

4. Сафонова Н.С. Полиморфизм гена соматотропина (GH) у овец породы советский меринос / Н.С. Сафонова, Д.А. Ковалев, Л.Н. Скорых, Н.И. Ефимова, А.М. Жиров // Главный зоотехник. – 2019. – № 6. – С. 25-31.

5. Лушников В.П. Полиморфизм генов соматотропина (GH), кальпастина (CAST), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец татарстанской породы / В.П. Лушников, Т.О. Фетисова, М.И. Селионова, Л.Н. Чижова, Е.С. Суржикова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 1. – С. 2-3.

6. Скорых Л.Н. Исследование полиморфизма генов соматотропина и лептина у овец северокавказской мясо-шерстной породы / Л.Н. Скорых, Д.А. Ковалев, Н.С. Сафонова, А.А. Омаров // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 1. – С. 37-39.

7. Погодаев В.А. Полиморфизм генов кальпастина и соматотропина у овец калмыцкой курдючной породы помесей (1/2 калмыцкая курдючная + 1/2 дорпер) / В.А. Погодаев, Л.В. Кононова, Б.К. Адучиев // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2019. – № 3 (47). – С. 141-145.

REFERENCES

1. Omarov A.A. Meat productivity, chemical composition of muscle tissue of young animals of the type of precocious sheep being created in the age aspect / A.A. Omarov, L.N. Skorykh, D.V. Kovalenko // Collection of scientific papers of the All-Russian Scientific Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2016. – Vol. 2. – No. 9. – Pp. 19-25.

2. Selionova M.I. Genomic selection in sheep breeding / M.I. Selionova, L.N. Skorykh, I.O. Fominova, N.S. Safonova // Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2017. – Vol. 1. – No. 10. – Pp. 275-280.

3. Efimova N.I. Improving the competitiveness of fine-wooled sheep of the Soviet merino breed / N.I. Efimova, E.N. Chernobai, S.N. Shumaenko, T.I. Antonenko // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2018. – No. 7. – Pp. 104-109.

4. Safonova N.S. Polymorphism of the somatotropin (GH) gene in Soviet merino sheep / N.S. Safonova, D.A. Kovalev, L.N. Skorykh, N.I. Efimova, A.M. Zhiron // Chief zootechnik. – 2019. – No. 6. – Pp. 25-31.

5. Lushnikov V.P. Polymorphism of somatotropin (GH), calpastatin (CAST), differential growth factor (GDF 9) genes in sheep of the Tatarstan breed / V.P. Lushnikov, T.O. Fetisova, M.I. Selionova, L.N. Chizhova, E.S. Surzhikova // Sheep, goats, wool business. – 2020. – No. 1. – Pp. 2-3.

6. Skorykh L.N. Investigation of polymorphism of somatotropin and leptin genes in North Caucasian sheep meat-wool breed / L.N. Skorykh, D.A. Kovalev, N.S. Safonova, A.A. Omarov // Veterinary medicine and feeding. – 2020. – No. 1. – Pp. 37-39.

7. Pogodaev V.A. Polymorphism of calpastatin and somatotropin genes in sheep of the Kalmyk kurdyuchnaya breed and cross-breeds (1/2 Kalmyk kurdyuchnaya + 1/2 dorper) / V.A. Pogodaev, L.V. Kononova, B.K. Aduchiev // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2019. – № 3 (47). – Pp. 141-145.

Скорых Лариса Николаевна, доктор биол. наук, доцент, гл. науч. сотрудник отдела овцеводства и козоводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49, e-mail: smi.sniizhk@yandex.ru, тел.: (8652) 71-81-55; **Сафонова Надежда Сергеевна**, мл. науч. сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, e-mail: nadejda2383@yandex.ru, тел.: (8652) 71-81-55. **Ефимова Нина Ивановна**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник отдела овцеводства и козоводства, e-mail: n.efimova.60@mail.ru тел.: (8652) 71-95-58.

