

ЛЮЦКАНОВ П.И.^{1✉}, МАШНЕР О.А.¹, МАРЗАНОВ Н.С.²¹ Научно-практический институт биотехнологии в зоотехнии и ветеринарной медицины, Республика Молдова, 6525, с. Максимовка, Новоаненский район, e-mail: liutskanov@mail.ru² Федеральный научный центр – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Россия, 142132, Московская область, городской округ Подольск, поселок Дубровицы, 60, e-mail: nmarzanov@yandex.ru

✉ liutskanov@mail.ru, +373 69 48-80-48

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ МОЛДАВСКИХ ЦИГАЙСКИХ И КАРАКУЛЬСКИХ ОВЕЦ

Цель. Изучение генетической структуры двух созданных молдавских типов овец – цыгайских шерстно-мясо-молочного и каракульских смушково-мясо-молочного типов по частоте встречаемости антигенов, генотипов, аллелей, уровню гомозиготности и числу эффективных аллелей. **Методы.** Генетический анализ осуществляли с помощью семи систем групп крови (А, В, С, D, М, R, I) методом постановки реакций гемолиза и агглютинации. **Результаты.** У молдавских цыгайских овец частота антигенов в системах групп крови варьирует от 0,05 до 0,95. Установлено 38 генотипов и 20 аллелей. Общая гомозиготность составила 0,5393, эффективность на одну аллель – 1,866. В отличие от цыгайских овец, у молдавских каракульских овец 136 генотипов и 48 аллелей, общая гомозиготность одинаковая – 0,5230, а эффективность на одну аллель почти в два раза выше – 3,3574. **Выводы.** Генетические маркеры полезны в объективной оценке генетического разнообразия и степени родства пород овец. Являясь составной частью генофонда популяции, они дают ценную информацию об изменениях, происходящих в ней в процессе селекции.

Ключевые слова: овцы, антигены, генотипы, аллели, гомозиготность.

Одним из основных современных направлений иммуногенетики домашних животных является исследование особенностей генетической структуры различных пород, что обусловлено в частности необходимостью разработки методов сохранения существующих и создания новых пород и типов.

В процессе создания пород и дальнейшего их совершенствования под воздействием селекционного давления и условий внешней среды формируется определенная генетическая структура, своеобразный уклад генов, характерный для каждой породы. Для выявления межпород-

ных различий используются зоотехнические, морфологические, анатомические методы, но особый интерес представляют генетические, использующие в качестве генетических маркеров группы крови. Группы крови неизменяемы в течение жизни животного, наследуются кодоминантно, что позволяет получать объективную информацию о различных породах, их филогенезе, направленности и динамике генетических процессов, происходящих в них.

До настоящего времени достаточно не изучены генофонд и геногеография групп крови в популяциях пород, между тем исследования в этом направлении могут оказаться полезными для более глубокого изучения генетики пород овец. Наиболее простой и доступный метод выявления генетических различий между породами – это сравнение частот отдельных генотипов и аллелей в общем их спектре. Немаловажное значение для генетической и зоотехнической характеристики пород имеет также определение степени гетеро- или гомозиготности, что может свидетельствовать об эффективности племенного процесса.

Материалы и методы

Исследовали овец двух типов – молдавских цыгайских и молдавских каракульских – различных половозрастных групп.

Изучение генетической структуры проводилось по 7 системам групп крови А, В, С, D, I, М и R. Антигены выявлялись с помощью реакций гемолиза и агглютинации по методике Н.С. Марзанова [1]. Подсчет частоты антигенов, генотипов и аллелей проводили по методике Л.А. Животовского и А.М. Машурова [2], уровень гомозиготности по А. Robertson [3].

На основании суммарных частот антигенов вычислены показатели генетических расстояний между овцами по А.С. Серебровскому [4]. Кластерный анализ и дендрограммы выпол-

© ЛЮЦКАНОВ П.И., МАШНЕР О.А., МАРЗАНОВ Н.С.

нены по методике А.М. Машурова и В.И. Черкащенко [5].

