

20. Keenan K. diveRsity: An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors / K. Keenan P. McGinnity T.F. Cross W.W. Crozier P.A. Prodöhl // *Methods in Ecology and Evolution*. – 2013. – № 4. – P. 782-788. (doi.org/10.1111/2041-210X.12067).
21. Jost L. GST and its relatives do not measure differentiation // *Mol. Ecol.* – 2008. – № 17. – P. 4015-4026. (doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03887.x).
22. Nei M. Genetic distance between populations // *Am. Nat.* – 1972. – № 106 (949). – P. 283-292. (doi: 10.1086/282771).
23. Huson D.H. Application of phylogenetic networks in evolutionary studies / D.H. Huson D. Bryant // *Molecular Biology and Evolution*. – 2006. – № 23. – P. 254-267. (doi.org/10.1093/molbev/msj030).
24. Jombart T. adegenet: a R package for the multivariate analysis of genetic markers // *Bioinformatics*. – 2008. – № 24. – P. 1403-1405. (doi: 10.1093/bioinformatics/btn129).
25. Wickham H. ggplot2: Elegant graphics for data analysis // NY. – Springer-Verlag. – 2009.
26. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna. – Austria. – 2012. <http://www.Rproject.org>.
27. Seiltsuth S. Microsatellite analysis of the genetic diversity and population structure in dairy goats in Thailand / S. Seiltsuth J.H. Seo H.S. Kong G.J. Jeon // *Asian-Australas J Anim Sci.* – 2016. – № 29(3). – P. 327-332. (doi: 10.5713/ajas.15.0270).
28. Mahrous K.F. Genetic diversity in Egyptian and Saudi goat breeds using microsatellite markers / K.F. Mahrous S.Y.M. Alakilli L.M. Salem S.H. Abd El-Azizem A.A. El Hanafy // *Journal of applied biosciences*. – 2013. – № 72. – P. 5838-5845. (doi: 10.4314/jab.v72i1.99671).
29. Patterson N. Population Structure and Eigenanalysis / N. Patterson A.L. Price D. Reich // *PLoS Genet.* – 2006. – № 2(12). – e190. (doi.org/10.1371/journal.pgen.0020190).
30. Novembre J. Genes mirror geography within Europe / J. Novembre T. Johnson K. Bryc Z. Kutalik A.R. Boyko // *Nature*. – 2008. – № 456. – P. 98-101.
31. Храброва Л.А. Методические положения по использованию ДНК-анализа лошадей для оценки генетических ресурсов в коневодстве / Л.А. Храброва Л.В. Калинин М.А. Зайцева. – Дивново. – 2011. – 28 с.
32. Maletsanake D. Genetic variation from 12 microsatellite makers in an indigenous Tswana goat flock in Southeastern Botswana / D. Maletsanake S.J. Nsoso P.M. Kgwatalala // *Livestock research for rural development*. – 2013. – № 25 (2).
33. Davila S.G. Evaluation of diversity between different Spanish chicken breeds, a tester line and White Leghorn population based on microsatellite markers / S.G. Davila M.G. Resino-Talavan J.L. Campo // *Poult.Sci.* – 2009. – № 88. – P. 2518-2525. (doi: 10.3382/ps.2009-00347).
34. Dorji N. Genetic characterization of Bhutanese native chickens based on an analysis of Red Junglefowl (*Gallus gallus*) and *Gallus gallus padecicus*, domestic Southeast Asian and commercial chicken lines (*Gallus gallus domesticus*) / N. Dorji M. Duangjinda Y. Phasuk // *Genetics and Molecular Biology*. – 2012. – № 35. – P. 603-609 (doi: 10.1590/S1415-47572012005000039).
35. Mahmoudi B. Breed characteristics in Iranian native goat populations / B. Mahmoudi M. Babayev Sh. Hayeri Khiafi F. Pourhosein M. Daliri // *Journal of cell and animal biology*. – 2011. – № 5(7). – P. 129-134.
36. Mekuriaw G. Review on current knowledge of genetic diversity of domestic goats (*Capra hircus*) identified by microsatellite loci: how those efforts are strong to support the breeding programs? / G. Mekuriaw S. Gizaw T. Desisie O. Mwai A. Djikeng K. A Tesfaye // *Journal of Life Science and Biomedicine*. – 2016. – № 6(2). – P. 22-32.