УДК 636.3.035

DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-17-22

ОЦЕНКА ФЕНОТИПА ОВЕЦ КАРАЧАЕВСКОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА И КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРОДУКТИВНОСТИ

А.Ю. КРИВОРУЧКО, К.А. КАТКОВ, А.А. КАНИБОЛОТСКАЯ, А.В. СКОКОВА, О.А. ЯЦЫК
ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»

EVALUATION OF THE PHENOTYPE OF THE KARACHAYEV SHEEP WITH THE USE OF FACTOR ANALYSIS AND COMPLEX INDICATOR OF PRODUCTIVITY

A.YU. KRIVORUCHKO, K.A. KATKOV, A.A. KANIBOLOTSKAYA, A.V. SKOKOVA, O.A. YATSYK
FSBSI «North Caucasian Agrarian Center»

Аннотация. В статье описаны результаты исследования показателей фенотипа с использованием комплексного показателя продуктивности (КРi) овец карачаевской породы. Для его формирования предварительно выполнили анализ главных компонент. Исследования проводили на годовалых баранчиках карачаевской породы (n = 50). Расчеты проводились с помощью интегрированного математического пакета MATLAB. В результате анализа вычислили 7 главных

компонент (ГК), характеризующих 82,5% дисперсии, в которой наибольший вклад вносили показатели, определяемые с помощью УЗИ: толщина бедренной мышцы и ширина мышечного глазка. Числовые значения комплексного показателя продуктивности позволили провести ранжирование животных на две группы: «MED» и «MAX». В группе «MIN» животных не выявлено. Представленный алгоритм формирования комплексного показателя продуктивности овец

карачаевской породы позволяет провести оценку одновременно по нескольким фенотипическим признакам и может быть использован для подготовки данных к математическому анализу и полногеномному поиску ассоциаций для выявления генов формирующих продуктивные качества овец.

Ключевые слова: фенотипическая изменчивость, карачаевские овцы, мясная продуктивность, селекция и разведение животных, промеры статей тела.

Summary. The article describes the results of a study of phenotype indicators using a complex productivity indicator (KPI) of sheep of the Karachay breed. For its formation, a principal component analysis was preliminarily performed. The studies were carried out on one-year-old rams of the Karachay breed (n=50). The calculations were carried out using the integrated mathematical package MATLAB. As a result of the analysis, 7 principal components (PC) were calculated, characterizing 82.5% of the variance, in which the greatest contribution was made by indicators determined using ultrasound: the thickness of the femoral muscle and the width of the muscular eye. The numerical values of the complex index of productivity made it possible to rank the animals into two groups: "MED" and "MAX". No animals were found in the "MIN" group. The presented algorithm for the formation of a complex indicator of the productivity of sheep of the Karachay breed makes it possible to evaluate simultaneously for several phenotypic traits and can be used to prepare data for mathematical analysis and a genome-wide search for associations to identify genes that form the productive qualities of sheep.

Keywords: phenotypic variability, karachai sheep, meat production, selection and breeding of animals, measurements of body articles.

Одним из способов эффективной оценки массива данных об экстерьере и интерьере овец является факторный анализ, концепция которого заключается в «сжатии» информации и определении минимального числа факторов, которые вносят наибольший вклад в дисперсию и характеризуют фенотипическую изменчивость. Этот анализ позволяет определить наиболее значимые признаки фенотипа, представленные для анализа, а полученные результаты возможно использовать в дальнейших исследованиях для полногеномного поиска ассоциаций (GWAS) или же в формировании каких-либо комплексных систем оценки конкретной популяции. Использование на практике комплексного показателя продуктивности позволяет формировать общее представление о продуктивных качествах особей в стаде и выявлять наиболее продуктивных овец в раннем возрасте [1, 2]. Наибольшую ценность такие исследования имеют при описании фенотипа местных овец универсального направления продуктивности [3]. Примером разведения овец комбинированного направления является карачаевская порода.

По данным М.Б. Улибашева и Р.А. Улибашевой (2020) овцы этой породы отличаются скороспелостью, высокой энергией роста и ранним наступлением периода случки при условии рационального использования высокогорных альпийских пастбищ. Эти животные неприхотливы, легко адаптируются к различным климатическим изменениям. Карачаевские овцы представлены внутривидовыми типами и могут внешне и продуктивно

отличаться в зависимости от места и способа выращивания. В связи с этим есть необходимость в более тщательном описании фенотипических параметров овец этой породы с использованием современных диагностических инструментов и выявлением выраженных признаков, характеризующих мясную продуктивность и ранжирование особей по продуктивным качествам [4, 5].