Результаты и обсуждение

В Республике Молдова коллективом авторов созданы два новых типа овец: Молдавский тип цыгайских овец (Moldovan type of Tsigai sheep) и Молдавский тип каракульских овец (Moldavian type of Karakul sheep).

Создание молдавского типа цыгайских овец проводилось методом чистопородного разведения путем спаривания цыгайских маток местной селекции шерстно-молочного типа с баранами-производителями внутривидового шерстно-мясного типа из племзавода «Черноморский» Автономной Республики Крым и мясо-шерстного из племзавода им. Розы Люксембург Донецкой области. Молдавский тип каракульских овец создавался путем скрещивания местных грубошерстных овцематок «чушка» с баранами-производителями каракульской породы узбекской селекции.

Используя иммуногенетические методы при совершенствовании цыгайских овец проводились исследования групп крови нового молдавского шерстно-мясо-молочного, крымского шерстно-мясного, приазовского мясо-шерстного типов, цыгайского типа местной селекции и овец из акционерного общества «Гигант» (АО «Гигант») Вулканештского района (табл. 1), оценены бараны-производители по качеству потомства, выявлены генотипы, под-

считаны частоты встречаемости аллелей, вычислена общая гомозиготность.

Новый тип и овцы с АО «Гигант» отличались между собой только по фенотипическому признаку – длине и густоте шерсти, тогда как по генотипу следует отметить, что частота встречаемости антигенов, отнесенная к классам «высокая», «средняя» и «низкая», – одинаковая, за исключением Ве-антигена, имеющего небольшое отклонение. Анализируя частоту встречаемости антигенных факторов групп крови овец, следует отметить, что у всего исследованного поголовья выявлена высокая частота встречаемости по Аа, Сb и I-антигенам (0,5675–1,0000) и низкая по i-антигену (0,0000–0,0490).

Новым типом унаследована высокая частота Вb-антигена (0,8692) от приазовского и крымского типов, а по Са-антигену (0,6503) только от крымского. Среднюю частоту встречаемости Ве-антигена (0,2908) указанный тип приобрел от крымского и местного типов, Vg-антигена (0,3300) от приазовского и местного, а по O-антигену (0,4313) только от местного типа цыгайских овец. Остальные антигены получены от трех исходных типов.

Частота отдельных эритроцитарных антигенов в системах групп крови варьирует от 0,074 (i) до 0,9926 (I). Характерным для нее также является низкая концентрация антигенов Ab (0,2287), Be (0,2908), Bg (0,3300).

Таблица 1. Частота встречаемости антигенов цыгайских овец

Системы	Антигены	Местная популяция	Приазовский тип	Крымский тип	Молдавский тип	АО «Гигант»
A	Aa	0,6567	0,5675	0,7600	0,6405	0,7402
	Ab	0,9029	0,1351	0,2400	0,2287	0,1233
B	Bb	0,4104	0,8648	1,0000	0,8692	0,7987
	Be	0,3805	0,0000	0,5200	0,2908	0,4805
	Bi	0,5298	-	-	-	-
	Bg	0,4029	0,4324	0,0000	0,3300	-
	Bd	0,7164	-	-	-	-
C	Ca	0,4104	0,1351	1,0000	0,6503	0,8181
	Cb	0,8880	1,0000	1,0000	0,9509	0,7922
M	Ma	0,4925	0,3243	0,0000	0,6209	-
R	R	0,7014	0,8648	0,7600	0,5196	0,5519
	O	0,2835	0,1351	0,2400	0,4313	0,4480
D	Da	0,6791	0,8378	0,7600	0,5490	0,4610
I	i	0,0074	0,0000	0,0000	0,0490	0,0000
	I	0,9926	1,0000	1,0000	0,9509	1,0000

На основании суммарных частот антигенов вычислены показатели генетических дистанций между типами овец, проведен кластерный анализ и построена дендрограмма (рис. 1).

Анализируя представленную дендрограмму, установили, что точке А соответствует показатель генетической дистанции, равный 0,1095, число отражает генетическую дистанцию между овцами нового шерстно-мясо-молочного типа и овцами АО «Гигант». Точка Б ($d=0,1687$) показывает расстояние между кластером А и овцами крымского шерстно-мясного типа. Точка В ($d=0,3002$) определяет генетическую дистанцию приазовского мясо-шерстного типа овец с кластером Б. В точке Г ($d=0,3120$) овцы местной популяции объединяют все остальные исследованные животные.

