соответственно на 0,325; 0,089; 0,223; 0,252; 0,588; 0,354; 0,098 в эдильбаевской породе, чем в буубэй ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$). Индекс генетического сходства этих пород составляет ($r = 0,910 \pm 0,014$).

Бурятская и агинская (зугалайский тип) породы по направлению продуктивности относятся к полугрубошерстным овцам. Агинская порода создана путем скрещивания забайкальских тонкорунных маток с кучугу-

⁶Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Palaeontological Statistics software for education and data analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. № 4 (1). Р. 9.

⁷Мерзляков А.А., Данилов М.Б. Изучение состава и технологических свойств мяса овец аборигенной породы «Буубэй» // Образование и наука: Мат-лы национал. науч.-практич. конф. Улан-Удэ, 2023. С. 40–45.

⁸Давлетова А.М., Косилов В.И. Конституционально-продуктивные типы овец эдильбаевской породы // Известия Оренбургского государственного университета. 2013. № 1 (39). С. 102–104.

Табл. 1. Частота антигенов крови грубошерстных овец буубэй и эдильбаевской пород

Table 1. Frequency of blood antigens in coarse-wooled sheep of the Buubei and Edilbaevskaya breeds

Антиген	BUB (n = 298)	EDL (n = 199)
<i>Aa</i>	0,691 ± 0,019	0,683 ± 0,023
<i>Ab</i>	0,107 ± 0,013	0,432 ± 0,025***
<i>Bb</i>	0,765 ± 0,017	0,854 ± 0,018***
<i>Bd</i>	0,742 ± 0,018***	0,507 ± 0,025
<i>Bi</i>	0,362 ± 0,020***	0,256 ± 0,022
<i>Bg</i>	0,399 ± 0,020	0,362 ± 0,024
<i>Be</i>	0,440 ± 0,023	0,663 ± 0,024***
<i>Ca</i>	0,386 ± 0,020	0,638 ± 0,024***
<i>Cb</i>	0,191 ± 0,016	0,779 ± 0,021***
<i>Ma</i>	0,738 ± 0,018***	0,638 ± 0,024
<i>Mb</i>	0,520 ± 0,020	0,874 ± 0,017***
<i>R</i>	0,198 ± 0,016*	0,146 ± 0,018
<i>O</i>	0,721 ± 0,018	0,819 ± 0,019***
<i>Da</i>	—	0,387 ± 0,024

Здесь и в табл. 2–4.

* $p \leq 0,05$.

** $p \leq 0,01$.

*** $p \leq 0,001$.

ровскими длинножирнохвостыми грубошерстными и казахскими полугрубошерстными баранами [13]. Зугалайский тип агинской породы выведен методом вводного скрещивания овец агинской с производителями казахской полугрубошерстной породы типа байыс [14].

В создании бурятской породы участвовали четыре породы, материнской основой послужили тонкорунные овцематки забайкальской породы бурятского типа, которых скрещивали с производителями казахской полугрубошерстной и кучугуровской грубошерстной пород, затем на трехпородных помесных матках использовали полугрубошерстных баранов байдарагской породы⁹.

В табл. 2 представлены данные по частоте антигенов крови полугрубошерстных овец бурятской и агинской пород (зугалайский тип).

Табл. 2. Частота антигенов крови полугрубошерстных овец бурятской и агинской пород

Table 2. Frequency of blood antigens in medium-wool sheep of the Buryat and Aginskaya breeds

Антиген	BUR (n = 70)	AGZ (n = 356)
<i>Aa</i>	0,400 ± 0,041	0,449 ± 0,028
<i>Ab</i>	0,043 ± 0,017	0,489 ± 0,027***
<i>Bb</i>	0,714 ± 0,038	0,820 ± 0,016*
<i>Bd</i>	0,457 ± 0,042***	0,014 ± 0,037
<i>Bi</i>	0,400 ± 0,041***	0,191 ± 0,034
<i>Bg</i>	0,543 ± 0,042*	0,407 ± 0,036
<i>Be</i>	0,314 ± 0,039	0,688 ± 0,021***
<i>Ca</i>	0,329 ± 0,040	0,772 ± 0,018***
<i>Cb</i>	0,114 ± 0,027	0,458 ± 0,028***
<i>Ma</i>	0,529 ± 0,042***	0,034 ± 0,037
<i>Mb</i>	0,586 ± 0,042	0,652 ± 0,022
<i>R</i>	0,200 ± 0,034	0,166 ± 0,034
<i>O</i>	0,729 ± 0,038***	0,140 ± 0,035
<i>Da</i>	0,029 ± 0,014	0,008 ± 0,036