Таким образом, целью исследования является создание алгоритма формирования комплексного показателя продуктивности животных, включающего в себя значительное количество хозяйственно-полезных признаков и описание фенотипа овец карачаевской породы.

Материалы и методы. Отбор показателей проводили у годовалых баранчиков карачаевской породы в ООО «Восход» Предгорного района Ставропольского края. Для оценки фенотипа использовали следующие показатели: живая масса при рождении и в год, суточный прирост, высота в холке и в крестце, ширина спины и груди, глубина груди, обхват предплечья, обхват плеча, обхват бедра в соответствии с сертифицированными методиками. С помощью переносного аппарата УЗИ определяли толщину и ширину мышечного глазка (ТМГ и ШМГ), толщину жира (ТЖ) в поясничной области и толщину бедренной мышцы (ТБМ) по ранее описанным методикам [6, 7, 8, 9]. Статистическую обработку данных, анализ главных компонент и формирование комплексного показателя продуктивности животных проводили с помощью интегрированного математического пакета MATLAB. С помощью метода главных компонент сокращали количество переменных в исходном наборе данных и определяли три опорные точки: MAX, MIN и MED с учетом полученных ранее компонентных нагрузок для соответствующих признаков с использованием математического уравнения (1).

$$KPI_i = 1/D_i^{\max} \quad (1)$$

Последовательность действий, которые необходимо выполнить для формирования комплексного показателя продуктивности был описан в предыдущих исследованиях [10].

Результаты. Установили, что 82,5% дисперсии объясняют первые семь главных компонент (рис. 1). Из них, первая ГК характеризует 22,5% фенотипической изменчивости. Наиболее значимыми признаками в первой компоненте является обхват бедра. Вторая ГК, составляющая 74% от первой, имеет наибольшую нагрузку на признаки: живая масса баранов-годовиков и среднесуточный прирост. Что характерно, третью компоненту нагружают те же параметры, однако она составляет половину от первой ГК. Четвертая ГК охарактеризована нами как ширина груди. Пятая ГК составляет всего 36% от первой, параметр живая масса при рождении имеет наибольшую нагрузку в ней. В шестой ГК наибольший вклад в дисперсию вносил параметр «толщина бедренной мышцы», а в седьмой «ширина мышечного глазка». По результатам подсчета общности для семи главных компонент наиболее значимым признаком оказался «ширина мышечного глазка», а обхват бедра напротив, наименее значимым.

Таблица 1

Компонентные нагрузки, общности, собственные значения, вычисленные на основании показателей фенотипа овец карачаевской породы
Component loads, commonality, eigenvalues calculated on the basis of indicators of the phenotype of sheep of the Karachay breed

Признак	PC_1	PC_2	PC_3	PC_4	PC_5	PC_6	PC_7	Общности
Живая масса при рождении, кг	0,0915	-0,2077	-0,0909	0,0377	0,6746	0,2151	0,0363	0,5639
Живая масса баранов-годовиков, кг	-0,1992	0,4448	0,4082	0,0631	0,1557	0,1979	-0,064	0,4758
Среднесуточный прирост, кг	-0,2102	0,4627	0,4128	0,0565	0,0122	0,1589	-0,0577	0,4606
Высота в холке, см	0,3741	-0,1986	0,3630	-0,0509	-0,021	0,2659	-0,035	0,3862
Высота в крестце, см	0,4216	-0,064	0,1834	-0,2115	0,0048	0,1453	-0,0619	0,2852
Ширина спины, см	0,3152	-0,2290	0,2048	0,2540	-0,3034	0,2318	-0,0748	0,4096
Ширина груди, см	0,0835	0,0887	0,1988	0,5935	-0,1041	-0,1297	0,2507	0,4972
Глубина груди, см	0,2851	0,3140	-0,3619	0,1889	0,0378	-0,0556	-0,2527	0,4149
Обхват плеча, см	0,3269	0,3292	-0,2403	0,1435	-0,0978	-0,1625	0,0900	0,3377
Обхват предплечья, см	0,2548	0,3495	-0,0417	-0,1941	0,3504	-0,2057	0,1512	0,4145
Обхват бедра, см	0,4526	0,1402	0,0994	0,0793	0,0860	-0,0343	0,1646	0,2764
УЗИ ТМГ, мм	0,1364	0,2265	-0,0451	-0,4251	-0,2099	0,1577	-0,5018	0,5734
УЗИ ШМГ, мм	0,0299	0,1177	-0,0007	-0,4377	-0,3397	0,0262	0,6727	0,7750
УЗИ ТЖ, мм	-0,0678	0,1355	-0,3707	0,2331	-0,2999	0,4106	-0,0505	0,4758
УЗИ ТБМ, мм	-0,0402	0,0930	-0,2607	0,0180	0,1625	0,6780	0,2979	0,6534
Собственные значения (λ)								
	3,387	2,497	1,714	1,384	1,228	1,132	1,057	
Объясненная дисперсия (по компонентам)								
	22,582	16,645	11,428	9,225	8,189	7,546	7,050	