Таким образом, дендрограмма подтвердила селекционный процесс создания нового молдавского типа шерстно-мясо-молочных овец, к которому с наименьшей генетической дистанцией расположен шерстно-мясной (48,67%), затем мясо-шерстный (40,56%) и местные цыгайские овцы 10,27% кровности в новом типе (рис. 2).

На базе семейного анализа в системах А, В, С, D, R, М, I групп крови были выявлены генотипы и подсчитаны частоты встречаемости аллелей. Результаты исследований показали, что генетический спектр в исследованной популяции своеобразен и овцы цыгайской породы имеют свои особенности по группам крови.

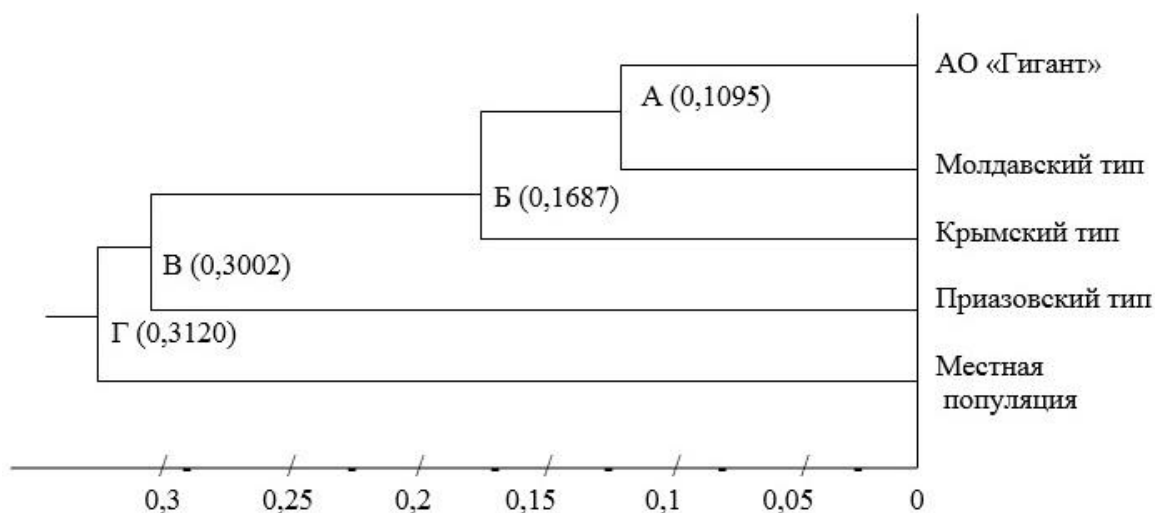


Рис. 1. Дендрограмма кластеров цыгайских овец.

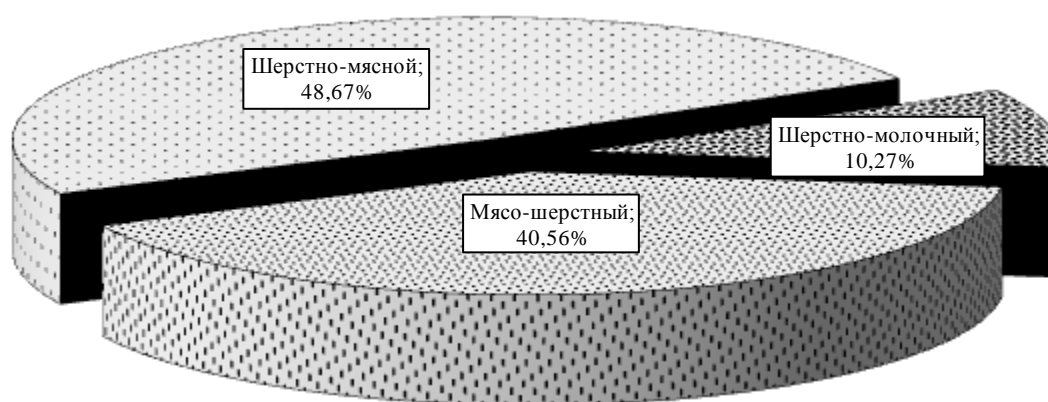


Рис. 2. Кровность молдавского шерстно-мясо-молочного типа цыгайских овец.