The article describes the population-genetic structure and degree of genetic differentiation of the Soviet wool, Tajik wool, Orenburg downy, Alpine and Zaanen dairy breeds of goats, using the microsatellites analysis.

Key words: goat, breed, genetic diversity, microsatellites

Харзинова Вероника Руслановна, вед. науч. сотрудник, тел.: 89258790712;

Петров Сергей Николаевич, ст. науч. сотрудник, тел.: 89262709781;

Доцев Арсен Владимирович, вед. науч. сотрудник, тел.: 89153167965 ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»;

Безбородова Наталья Александровна, ст. науч. сотрудник ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», тел.: 8 (343) 257-20-44;

Зиновьева Наталия Анатольевна, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», тел.: 8 (496) 7651163.

УДК 636.39.035

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОЗ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Г.М. ГОНЧАРЕНКО¹, Н.Б. ГРИШИНА¹, Т.С. ХОРОШИЛОВА¹, Т.Б. КАРГАЧАКОВА²

¹ СибНИПТИЖ Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук (СФНЦА РАН) Новосибирская область, пос. Краснообск,

² ГАНИИСХ – филиал Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий,
Республика Алтай, п. Майма

В статье представлены результаты иммуногенетического анализа по группам крови коз Алтайской белой пуховой породы и Чуйского типа Горно-алтайской пуховой породы. Показана как значительная вариабельность, так и слабая изменчивость отдельных аллелей в сравниваемых выборках. Индекс

генетического сходства между породами находится на уровне 0,5663, тогда как между стадами одной породы – 0,7259-0,8061, а стадами разных пород колеблется от 0,5252 до 0,5688.

Ключевые слова: козы, порода, группы крови, частота, индекс генетического сходства.

В Горном Алтае в силу его природно-климатических условий, козоводство издревле играло важную роль в жизни местного населения, во многом определяя его быт и экономическое благосостояние. Эта отрасль здесь дает не только продукты питания, но и сырье для промышленности. Она обеспечивает рациональное использование огромного количества труднодоступных естественных пастбищ, занятость и благополучие значительного количества сельского населения горных и высокогорных районов республики.

В настоящее время общая численность коз составляет 157,0 тыс. голов, из них коз с серым пухом 78%, животных с более ценным белым пухом – 22,0%. Козы имеют высокую пуховую продуктивность – 735-800 г с тониной пуха – 18,5-20,9 мкм (белая пуховая), 17,0-19,6 мкм (серая пуховая Чуйский тип) [1].

В настоящее время селекция коз направлена на решение таких важных проблем как консолидация признаков, уравнивание пуха, повышение воспроизводительных свойств. Одним из наиболее приемлемых методов, направленных на решение этих вопросов может рассматриваться иммуно и молекулярно-генетический анализ, позволяющий оценить генетическое разнообразие, динамику популяционных процессов, прогнозирование продуктивности животных [2]. В связи с тем, что генетические особенности коз, как вида с.-х. животных, изучены меньше, в сравнении с другими животными, представляют интерес исследования их генетической структуры и другие вопросы популяционно-генетического анализа.

Объектом исследования служили козы Алтайской белой пуховой породы (n = 206) и Чуйского типа Горно-алтайской пуховой породы (серые) (n = 251). Иммуногенетическое тестирование проводили 14 сыворотками производства лаборатории иммуногенетики Ставропольского НИИ овцеводства и козоводства. Статистическую обработку проводили с использованием стандартных компьютерных программ Excel по общепринятым методикам.