Для расчета комплексного показателя использовали только первые шесть компонент.

В результате ранжирования животных с использованием комплексного показателя продуктивности выделили одну основную группу «MED». Наиболее выдающиеся значения имели две особи под номером 8008 и 8009. В группе «MIN» нет ни одного животного.

Обсуждения. Анализ результатов работы показал, что наиболее весомые показатели в компонентах отражают мясные формы животных. Первую компоненту в наибольшей степени нагружал новый параметр для этой породы – обхват бедра. По данным Bakhshalizadeh S. [et al.] (2016), обхват бедра может использоваться в качестве косвенного критерия при селекции для улучшения выхода мяса у овец, однако требует соблюдения условий разведения и генетического контроля [11]. Живая масса баранов-годовиков и среднесуточный прирост, нагружающие вторую и третью компоненты, являются основным параметром, характеризующим продуктивные качества овец карачаевской породы. Известно, что животные на ранних стадиях онтогенеза отличаются высокой скоростью роста [12, 13]. Имеются сведения о высокой взаимосвязи между уровнем живой массы и среднесуточными приростами с мясностью овец этой породы [5]. Четвертая компонента имела наибольшую дисперсию по признаку ширина груди. По данным Елкановой Р.Э. (2018) карачаевские овцы имеют хорошо развитую для этого типа овец глубину и ширину груди [14]. Однако, известно, что этот признак менее консолидирован в первых генерациях при скрещивании с другими грубошерстными овцами [15]. В пятой компоненте выявлена высокая дисперсионная нагрузка для показателя живой массы при рождении. А.Х. Хайитов с соавторами (2019) подчеркивают высокое значение на мясность этого параметра у овец карачаевской породы [13]. Шестая и седьмая компоненты имели высокие нагрузки на промеры, определяемые с помощью УЗИ: шестая компонента-толщина бедренной мышцы

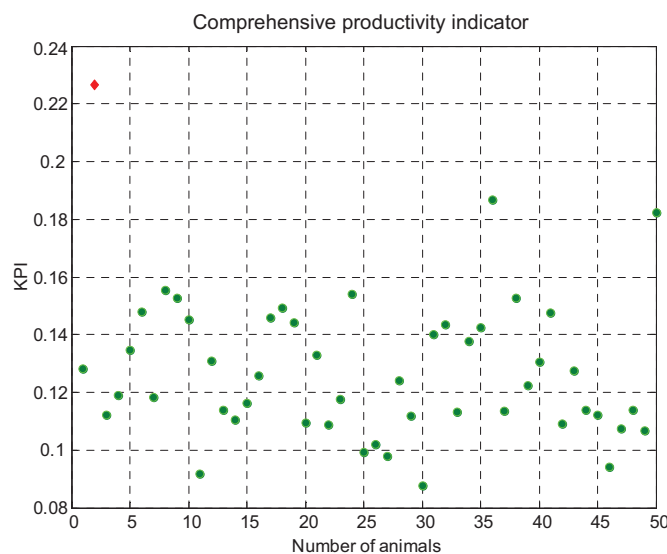


Рис. 1. Значения комплексного показателя продуктивности (КР) для выборки оцениваемых овец карачаевской породы