Иммуногенетическим анализом установлено, что бурятская порода овец отличается более высокой частотой антигенов *Bd*, *Bi*, *Bg*, *Ma*, *O* в сравнении с агинской породой зугалайского типа, тогда как агинская порода зугалайского типа превосходит по частоте антигенов *Ab*, *Be*, *Ca*, *Cb* ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$). Индекс генетического сходства полугрубошерстных овец составляет $0,739 \pm 0,131$.

Горноалтайская (прикатунский тип) и западно-сибирская мясная породы овец относятся к полутонкорунным. Прикатунский тип горноалтайской породы овец создавался в два этапа. На первом этапе тонкорунно-грубошерстных маток с разным характером шерсти скрещивали с баранами-производителями породы ромни-марш до получения II, III поколения, затем помесей желательного типа разводили «в себе»¹⁰.

⁹Билтуев С.И. Создание типа и породы овец в специфических экологических условиях Западной Сибири и Республики Бурятия: монография. Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, 2010. 240 с.

¹⁰Подкорытов А.Т. Прикатунский мясосперстный тип // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 2. С. 30–31.

Западно-сибирская мясная создана на основе кулундинской короткохвостой породы и ее помесей с баранами улучшенного мясного типа южной мясной породы¹¹. Сравниваемые породы разводятся в разных экологического-географических условиях.

Полутонкорунные овцы горноалтайской породы прикатунского типа характеризуются высокой частотой встречаемости по девяти антигенам – *Ab*, *Bb*, *Bd*, *Bi*, *Bg*, *Be*, *Ca*, *R* и *O* в сравнении с западно-сибирской мясной породой. Различия в частотах находятся в пределах 0,254–0,680 ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$) (см. табл. 3). Индекс генетического сходства полутонкорунных овец $0,845 \pm 0,0014$.

Табл. 3. Частота антигенов крови полутонкорунных овец горноалтайской и западно-сибирской мясной пород

Table 3. Frequency of blood antigens in semifine-wool sheep of the Gorno-Altai and West Siberian meat breeds

Антиген	WSM ($n = 116$)	GAP ($n = 573$)
<i>Aa</i>	$0,543 \pm 0,046^{***}$	$0,150 \pm 0,015$
<i>Ab</i>	$0,595 \pm 0,046$	$0,894 \pm 0,013^{***}$
<i>Bb</i>	$0,500 \pm 0,046$	$0,993 \pm 0,003^{***}$
<i>Bd</i>	$0,345 \pm 0,044$	$0,998 \pm 0,002^{***}$
<i>Bi</i>	$0,603 \pm 0,045$	$0,956 \pm 0,009^{***}$
<i>Bg</i>	$0,172 \pm 0,035$	$0,609 \pm 0,020^{***}$
<i>Be</i>	$0,138 \pm 0,032$	$0,747 \pm 0,018^{***}$
<i>Ca</i>	$0,465 \pm 0,046$	$0,894 \pm 0,017^{***}$
<i>Cb</i>	$0,836 \pm 0,034$	$0,769 \pm 0,017$
<i>Ma</i>	$0,474 \pm 0,046^{***}$	$0,251 \pm 0,018$
<i>Mb</i>	$0,595 \pm 0,045$	$0,607 \pm 0,020$
<i>R</i>	$0,405 \pm 0,046$	$0,659 \pm 0,019^{***}$
<i>O</i>	$0,147 \pm 0,033$	$0,827 \pm 0,016^{***}$
<i>Da</i>	$0,612 \pm 0,045^{***}$	$0,353 \pm 0,020$

Кулундинская тонкорунная порода долгое время совершенствовалась методами «народной» селекции, но начиная с 1981 г. для улучшения шерстных качеств ее скрещивали с грозненской породой, а затем – со ставропольскими манычскими мериносами¹².