С целью изучения генетического разнообразия Алтайской белой пуховой и Горно-алтайской пуховой породы (Чуйский тип), их сходства и различия, были использованы группы крови, которые, как известно, хорошо наследуются и легко определяются. Сравнительная оценка антигенной структуры коз двух пород представлена в таблице 1.

Иммуногенетическим анализом установлено значительное антигенное разнообразие коз изучаемых пород. Алтайская белая пуховая порода характеризуется более высокой частотой аллелей Ab на 13,0% (p < 0,001), Ma на 5,4% (p < 0,05) и Vd более, чем в 4 раза (p < 0,001), в сравнении с козами Горно-алтайской пуховой породы Чуйского типа. И наоборот,

особенностью аллельного профиля Чуйского типа является повышенная частота групп крови Bg на 14,6%, Ca на 32,0% и Bb почти в 2 раза (p < 0,001) в сравнении с белыми козами (p < 0,001). При этом самые большие различия наблюдались по частоте аллелей Cb и O₁, которые выявлены почти у всех серых коз и у единичных животных с белым пухом. Индекс генетического сходства пород находится на уровне 0,5663.

Анализ антигенной структуры Горно-алтайской пуховой породы Чуйского типа разных стад показал их сходство и некоторое различие (табл. 2).

Из 13 одноимённых антигенов по 6 существенных различий не выявлено. В то же время козы в СПК

Таблица 1

Иммуногенетическая характеристика коз разных пород, %

Антиген	Алтайская белая пуховая порода, n = 206	Горно-алтайская пуховая порода Чуйский тип, n = 251
Aa	60,2±3,41	53,4±3,15
Ab	88,3±2,23	75,3±2,72
Bb	46,1±3,47	96,0±1,24
Bd	75,2±3,00	18,3±2,44
Be	78,2±2,88	83,4±2,35
Bi	0,0	40,6±3,09
Bg	43,2±3,45	57,8±3,11
Ca	66,0±3,30	98,0±0,88
Cb	2,9±1,17	98,0±0,88
Ma	94,2±1,62	88,8±1,99
Mb	77,2±2,92	83,4±2,34
R	18,0±2,67	13,9±2,18
O1	9,2±2,01	100,0±0,0
Da	10,7±2,15	0,0±0,0

Таблица 2

Иммуногенетическая характеристика стад коз разных пород, %

№ п/п	Аллель	Горно-алтайская пуховая порода Чуйский тип		Алтайская белая пуховая порода	
		СПК «Белгир», n = 120	СПК «Ортолык», n = 131	ООО «Кайрал», n = 101	ООО «Михаил», n = 105
1	Aa	50,00±4,56	56,5±4,33	76,2±4,23	44,8±4,85
2	Ab	65,0±4,35	84,7±3,14	94,1±2,34	82,9±3,67
3	Bb	92,5±2,40	99,2±0,78	47,5±4,96	44,8±4,85
4	Bd	8,3±2,55	27,5±3,90	73,3±4,40	77,1±4,10
5	Be	70,0±4,18	96,2±1,67	75,2±4,29	80,9±3,84
6	Bi	30,0±4,18	50,4±4,36	0,0±0,0	0,0±0,0
7	Bg	58,3±4,50	57,3±4,32	39,0±4,85	45,7±4,86
8	Ca	95,8±1,83	100,0±0,0	75,2±4,29	57,1±4,83
9	Cb	97,5±1,42	98,5±1,06	5,9±2,34	0,0±0,0
10	Ma	78,3±3,76	98,5±1,06	91,1±2,83	97,1±2,33
11	Mb	76,7±3,85	90,1±2,60	90,1±2,97	64,8±4,66
12	R	9,2±2,63	20,6±3,53	21,8±4,11	14,3±3,41
13	O1	100±0,000	100,0±0,0	18,8±3,88	0,0±0,0
14	Da	0,00±0,00	*-	8,9±2,83	12,4±3,21