Fig. 1. Values of the complex index of productivity (KP) for the sample of evaluated sheep of the Karachay breed

и седьмая-ширина мышечного глазка. По мнению Pişiu E. et al. (2021) для ягнят, которых рано выводят на пастбища, определение отдельных мышечных групп с помощью УЗИ в раннем возрасте, является необходимым исследованием [16]. Объясняется это еще и тем, что из-за нехватки рабочей силы на боенских пунктах характеристики длиннейшей мышцы, толщины жира и некоторые другие не определяются вовсе. Применение методов УЗИ может помочь заводчикам, производителям и исследователям проводить прижизненную оценку мышечного состава тела овец, с целью повышения селекционных, экономических и маркетинговых показателей [17]. Так же по результатам анализа общности параметр толщина бедренной мышцы имел наибольшую дисперсию в семи компонентах. Наименую долю в дисперсии имеет обхват бедра.

С использованием комплексного показателя продуктивности все параметры были ранжированы на две группы. Наиболее многочисленной оказалась группа «MED», в группе «MAX» выявили одну особь. Такое распределение может быть связано с высокой однородностью стада, являющейся результатом селекционной работы в хозяйстве. Применение математических уравнений для ранжирования стада по фенотипическим признакам является эффективным способом обобщения информации, включенной в набор данных, по нескольким параметрам, что облегчает понимание факторов продуктивности, так и их интерпретацию [18]. При этом значения хозяйственно полезных признаков, имеющих меньшее значение в анализе, не теряются, так как все они учитываются при формировании комплексного показателя [19].

Представленный алгоритм формирования комплексного показателя продуктивности овец карачаевской породы позволяет провести оценку одновременно по нескольким фенотипическим признакам и может быть использован для подготовки данных к математическому анализу и полногеномному поиску ассоциаций для выявления генов формирующих продуктивные качества овец.

Заключение. Анализ главных компонент позволил выявить наиболее важные фенотипические параметры с наибольшей степенью дисперсии у овец карачаевской породы: толщина бедренной мышцы и ширина мышечного глазка. Комплексный показатель продуктивности позволил разделить имеющуюся выборку овец на две группы «MED» и «MAX». В группе «MIN» животных не выявлено. Результаты исследований целесообразно использовать в научных исследованиях при создании математических моделей, основанных на данных факторного анализа и в полногеномном поиске ассоциаций для выявления генов формирующих фенотип мясных овец. Использование такого подхода к анализу популяции может заинтересовать исследователей и специалистов-селекционеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Combined GWAS and 'guilt by association'-based prioritization analysis identifies functional candidate genes for body

size in sheep / A. Kominakis [et al.] // *Genetics Selection Evolution*. 2017. Т. 49. № 1. Р. 1-16. DOI 10.1186/s12711-017-0316-3.

2. Михальский А.И. Методы компьютерного анализа данных в задачах по мониторингу и совершенствованию управления стадом / А.И. Михальский, Ж.А. Новосельцева // *Проблемы биологии продуктивных животных*. – 2019. – № 1. – С. 95-111.

3. Ramana D.B.V. Livestock Based Production Systems for Climate Adaptation in Dryland Areas // *Climate Change Adaptations in Dryland Agriculture in Semi-Arid Areas*. – Springer, Singapore, 2022. – С. 127-141.

4. Улимбашев М.Б. Формирование мясной продуктивности баранчиков карачаевской породы в условиях вертикальной зональности территории Северного Кавказа / М.Б. Улимбашев, Р.А. Улимбашева // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2020. – № 5. – С. 50-53.

5. Гаджиев З.К. Мясные показатели овец карачаевской породы разных внутривидовых типов / З.К. Гаджиев, О.Р. Османова // *Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства*. – 2017. – Т. 1. – № 10. – С. 59-61.

6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. Справочное пособие. 3-е издание перераб. и доп. – Москва: – 2003. – 456 с.

7. Криворучко А.Ю. Оценка значимости новых параметров фенотипа овец породы российский мясной меринос методом анализа главных компонент / А.Ю. Криворучко, О.А. Язык, А.В. Скокова [и др.] // *Международный вестник ветеринарии*. – 2021. – № 4. – С. 109-120.