В создании хангильского типа забайкальской породы в разное время принимали участие три породы: забайкальская (материнская основа), австралийский и манычский мериносы¹³.

Иммуногенетический профиль тонкорунных овец кулундинской и забайкальской пород (хангильский тип) также имеет значительные отличия по частоте встречаемости антигенов (см. табл. 4).

Табл. 4. Частота антигенов крови тонкорунных овец кулундинской и забайкальской пород

Table 4. Frequency of blood antigens in fine-wool sheep of the Kulunda and Trans-Baikal breeds

Антиген	KUL ($n = 122$)	ZBH ($n = 400$)
<i>Aa</i>	$0,541 \pm 0,045$	$0,495 \pm 0,025$
<i>Ab</i>	$0,893 \pm 0,028^{***}$	$0,483 \pm 0,025$
<i>Bb</i>	$0,771 \pm 0,038$	$0,980 \pm 0,005^{***}$
<i>Bd</i>	$0,311 \pm 0,042^{**}$	$0,150 \pm 0,033$
<i>Bi</i>	$0,631 \pm 0,044^{***}$	$0,278 \pm 0,030$
<i>Bg</i>	$0,853 \pm 0,032$	$0,873 \pm 0,013$
<i>Be</i>	$0,443 \pm 0,045^{***}$	$0,190 \pm 0,032$
<i>Ca</i>	$0,639 \pm 0,043$	$0,932 \pm 0,009^{***}$
<i>Cb</i>	$0,632 \pm 0,044^{***}$	$0,483 \pm 0,025$
<i>Ma</i>	$0,705 \pm 0,041^{**}$	$0,555 \pm 0,024$
<i>Mb</i>	$0,631 \pm 0,044^{***}$	$0,228 \pm 0,031$
<i>R</i>	$0,811 \pm 0,035^{***}$	$0,538 \pm 0,024$
<i>O</i>	$0,385 \pm 0,044$	$0,910 \pm 0,011^{***}$
<i>Da</i>	$0,336 \pm 0,043$	$0,318 \pm 0,029$

¹¹Катаманов С.Г., Ульянов А.Н., Куликова А.Я., Абонеев В.В., Селькин И.И., Афанасьев А.И., Катаманов Ю.Г., Лобода Н.Л., Мороз В.А., Трухачёв В.И., Катаманов А.С., Чеботаев А.Н., Чмырёв М.А. Западно-сибирская мясная порода // Овцы, козы, шерстяное дело. 2012. № 3. С. 6–12.

¹²Селькин И.И., Катаманов А.С. Плодовитость маток и сохранность молодняка кулундинской тонкорунной породы // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2009. Т. 2. № 2–2. С. 81–84.

¹³Хамируев Т.Н., Волков И.В. Новый шерстно-мясной тип в забайкальской тонкорунной породе овец – Хангильский // Зоотехния. 2015. № 4. С. 6–7.

Для овец кулундинской тонкорунной породы характерны часто встречающиеся антигены *Aa, Ab, Bb, Bi, Bg, Ca, Cb, Ma, Mb, R* (50% и более), редко встречающиеся антигены *Bd, O, Da* (менее 40%). У животных этой породы частота антигенных факторов *Ab, Bi, Be, Cb, Ma, Mb, R* превосходит эти показатели забайкальской породы хангильского типа на 0,410; 0,161; 0,353; 0,253; 0,149; 0,150; 0,403; 0,273 соответственно. Забайкальская порода хангильского типа, напротив, характеризуется более высокой частотой антигенов *Bb, Ca, O* – на 0,209; 0,293; 0,523 ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$). Индекс генетического сходства тонкорунных овец $0,902 \pm 0,022$.