* – не исследовался

«Ортолык» характеризовались более высокой частотой антигенов Ab на 19,7%, Bd на 19,2; Be – 26,2; Vi – 20,0; Ma – 20,2 ($p \leq 0,001$), а также Mb на 13,4% ($p \leq 0,01$) и R на 11,4% ($p \leq 0,05$), в сравнении со стадом СПК «Белтир». Следует отметить, все козы Горно-алтайской пуховой породы Чуйского типа имеют антиген O₁, но антиген Da нами не выявлен.

При анализе Алтайской белой пуховой породы коз в двух стадах также определено сходство и различие, обусловленное предшествующей селекционно-племенной работой при использовании разных козлов-производителей. В стаде ООО «Кайрал» выявлена более высокая частота антигенов: Aa на 31,4 ($p < 0,001$), Ab – 11,2 ($p < 0,05$), Ca – 18,1 ($p < 0,01$), Mb на 25,3% ($p < 0,001$), по сравнению со стадом ООО «Михаил». По встречаемости остальных антигенов существенных различий не обнаружено.

На основании частот антигенов вычислен индекс генетического сходства (г) между стадами коз (табл. 3).

Индекс генетического сходства между стадами разных пород показывает, что наиболее высокое сходство выявлено между стадами одной породы: Так, в Горно-алтайской пуховой породе Чуйского типа он составляет $0,8061 \pm 0,09270$, несколько ниже между стадами коз Алтайской белой пуховой породы – $0,7259 \pm 0,0454$. Между стадами разных пород коз он колеблется в пределах от $0,5252 \pm 0,0561$ до $0,5688 \pm 0,0555$. Так, козы Чуйского типа СПК «Белтир» (серые) по антигенной структуре отличаются от коз Алтайской белой пуховой породы в ООО «Кайрал» на 0,2373 ($p < 0,05$). Аналогичная зависимость прослеживается и по отношению к стаду хозяйства ООО «Михаил», генетическое различие, выраженное в индексе генетического сходства составляет 0,2809 ($p < 0,05$). Соответственно козы Чуйского типа ООО «Ортолык» также имеют высокие

генетические различия со стадами Алтайской белой пуховой породы ($0,5891 \pm 0,0535$ и $0,5334 \pm 0,0553$), что превосходит породное сходство на 0,217 и 0,268.

В то же время следует отметить, что внутри стада индекс генетического сходства между козами и козлами-производителями достаточно высокий – 0,9904.

Мониторинг частот антигенов в стаде коз Алтайской белой пуховой породы за 6-летний период показывает значительные изменения генетической структуры стада (рис. 1).

Сдвиг частот в сторону увеличения за этот период наблюдалась по группам крови Bb, Bd, Be, Ca, Mb и, наоборот, встречаемость групп крови Ab, Bb, Bg, Ma, R стала значительно меньше. Количественно эти изменения можно выразить индексом генетического сходства, который находится на уровне 0,5621. Более высокое сходство выявлено при анализе антигенной структуры двух стад этой породы ООО «Кайрал» и ООО «Михаил», исследованных в 2018 г., индекс генетического сходства между ними – 0,8573.

Таким образом, методом иммуногенетического анализа выявлен антигенный профиль Алтайской белой пуховой породы и Горно-алтайской пуховой породы коз Чуйского типа. Показана значительная вариабельность некоторых антигенов и слабая изменчивость отдельных аллелей в сравниваемых выборках. Индекс генетического сходства между породами находится на уровне 0,5663, между стадами одной породы – 0,7259-0,8061, а стадами разных пород колеблется от 0,5252-0,5688. Мониторинг (2012-2018), проведённый на стаде коз Алтайской белой пуховой породы, показал значительный сдвиг частот антигенов, что выразилось в индексе генетического сходства (0,5621).