8. Абонеев В.В. Методика оценки мясной продуктивности овец / В.В. Абонеев Ю.Д., Квитко И.И. Селькин, А.И. Сувор // *СНИИЖК, Ставрополь*, 2009. – 34 с.

9. Методические рекомендации по раннему прогнозированию, отбору и выращиванию высокопродуктивных баранов-производителей тонкорунных и полутонкорунных пород [Электронный ресурс] / Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т овцеводства и козоводства; Сост.: В.А. Мороз и др. Ставрополь: [б. и.], 2001. – 29 с.

10. Катков К.А. Использование комплексного показателя для оценки параметров продуктивности у овец породы российский мясной меринос / К.А. Катков, А.Ю. Криворучко, А.А. Каниболоцкая // *Вестник аграрной науки*. – 2021. – № 4 (91). – С. 62-72.

11. Bakhshalizadeh S. [et al]. Estimation of genetic parameters and genetic trends for biometric traits in Moghani sheep breed // *Small Ruminant Research*. – 2016. – Т. 134. – С. 79-83.

12. Михайленко А.К. Онтогенетические особенности иммунной реактивности, роста и развития овец в разных условиях содержания / А.К. Михайленко, Л.Н. Чижова, Ч.Б. Чотчаева и др. // *Аграрный научный журнал*. – 2019. – № 5. – С. 57-59.

13. Хайитов А.Х. Формирование мясной продуктивности у молодняка овец карачаевской породы / А.Х. Хайитов, А.Ф. Шевхужев, Д.Р. Смакуев // *Известия СПбГАУ*. – 2019. – № 2 (55). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-myasnoi-produktivnosti-u-molodnyakaovets-karachaevskoi-porody> (дата обращения: 23.03.2022).

14. Елканова Р.Э. Хозяйственно-продуктивная характеристика карачаевской овцы // *Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов*

ФГБОУ ВО" Горский государственный аграрный университет". – 2018. – С. 52-54.

15. Петров С.Н. Оценка фенотипических показателей ресурсной популяции овец разных генераций / С.Н. Петров, Т.Е. Денискова, А.В. Доцев, Н.А. Зиновьева // Сборник докладов XIV международного биотехнологического форума "Росбиотех-2020", Москва, 17-19 ноября 2020 года. Москва: ФГБНУ "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН, 2020. – С. 162-165.

16. Ilişiu E. [et al]. Ultrasound measurements of eye muscle properties and backfat thickness in lambs from different genotypes fed with different diets // Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science. – 2021. – Т. 64. – № 1.

17. Leeds T.D. [et al]. B-mode, realtime ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures and their relationships with carcass yield and value. Journal of Animal Science. – 2008. – № 86. – P. 3203-3214.

18. Masari H.A.P. [et al]. Inferring causal relationships among growth curve traits of Lori-Bakhtiari sheep using structural equation models // Small Ruminant Research. – 2021. – Т. 203. – P. 106489.

19. Sheriff O. Phenotypic ranking experiments in identifying breeding objective traits of smallholder farmers in north-western Ethiopia / O. Sheriff, K. Alemayehu, A. Haile // PloS one. – 2021. – Т. 16. – № 3. – С. e0248779.

REFERENCES

1. Combined GWAS and 'guilt by association'-based prioritization analysis identifies functional candidate genes for body size in sheep / A. Kominakis [et al.] // Genetics Selection Evolution. 2017. V. 49. № 1. P. 1-16. DOI 10.1186/s12711-017-0316-3.

2. Mikhalsky A.I. Methods of computer data analysis in tasks of monitoring and improving herd management / A.I. Mikhalsky Zh.A. Novoseltseva // Problems of biology of productive animals. – 2019. – № 1. – Pp. 95-111.

3. Ramana D.B.V. Livestock Based Production Systems for Climate Adaptation in Dryland Areas // Climate Change Adaptations in Dryland Agriculture in Semi-Arid Areas. – Springer, Singapore. – 2022. – Pp. 127-141.

4. Ulimbashev M.B. Formation of meat productivity of rams of the Karachay breed in the conditions of vertical zonality of the territory of the North Caucasus / M.B. Ulimbashev, R.A. Ulimbasheva // Russian Agricultural Science. – 2020. – № 5. – Pp. 50-53.