Всего у нового молдавского типа овец цыгайской породы было установлено 20 аллелей и 38 генотипов семи систем групп крови. По А-системе выявлено 4 аллеля и 6 генотипов, по В и С-системам по 9 генотипов и 4 аллеля, D-, I-, M- и R-системам соответственно 3 и 2. Анализ соответствия фактического ожидаемому распределению генотипов по семи системам показал, что если в M и I системах генетическое равновесие сохраняется, то в остальных оно нарушено.

Ожидаемый уровень гомозиготности по всем системам групп крови оказался ниже фактического. Степень гомозиготности по А-системе – 0,4511; В-системе – 0,5314; С-системе – 0,5490; D-системе – 0,5662; I-системе – 0,5816; M-системе – 0,5270; R-системе – 0,5686. В целом, общая гомозиготность вычисленная по методике А. Robertson [3], составила 0,5393.

При вычислении числа эффективных аллелей (Na) по всем исследованным системам получены следующие данные: А-система – 2,2168; В-система – 1,8818; С-система – 1,8215; D-система – 1,7662; I-система – 1,7194; M-система – 1,8975; R-система – 1,7587. Общая эффективность на одну аллель составила 1,866.

При изучении групп крови, генетической связи с исходными породами и аллелофонда овец нового молдавского типа каракульских овец объектом исследований служили грубошерстные овцематки местной селекции «чушка» серой и черной расцветок, созданной насе-

лением в условиях местной среды, бараны-производители, овцематки и ягнята нового молдавского смушково-мясо-молочного типа каракуля.

Факторы семи систем групп крови А, В, С, D, I, M и R, включающих 15 антигенов – Aa, Ab, Bb, Bd, Bg, Be, Bi, Ca, Cb, I, i, Ma, R и O, – выявляли моноспецифическими сыворотками банка иммунодиагностикумов.

Исследования генетических особенностей овец каракульской породы молдавского смушково-мясо-молочного типа, грубошерстных овец местной селекции «чушка» серой и черной окраски показали, что для овец нового молдавского смушково-мясо-молочного типа характерна высокая частота встречаемости носителей Bb, Bd, Bg, Be, Ca, Cb, Ma, O, Da и I факторов, среднее распространение носителей Aa, R и i-антигенов и редкое – Ab, Bi (табл. 2).

Грубошерстные овцы местной селекции «чушка» характеризовались сходством некоторых группоспецифических факторов в разрезе серой и черной расцветок смушковых. Высокую концентрацию имели Aa, Ma и I-антигены (0,6226–0,9275), низкую Be и R (0,1698–0,2754) и по Bb, Ca, O и i – среднюю (0,3188–0,4928). У овец серой расцветки Ab-антиген средней частоты встречаемости (0,3019), а черной – низкой (0,1159), если по Cb и Da факторам у черных овец средняя частота – 0,3768 и 0,5508, то у серых высокая – 0,6226.

Таблица 2. Частота встречаемости антигенов у грубошерстных овец

Системы	Антигены	Молдавский каракуль	Местная «чушка»		Узбекский каракуль
			серая	черная	
А	Aa	0,5796	0,6226	0,6956	0,2920
	Ab	0,1514	0,3019	0,1159	0,3197
В	Bb	0,6527	0,3774	0,4928	0,8407
	Bd	0,6867	-	-	-
	Bg	0,7232	-	-	-
	Be	0,6266	0,2642	0,2464	0,6637
	Bi	0,2260	-	-	-
С	Ca	0,9060	0,3396	0,4783	0,1239
	Cb	0,7467	0,6226	0,3768	0,5398
D	Da	0,7415	0,6226	0,5508	0,8673
I	i	0,0496	0,3584	0,3188	0,0000
	I	0,9504	0,6416	0,6812	1,0000
M	Ma	0,8172	0,8868	0,9275	0,9735
R	R	0,3447	0,1698	0,2754	0,7522
	O	0,6005	0,4528	0,4203	0,2478

Для улучшения смушковых качеств «чушки» в 70-х годах на протяжении ряда лет использовались овцы каракульской породы, разводимые в Узбекистане. В тот период иммуногенетика овец в республиках бывшего Советского Союза только возрождалась, и для сравнения изменений, произошедших по антигенам, генотипам и аллелям в процессе проводимых скрещиваний, нами были использованы литературные данные по частоте встречаемости антигенов у 113 голов узбекского каракуля [6].