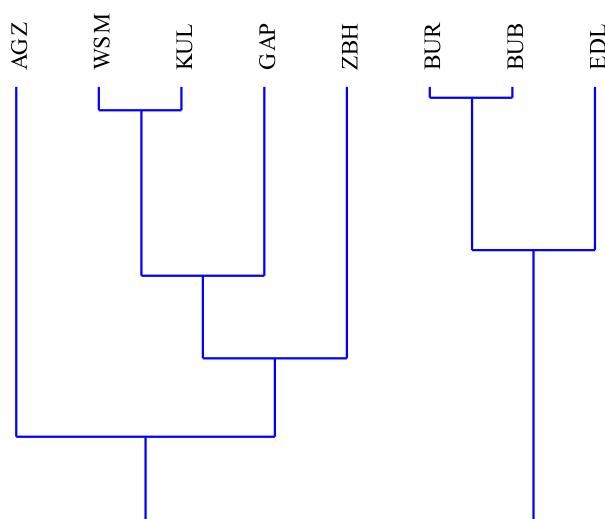
Сравнительная оценка сходства пород, выраженная через индексы генетического сходства и генетических дистанций, представлена в табл. 5.

Наиболее высокий индекс генетического сходства выявлен между породой буубэй и бурятской (0,9681), что, на наш взгляд, можно объяснить тем, что материнской основой бурятской породы овец послужил бурятский тип забайкальской породы тонкорунных овец. Последние выведены на основе аборигенных бурятских овец, на базе которых путем реинтродукции из Внутренней Монголии КНР и дальнейшей целенаправленной селекционной работы создана порода буубэй.

Западно-сибирская мясная создана на основе кулундинской породы, что и отразилось на уровне генетического сходства пород (0,963).

Индекс генетического сходства выше в породах одного направления продуктивности и ниже в разных. Так, овцы пород буубэй и эдильбаевская имеют индекс генетического сходства 0,912, тогда как с полугрубошерстной агинской – 0,719.

Кластерный анализ генетических дистанций показал взаимоотношения исследуемых пород (см. рисунок).



Дендрограмма генетических дистанций
Dendrogram of genetic distances

Табл. 5. Матрица генетических расстояний между породами

Table 5. Matrix of genetic distances between the breeds

Порода	BUB	EDL	BUR	AGZ	WSM	GAP	KUL	ZBH
BUB		0,912	0,968	0,719	0,730	0,815	0,809	0,823
EDL	0,092		0,897	0,867	0,867	0,872	0,871	0,862
BUR	0,033	0,109		0,739	0,707	0,831	0,826	0,862
AGZ	0,330	0,143	0,302		0,754	0,813	0,834	0,800
WSM	0,315	0,143	0,347	0,282		0,845	0,963	0,823
GAP	0,205	0,137	0,185	0,207	0,168		0,903	0,847
KUL	0,212	0,138	0,191	0,182	0,038	0,102		0,902
ZBH	0,195	0,149	0,149	0,223	0,195	0,166	0,103	

Примечание. Над диагональю индексы генетического сходства (*r*), под диагональю – генетические дистанции (DN); BUB – буубэй, EDL – эдильбаевская, BUR – бурятская, AGZ – агинская – зугалайский тип, WSM – западно-сибирская мясная, GAP – горноалтайская – прикатунский тип, KUL – кулундинская, ZBH – забайкальская – хангильский тип

Западно-сибирская и кулундинская образовали один кластер, буубэй и бурятская также вошли в один кластер. Более отдаленными оказались зугалайский тип агинской породы (полугрубошерстное направление) и эдильбаевская порода (грубошерстное).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Породы овец Сибирско-Дальневосточного региона имеют отличительные особенности по аллелям групп крови, обусловленные породными особенностями, предшествующим генезисом и, возможно, природно-климатическими условиями. Породы одного направления продуктивности из разных зон разведения имеют такой же уровень сходства и различия, как и межпородное (0,845–0,910). Межпородное различие находится в пределах от 0,707 до 0,968.

Дендрограмма генетических дистанций исследуемых пород показала, что близкие по происхождению породы – западно-сибирская и кулундинская – образовали один кластер, буубэй и бурятская также вошли в один кластер. Породы одного направления продуктивности – кулундинская, горноалтайская, агинская (зугалайский тип) – образуют близкие подкластеры, индекс генетического сходства которых находится в пределах 0,845–0,903.