5. Gadzhiev Z.K. Meat indicators of sheep of the Karachay breed of different intrabreed types / Z.K. Gadzhiev, O.R. Osmanova // Collection of scientific works of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. – 2017. – V. 1. – № 10. – Pp. 59-61.

6. Norms and diets for feeding farm animals / Ed. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisina, V.V. Shcheglova, N.I. Kleimenova. Reference manual. 3rd edition revised. and additional Moscow: 2003. – 456 p.

7. Krivoruchko A.Yu. Evaluation of the significance of new parameters of the phenotype of sheep of the Russian Meat Merino breed by principal component analysis / A.Yu. Krivoruchko O.A. Yatsyk, A.V. Skokova [et al.] // International Bulletin of Veterinary Medicine. – 2021. – № 4. – Pp. 109-120.

8. Aboneev V.V. Methods for assessing the meat productivity of sheep / V.V. Aboneev Yu.D. Kvitko, I.I. Selkin, A.I. Surov // SNIIZhK, Stavropol, 2009. – 34 p.

9. Methodological recommendations for early forecasting, selection and cultivation of highly productive rams-producers of fine-wool and semi-fine-wool breeds [Electronic resource] / Ros. acad. s.-x. Sciences. Vseros. scientific research Institute of Sheep and Goat Breeding; Comp.: V.A. Moroz and others. Stavropol: [b. and.], 2001. – 29 p.

10. Katkov K.A. The use of a complex indicator to assess productivity parameters in sheep of the Russian meat merino breed. / K.A. Katkov A.Yu. Krivoruchko, A.A. Kanibolotskaya // Vestnik agrarnoi nauki. – 2021. – № 4 (91). – Pp. 62-72.

11. Bakhshalizadeh S. [et al]. Estimation of genetic parameters and genetic trends for biometric traits in Moghani sheep breed // Small Ruminant Research. – 2016. – V. 134. – Pp. 79-83.

12. Mikhailenko A.K. Ontogenetic features of immune reactivity, growth and development of sheep in different conditions of keeping / A.K. Mikhailenko, L.N. Chizhova, Ch.B. Chotchaeva [et al.] // Agrarian scientific journal. – 2019. – № 5. – Pp. 57-59.

13. Khaitov A.Kh. Formation of meat productivity in young sheep of the Karachay breed / A.Kh. Khaitov A.F. Shevkhuzhev, D.R. Smakuev // Izvestia of St. Petersburg State Agrarian University. – 2019. – № 2 (55). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-myasnoi-produktivnosti-u-molodnyaka-ovets-karachayevskoi-porody> (date of access: 03/23/2022).

14. Elkanova R.E. Economic and productive characteristics of the Karachay sheep // Bulletin of scientific works of young scientists, graduate students, undergraduates and students of the Gorsky State Agrarian University. – 2018. – P. 52-54.

15. Petrov S.N. Assessment of phenotypic indicators of the resource population of sheep of different generations / S.N. Petrov, T.E. Deniskova, A.V. Dotsev, N.A. Zinovieva // Collection of reports of the XIV international biotechnological forum "Rosbiotech-2020", Moscow, November 17-19, 2020. Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov" RAS, 2020. – Pp. 162-165.

16. Ilişiu E. [et al]. Ultrasound measurements of eye muscle properties and backfat thickness in lambs from different genotypes fed with different diets // Scientific Papers: Series D, Animal Science-The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science. – 2021. – Vol. 64. – No. 1.

17. Leeds T.D., [et al]. B-mode, realtime ultrasound for estimating carcass measures in live sheep: Accuracy of ultrasound measures and their relationships with carcass yield and value. Journal of Animal Science. – 2008. – № 86. – P. 3203-3214.

18. Masari H.A.P. [et al]. Inferring causal relationships among growth curve traits of Lori-Bakhtiari sheep using structural equation models // Small Ruminant Research. – 2021. – V. 203. – P. 106489.

19. Sheriff O. Phenotypic ranking experiments in identifying breeding objective traits of smallholder farmers in north-western Ethiopia / O. Sheriff, K. Alemayehu, A. Haile // PloS one. – 2021. – Vol. 16. – № 3. – С. e0248779.