Создаваемый тип унаследовал от завозимых овец высокую встречаемость Bb (0,6527), Be (0,6266) антигенов и увеличил концентрацию по I фактору (0,9504), а от местной «чушки» черной расцветки по Cb-антигену (0,7467). В результате произошедших генетических преобразований – высокой частоты Aa антигена (0,6226–0,6956) у местной «чушки» и низкой у узбекских каракульских овец (0,2920), – новый тип приобрел среднюю встречаемость этого антигена (0,5796), а по R-антигену наоборот – низкую у местных грубошерстных овец (0,1698–0,2754) и высокую у улучшающих узбекских (0,7522), которая перешла в среднюю (0,3447) встречаемость. Редкое распространение Ab-антигена (0,1159) у овец черной расцветки передалось животным молдавского каракуля смушково-мясо-молочного типа (0,1514). По Ma и I-антигенам у всех трех изучаемых типов вы-

сокая частота.

На основании иммуногенетического типирования и частот встречаемости антигенных факторов рассчитаны генетические дистанции, проведен кластерный анализ с построением дендрограммы (рис. 3). Проведенными расчетами выявлено, что наименьшее расстояние между грубошерстными овцами местной «чушки» серой и черной расцветок ($d=0,1280$), которые составили кластер А. В кластере Б ($d=0,2587$) молдавский смушково-мясо-молочный тип каракуля нашел соприкосновение с местной «чушкой». Узбекский чистопородный каракуль находится на более отдаленном расстоянии и в точке В ($d=0,3154$) отражает взаимоотношения между «чушкой» и новым молдавским каракулем.

Посредством семейного анализа была рассчитана частота генотипов, а также частота встречаемости аллелей, которые тесно взаимосвязаны между собой. Из всех известных систем групп крови наиболее сложной является В-система, отсюда и количество аллелей 32, и число генотипов равняется числу 110, из которых только 9 гомозиготных. Это указывает на то, что созданный тип позволяет поддерживать высокую гетерозиготность без прилития крови других пород. По А-системе выявлено 4 аллеля и 7 генотипов, по С-, D-, I-, M- и R-системам соответственно 2 и 3.