ЛИТЕРАТУРА

1. Каргачакова Т.Б. Состояние овцеводства и козоводства в Республике Алтай / Т.Б. Каргачакова А.И. Чикалёв // Овцы, козы, шерстяное дело – 2018 – № 4 – С. 10-12.
2. Каргачакова Т.Б. Системы групп крови коз семиринского типа Горно-алтайской породы и их сопряженность с продуктивностью / Т.Б. Каргачакова А.И. Чикалёв Ю.А. Юлдашбаев // Главный зоотехник – 2013 – № 6 – С. 43-46.
3. Кадиев А.К. Оценка генетического сходства некоторых пород овец по группам крови / А.К. Кадиев И.В. Мусаева // Овцы, козы, шерстяное дело – 2014 – № 1 – С. 15-16.

The article presents the results of immunogenetic analysis of blood groups of goats Altai white down breed and Chui type of Mountain-Altai down breed. Both significant variability and weak variability of individual alleles in the compared samples are shown. The index of genetic similarity between breeds is at the level of 0.5663, while between herds of one

Таблица 3

Индекс генетического сходства между стадами коз разных пород (г)

Стадо	СПК «Ортолык»	ООО «Кайрал»	ООО «Михаил»
СПК «Белтир»	$0,8061 \pm 0,0927$	$0,5688 \pm 0,0555$	$0,5252 \pm 0,0561$
СПК «Ортолык»	-	$0,5891 \pm 0,0535$	$0,5334 \pm 0,0553$
ООО «Кайрал»	-	-	$0,7259 \pm 0,0454$

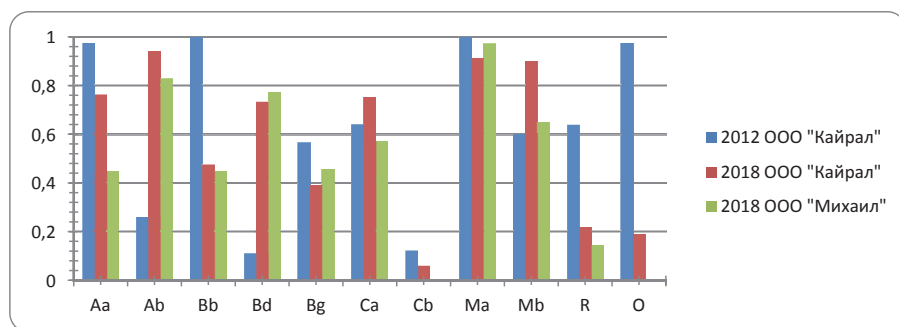


Рис. 1. Мониторинг частот антигенов в племенных стадах белой пуховой породы коз

breed – 0.7259-0.8061, and herds of different breeds ranges from 0.5252 to 0.5688.

Key words: goats, breed, blood group, frequency, genetic similarity index.

Г.М. Гончаренко, доктор биол. наук, гл. науч. сотрудник;

Н.Б. Гришина, канд. биол. наук, науч. сотрудник;

Т.С. Хорошилова, мл. науч. сотрудник СибНИПТИЖ Сибирского федерального научного центра агробιο-технологий Российской академии наук (СФНЦА РАН), Новосибирская обл., пос. Краснообск, Россия, e-mail: sibniptij@ngs.ru

Т.Б. Каргачакова, ст. науч. сотрудник ГАНИИСХ – филиал Федерального Алтайского научного центра агробιο-технологий, Республика Алтай, п. Майма, Россия, ganiish@mail.ru

УДК 636.32./38.082.2

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ ЮЖНОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ

А.Н. УЛЬЯНОВ, А.Я. КУЛИКОВА

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии

В статье приведены результаты отбора по отдельным признакам и их комплексу с учетом коэффициента наследуемости и селекционного дифференциала для повышения потенциала продуктивности овец южной мясной породы.