Криворучко Александр Юрьевич, доктор биол. наук, гл. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15, тел.: (918) 881-43-27; e-mail: rcvm@yandex.ru;

Катков Константин Александрович, канд. тех. наук, доцент, вед. науч. сотрудник лаборатории зооэкономики ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49; тел.: (918) 861-98-02; e-mail: kkatkoff@mail.ru;

Каниболоцкая Анастасия Александровна, канд. биол. наук, науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (961) 456-99-25; e-mail: dorohin.2012@inbox.ru;

Скокова Антонина Владимировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (962) 740-42-31; e-mail: antoninaskokova@mail.ru;

Яцык Олеся Андреевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории геномной селекции и репродуктивной криобиологии в животноводстве, тел.: (918) 757-14-58; e-mail: malteze@mail.ru.

УДК 591.151:636.32/38.082.13

DOI: 10.26897/2074-0840-2022-2-22-25

АЛЛЕЛЬНЫЕ И ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ GH, GDF9 У ОВЕЦ ПОРОДЫ МАНЫЧСКИЙ МЕРИНОС

Л.Н. СКОРЫХ, А.В. СУХОВЕЕВА, Е.С. СУРЖИКОВА

ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

ALLELIC AND GENOTYPICAL VARIANTS OF THE GH, GDF9 GENES POLYMORPHISM IN THE MANYCH MERINO SHEEP BREED

L.N. SKORYKH, A.V. SUKHOVEEVA, E.S. SURZHIKOVA

North Caucasus Federal Agrarian Research Centre

Аннотация. В статье представлены результаты генотипирования овец породы манычский меринос. С использованием ПЦР-ПДРФ анализа установлена специфичность аллельного спектра генов GH и GDF9, регулирующих процессы роста и оказывающих влияние на мясную продуктивность, выраженная в разной частоте встречаемости аллелей и генотипов.

Ключевые слова: полиморфизм, ген, аллель, генотип, генетическая структура, продуктивные показатели.

Summary. The article presents the results of genotyping of sheep of the Manych Merino breed. Using PCR-RFLP analysis, the specificity of the allelic spectrum of the GH and GDF9 genes, which regulate growth processes and affect meat productivity, was established, expressed in different frequencies of alleles and genotypes.

Keywords: polymorphism, gene, allele, genotype, genetic structure, productive indicators.

На современном этапе состояния аграрного сектора экономики нашей страны одной из важных задач является необходимость эффективного развития отрасли овцеводства с точки зрения занятости населения, обеспечения человека разнообразной продукцией [1, 2]. В большинстве стран мира высокая экономическая эффективность этой отрасли обеспечивается за счет производства высококачественной баранины [3]. Поэтому возникает необходимость во внедрении в отрасль новых направлений на основе сочетания традиционных методов селекции с молекулярно-генетическими, что является одним из ключевых элементов для увеличения и улучшения мясной продуктивности овец [4, 5]. Применение геномной оценки в селекции овец может повысить темпы селекционного прогресса и тем самым

увеличить рентабельность отрасли. Генетическая селекция направлена на работу с животными с высоким генетическим потенциалом по росту и развитию [6].

В качестве ДНК-маркеров, связанных с проявлением экономически значимых признаков животных, значительное внимание уделяется генам гормона роста (GH) и дифференциального фактора роста (GDF9), контролирующим рост и развитие, воспроизводительные качества, а также оказывающим влияние на мясную продуктивность овец [7, 8].

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилось изучение полиморфизма генов соматотропина (GH) и дифференциального фактора роста (GDF9) и анализ их ассоциаций с параметрами роста у молодняка овец породы манычский меринос.

Материал и методы исследования. Экспериментальная часть исследований проводилась на базе СПК колхоза-племзавода им. Ленина Апанасенковского района Ставропольского края. Молекулярно-генетические исследования выполнялись в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Объектом исследования явились ярки (n = 91) породы манычский меринос.

В качестве биологического материала использовались образцы венозной крови. Для выделения из неё ДНК применялся набор реагентов «DIAAtomtmDNAprep» (IsoGeneLab). Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовались наборы «GenePakPCRCore» согласно с инструкцией производителя. Генотипирование молодняка овец выполнялось по двум генам, а именно