Таким образом, антигены групп крови могут служить надежными генетическими маркерами при изучении генетического профиля пород, мониторинга его изменения под селекционным давлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селионова М.И., Луцхина Е.М., Чижсова Л.Н. Особенности микросателлитного профиля овец, разводимых в условиях Кыргызстана // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (11). С. 84–90.
2. Денисова Т.Е., Селионова М.И., Гладырь Е.А., Доцев А.В., Бобришова Г.Т., Костюнина О.В., Брэм Г., Зиновьева Н.А. Изменчивость микросателлитов в породах овец, разводимых в России // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 6. С. 801–810. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.6.801rus.
3. Шендаков А.И. Методические аспекты корреляционно-регрессионного анализа при вычислении генетического веса эритроцитарных аллелей в популяциях молочного скота // Биология в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 2–8.
4. Марзанов Н.С., Корецкая Е.А., Марзанова С.Н., Шукюрова Е.Б., Марзанова Л.К., Девришев Д.А. Иммуногенетический способ определения моно- и дизиготности у потомков четырех видов жвачных // Известия ТСХА. 2019. № 6. С. 49–61. DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-49-61.
5. Селионова М.И., Чижсова Л.Н., Михайленко А.К., Суржикова Е.С., Шарко Г.Н. Оценка адаптационной перестройки овец в разных условиях на основе биомаркеров // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 4 (34). С. 19–25. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-19-25.
6. Копылов И.А., Скорых Л.Н., Ефимова Н.И. Особенности иммуногенетического состава крови овец разных генотипов // Вестник АПК Ставрополья. 2017. № 2 (26). С. 126–130.
7. Ефимова Л.В. Связь антигенного состава крови с продуктивным долголетием коров черно-пестрой породы // Известия нижневолжского агрониверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 373–382.
8. Семёнов А.С., Пьянкова С.Ю., Кавардакова О.Ю. Влияние антигенного сходства родительских пар на продуктивные и воспроизводительные качества дочерей коров // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). С. 126–133.
9. Сагитдинов Ф.А., Лешонок О.И., Ткаченко И.В. Особенности формирования генетической структуры групп крови при смене поколений животных // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 3. С. 176–185. DOI: 10.33284/2658-3135-104-3-176.
10. Марзанов Н.С., Корецкая Е.А., Марзанова С.Н., Девришева Д.А. Сравнительная характеристика иммуногенетических структур крови различных видов жвачных животных // Проблемы биологии продуктивных животных. 2023. № 2. С. 37–48. DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-49-61.
11. Данилов М.Б., Мерзляков А.А., Павлова С.Н., Полозова Т.В., Ван Вэй Хуа. Изучение продуктивности, химического состава и пищевой ценности мяса овец Буубэй // Всё о мясе. 2018. № 3. С. 52–54.

12. Базарон Б.З., Дашинимаев С.М., Хамируев Т.Н., Будажанаев Б.Ц. Мясная продуктивность разновозрастных помесных валушков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (174). С. 91–94.
13. Волков И.В., Хамируев Т.Н., Дмитрик И.И. Генотип Агинской породы овец // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2 (11). С. 62–68. DOI: 10.25930/m8xp-fa98.
14. Хамируев Т.Н., Базарон Б.З., Черных В.Г., Волков И.В., Дабаев О.Д. Создание в полугрубощерстном овцеводстве нового типа агинской породы // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 3. С. 30–33.