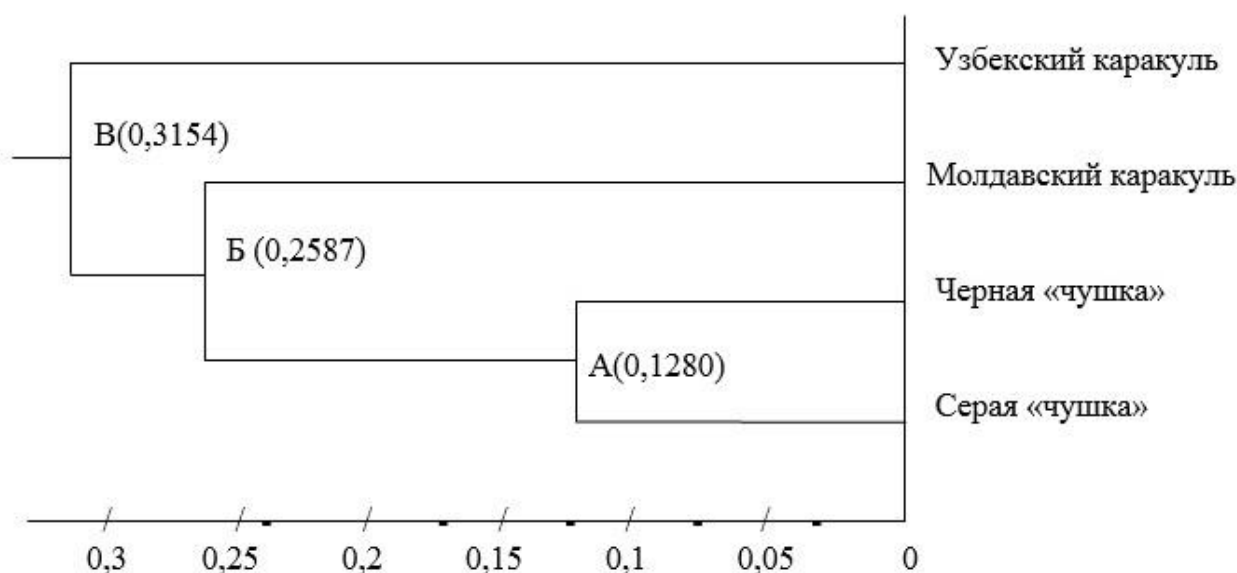


Рис. 3. Дендрограмма кластеров.

В процессе проведенного анализа подсчитан уровень гомозиготности и эффективности аллелей. Степень гомозиготности по системам групп крови следующая: А-система – 0,4429; В-система – 0,0777; С-система – 0,4563; D-система – 0,5308; I-система – 0,8940; М-система – 0,6474 и R-система – 0,6116. В целом общая гомозиготность, вычисленная по методике А. Robertson [3], составила 0,5230. Уровень гомозиготности выше 0,50 указывает на достаточную консолидацию создаваемых пород, типов и т. д. Известно, что чем выше степень гомозиготности, тем меньше число эффективных аллелей в локусах и тем значительно уменьшается генетическое разнообразие в популяции. Самая низкая эффективность была по I-системе – 1,1186, затем немного выше у М – 1,1236, R – 1,6351 и D – 1,8839, средняя у С – 2,1915 и А – 2,2578. Наиболее высокая степень эффективных аллелей

отмечена в В-локусе – 12,8700, что соответствует полученным данным при характеристике каждой системы групп крови овец. Общая эффективность на одну аллель составила 3,3574.

Выводы

Генетические маркеры полезны в объективной оценке генетического разнообразия и степени родства пород овец. Являясь составной частью генофонда популяции, они дают ценную информацию об изменениях, происходящих в ней в процессе селекции.

Общая гомозиготность по аллелям 0,5393 у шерстно-мясо молочного типа цигая и 0,5230 у смушково-молочного типа каракуля указывает на их достаточную консолидацию.

Литература

1. Марзанов Н.С. Иммунология и иммуногенетика овец и коз. К.: Штиинца. 1991. 238 с.
2. Животовский Л.А., Машуров А.М. Методические рекомендации по статистическому анализу иммуногенетических данных для использования в селекции животных. Дубровицы, 1974. 29 с.
3. Robertson A. Blood Grouping in dairy cattle improvement. *Proc. VII-th International Congress Animal*. 1956. Vol. 2. P. 79–83.
4. Серебровский А.И. Генетический анализ. М.: Наука, 1970. 342 с.
5. Машуров А.М., Черкащенко В.И. Учитывать генетические дистанции между породами при селекции. *Животноводство*. 1987. № 2. С. 21–23.
6. Абассова В.А., Риш М.А., Шадманов С.И. Исследование групп крови каракульских овец. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1977. № 5. С. 29–30.

References

1. Marzanov N.S. Immunologija i imunogenetika ovec i koz. K.: Shtiinca. 1991. 238 s.
2. Zhivotovskij L.A., Mashurov A.M. Metodicheskie rekomendacii po statisticheskomu analizu immunogeneticheskikh dannyh dlja ispol'zovaniya v selekcii zhivotnyh. Dubrovicy, 1974. 29 s.
3. Robertson A. Blood Grouping in dairy cattle improvement. *Proc. VII-th International Congress Animal*. 1956. Vol. 2. P. 79–83.
4. Serebrovskij A.I. Geneticheskij analiz. M.: Nauka, 1970. 342 s.
5. Mashurov A.M., Cherkashhenko V. I. Uchityvat' geneticheskie distancii mezhdur porodami pri selekcii. *Zhivotnovodstvo*. 1987. № 2. S. 21–23.
6. Abassova V.A., Rish M.A., Shadmanov S.I. Issledovanie grupp krovi karakul'skih ovec. *Doklady VASHNIL*. 1977. № 5. S. 29–30.