Ключевые слова: овцы, порода, отбор по комплексу признаков, селекционный дифференциал, коэффициент наследуемости.

В практике овцеводства накоплен большой опыт использования различных методов отбора и подбора, используемых при совершенствовании пород овец по различным признакам продуктивности. Во всех случаях основой для отбора является фенотипическая изменчивость качественных и количественных признаков, обусловленная генетическими особенностями и влиянием факторов среды. Массовый отбор на основе экспертной оценки по комплексу признаков, используемый широко в овцеводстве, является основным, а в ряде случаев, и единственным методом совершенствования продуктивных качеств овец. При этом эффективность массового отбора имеют признаки с высокой наследуемостью ($h^2 > 0,3$) и повышенной генетической изменчивостью [1, 2, 3].

Методика. Работа по эффективности методов отбора овец южной мясной породы ($n = 440$) и создания селекционной группы выполнена в генофондном хозяйстве ФГУП «Рассвет-Кубань» с использованием общепринятых в селекции методик и «Порядка и условий проведения бонитировки племенных овец пород мясного направления продуктивности». Отбор маток и ярок в селекционную группу проводился на основе индивидуального учета шерстной и мясной продуктивности, скороспелости молодняка, плодовитости и молочности маток [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка продуктивных качеств и племенной ценности овец южной мясной породы показала, что используемые методы чистопородного разведения сохраняют уровень фенотипического разнообразия по основным признакам отбора, что обеспечивает высокий уровень продуктивности овец малочисленных стад.

Так, у основных баранов ($n = 17$) в генофондном стаде ФГУП «Рассвет-Кубань» живая масса составляла – $116,0 \pm 2,5$ (кг), маток ($n = 302$) – $75,03 \pm 0,53$ (кг), ярок ($n = 100$) – $57,9 \pm 0,66$ (кг), баранов-годовиков ($n = 116$) – $70,6 \pm 0,68$ (кг), что выше требований к классу элита на 28,8%; 25,0; 28,6 и 8,6% соответственно (табл. 1).

В оптимальных условиях содержания коэффициент наследуемости живой массы в генофондном хозяйстве ФГУП «Рассвет-Кубань» изменяется от $h^2 = 0,20$ до 0,68, отбор в селекционную группу обеспечивает достоверное превосходство маток по живой массе на 12,9% требования к классу элита и на 2,6% ($p < 0,001$) среднюю живую массу маток без отбора. Высокая живая масса ярок обусловлена их скороспелостью и оптимальными условиями их выращивания. Яркие, отобранные для ремонта стада, достоверно превосходили по живой массе сверстниц без отбора на 3,1% ($p < 0,001$) и на 27,8% превышали требования к классу элита.

При отборе по комплексу признаков у овец южной мясной породы сохраняется фенотипическое разнообразие по основным хозяйственно-полезным признакам, что и подтверждает эффективность массового отбора, о чем можно судить по размаху изменчивости, величине стандартного отклонения и коэффициенту вариации, а также по достоверному превосходству группы маток и ярок по живой массе и настригу шерсти по сравнению с продуктивностью всего стада (табл. 2).

Таблица 1

Продуктивность овец южной мясной породы

Признак	Группа	Характеристика признака				
		n	lim	$M \pm m$	σ	$C_v, \%$
Живая масса, кг	матки	301	55-99	$75,0 \pm 0,53$	9,11	12,1
	яркие	100	43-75	$57,9 \pm 0,66$	6,6	11,4
Настриг шерсти, кг	матки	301	3,2-6,4	$4,0 \pm 0,04$	0,71	17,8
	яркие	100	2,8-6,8	$4,4 \pm 0,08$	0,82	18,7
Длина шерсти, см	матки	301	9-17	$11,9 \pm 0,08$	1,45	12,2
	яркие	100	11-18	$13,8 \pm 0,17$	1,65	12,0