REFERENCES

1. Selionova M.I., Lushchikhina E.M., Chizhova L.N. Features of microsatellite profile in sheep bred in the conditions of Kyrgyz Republic. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = Agricultural Journal*, 2018, no. 1 (11), pp. 84–90. (In Russian).
2. Deniskova T.E., Selionova M.I., Gladyr' E.A., Dotsev A.V., Bobryshova G.T., Kostyuniya O.V., Brem G., Zinov'eva N.A. Variability of microsatellites in sheep breeds raced in Russia. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2016, no. 6, pp. 801–810. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2016.6.801rus.
3. Shendakov A.I. Methodological aspects of the correlation-regression analysis in the calculation of the genetic weight of erythrocyte alleles in populations of dairy cattle. *Biologiya v sel'skom khozyaistve = Biology in Agriculture*, 2017, no. 4, pp. 2–8. (In Russian).
4. Marzanov N.S., Koretskaya E.A., Marzanova S.N., Shukyurova E.B., Marzanova L.K., Devrishev D.A. Immunogenetic diagnosis method to detect monozygosity and dizygosity in progeny of four ruminant species. *Izvestiya TSKhA = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2019, no. 6, pp. 49–61. (In Russian). DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-49-61.
5. Selionova M.I., Chizhova L.N., Mikhailenko A.K., Surzhikova E.S., Sharko G.N. Assessment of adaptive alteration in sheep in different conditions based on biomarkers. *Vestnik APK Stavropol'ya = Англоязычное название источника*, 2019, no. 4 (34), pp. 19–25. (In Russian). DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-34-19-25.
6. Kopylov I.A., Skorykh L.N., Efimova N.I. Англоязычное название статьи. *Vestnik APK Stavropol'ya = Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2017, no. 2 (26), pp. 126–130. (In Russian).
7. Efimova L.V. Relationship of blood antigenic composition with productive longevity of Red-motley cows. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2023, no. 1 (69), pp. 373–382. (In Russian).
8. Semenov A.S., P'yankova S.Yu., Kavardakova O.Yu. Influence of antigenic similarity of parent pairs on productive and reproductive qualities of cow daughters. *Permskii agrarnyi vestnik = Perm Agrarian Journal*, 2019, no. 4 (28), pp. 126–133. (In Russian).
9. Sagitdinov F.A., Leshonok O.I., Tkachenko I.V. The features of the genetic structure formation of blood groups during animals metagenesis. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*, 2021, vol. 104, no. 3, pp. 176–185. (In Russian). DOI: 10.33284/2658-3135-104-3-176.
10. Marzanov N.S., Koretskaya E.A., Marzanova S.N., Devrisheva D.A. Comparative characterization of immunogenetic blood structures in different ruminant species. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh = Problems of Productive Animal Biology*, 2023, no. 2, pp. 37–48. (In Russian). DOI: 10.34677/0021-342x-2019-6-49-61..
11. Danilov M.B., Merzlyakov A.A., Pavlova S.N., Polozova T.V., Van Vei Khua. Study of the productivity, chemical composition and nutritional value of the meat of the sheep «Buubei». *Vse o myase = All about meat*, 2018, no. 3, pp. 52–54. (In Russian).
12. Bazaron B.Z., Dashinimaev S.M., Khamiruev T.N., Budazhanaev B.Ts. Meat production of crossbred wethers of different age. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 4 (174), pp. 91–94. (In Russian).
13. Volkov I.V., Khamiruev T.N., Dmitrik I.I. Genotype of Aginskaya sheep breed. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = Agricultural Journal*, 2018, no. 2 (11), pp. 62–68. (In Russian). DOI: 10.25930/m8xp-fa98.
14. Khamiruev T.N., Bazaron B.Z., Chernykh V.G., Volkov I.V., Dabaev O.D. Selection achievement in Russia's semi-coarse sheep breeding. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2018, no. 3, pp. 30–33. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

(✉) **Гончаренко Г.М.** доктор биологических наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: gal.goncharenko@mail.ru

Хамируев Т.Н., доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Дашинимаев С.М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Хорошилова Т.С., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Халина О.Л., научный сотрудник

Гришина Н.Б., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

(✉) **Galina M. Goncharenko**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; **address:** PO Box 463, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: gal.goncharenko@mail.ru

Timur N. Khamiruev, Associate Professor, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Solbon M. Dashinimaev, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Tatyana S. Khoroshilova, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Olga L. Khalina, Researcher

Natalia B. Grishina, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 01.08.2023

Дата принятия к публикации / Accepted for publication 15.09.2023

Дата публикации / Published 15.12.2023