LYUTSKANOV P.I.¹, MASHNER O.A.¹, MARZANOV N.S.²

¹ Scientific and Practical Institute of Biotechnologies in Zootechny and Veterinary Medicine, Republic of Moldova, 6225, village Maximovca, district Anenii Noi, Școlară str., no. 15, e-mail: liutskanov@mail.ru

² Federal Scientific Center – All-Russian Institute of Animal Husbandry behalf of Academician L.K. Ernst, Russia, 142132, Moscow region, urban district of Podolsk, Dubrovitsy settlement, 60, e-mail: nmarzanov@yandex.ru

GENETIC MARKERS OF MOLDOVAN TSIGAY AND KARAKUL SHEEP

Aim. The study of the genetic structure of the two created Moldovan types of sheep – Tsigay wool-meat-dairy and karakul astrakhan -meat-and-milk types by the frequency of antigens, genotypes, alleles, homozygosity level and the number of effective alleles. **Methods.** Genetic analysis was performed using seven blood group systems (A, B, C, D, M, R, I) by the method of setting the hemolysis and agglutination reactions. **Results.** At Moldovan Tsigay sheep, the frequency of antigens in blood group systems varies from 0.05 to 0.95. There are 38 genotypes and 20 alleles. The total homozygosity constituted 0.5393 and the efficacy per allele was 1.866. In contrast to the Tsigay sheep the Moldovan

karakul sheep have 136 genotypes and 48 alleles, the total homozygosity is the same – 0.5230, and the efficiency per allele is almost twice higher – 3.3574. **Conclusions.** Genetic markers are useful in an objective assessment of genetic diversity and the degree of kinship of sheep breeds. Being an integral part of the genofond of the population, they provide valuable information about the changes occurring in it in the breeding process.

Keywords: Sheep, antigens, genotypes, alleles, homozygosity.

ЛЮЦКАНОВ П.І.¹, МАШНЕР О.А.¹, МАРЗАНІВ Н.С.²

¹ Науково-практичний інститут біотехнології в зоотехнії і ветеринарної медицини, Республіка Молдова, 6525, с. Максимівка, Новоаненський район, e-mail: liutskanov@mail.ru

² Федеральний науковий центр – ВИЖ імені академіка Л.К. Ернста, Росія, 142132, Московська область, міський округ Подольськ, селище Дубровиці, 60, e-mail: nmarzanov@yandex.ru

ГЕНЕТИЧНІ МАРКЕРИ МОЛДАВСЬКИХ ЦИГАЙСЬКИХ І КАРАКУЛЬСЬКИХ ОВЕЦЬ

Мета. Вивчення генетичної структури двох створених молдавських типів овець – цыгайських шерстно-м'ясо-молочного і каракульськ смушково-м'ясо-молочного типів за частотою антигенів, генотипів, алелів, рівнем гомозиготності і кількості ефективних алелів. **Методи.** Генетичний аналіз здійснювали за допомогою семи систем груп крові (А, В, С, D, М, R, I) методом постановки реакцій гемолізу і аглютинації. **Результати.** У молдавських цыгайських овець частота антигенів у системах груп крові варіює від 0,05 до 0,95. Встановлено 38 генотипів і 20 алелів. Загальна гомозиготність склала 0,5393 і ефективність на один алель – 1,866. На відміну від цыгайських овець, у молдавських каракульських овець встановлено 136 генотипів і 48 алелів, загальна гомозиготність однакова – 0,5230, а ефективність на один алель майже в два рази вища – 3,3574. **Висновки.** Генетичні маркери корисні в об'єктивній оцінці генетичного різноманіття та ступеня спорідненості порід овець. Будучи складовою частиною генофонду популяції, вони дають цінну інформацію про зміни, що відбуваються в ній у процесі селекції.

Ключові слова: вівці, антигени, генотипи, алелі, гомозиготність.