



Генетика и селекция животных Genetics and selection of animals

DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-514-526

УДК 636.32/.38:636.082.2

Научная статья / Research article

Оценка селекционных признаков овец романовской породы в зависимости от полиморфизма гена гормона роста

М.В. Абрамова  , А.В. Ильина , М.С. Барышева ,
Ю.И. Малина , Е.Г. Евдокимов 

Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»,
пос. Михайловский, Ярославская область, Российская Федерация
 abramovam2016@yandex.ru

Аннотация. Изыскание новых маркеров высокой продуктивности овец и внедрение методов оценки и отбора по этим показателям — актуальное направление при разведении российских пород овец. Материалом для исследований послужили результаты оценки экстерьера, живой массы овец романовской породы. Генетические исследования проводили с использованием проб ткани (ушные выщипы). Методом ПЦР-ПДРФ проведена оценка полиморфизма гена гормона роста у овец романовской породы. Оценка полиморфизма гена гормона роста в популяции овец романовской породы показала наличие трех аллельных вариантов АА, АВ и ВВ с частотой встречаемости 0,24, 0,62 и 0,14 соответственно. Статистически значимая разница между показателями живой массы у животных с генотипами GH^{AB} и GH^{AA} , GH^{AB} и GH^{BB} составляла: при рождении 210 и 140 г ($P \geq 0,95$) и при отъеме 350 и 1260 г ($P \geq 0,95$) соответственно. Фенотипическая изменчивость показателей живой массы была наивысшей при рождении и при отъеме и составила 31,7...32,5 % для всех генотипов. Животные с генотипами GH^{AA} и GH^{AB}

© Абрамова М.В., Ильина А.В., Барышева М.С., Малина Ю.И., Евдокимов Е.Г., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

превосходили своих сверстников с генотипом GH^{BB} по промерам ширины в маклоках, тазобедренных сочленениях, ширине груди, обхвату груди, следовательно, имели более широкотелый тип. При изучении фенотипических и генетических корреляций промеров экстерьера и живой массы в возрасте 12 месяцев установлена достоверная положительная связь с высотой в холке ($r_p = +0,13^*$; $r_G = +0,02$) и крестце ($r_p = +0,14^{**}$; $r_G = +0,03$), длиной таза ($r_p = +0,14^{**}$; $r_G = +0,02$). Полученные новые знания о полиморфизме гена GH и его взаимосвязи с продуктивными признаками овец романовской породы позволяют проводить углубленную оценку, целенаправленный отбор и подбор особей с желательными генотипами.

Ключевые слова: маркерная селекция, романовская порода овец, гормон роста, живая масса, экстерьер, фенотипическая изменчивость, генетическая корреляция

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Благодарности. Работа выполнена согласно государственному заданию (рег. номер 122041100076-6, номер/шифр FGGW-2022-0010) по теме «Разработать селекционную программу и систему по сохранению и рациональному использованию генофонда крупного рогатого скота и овец, направленные на повышение и реализацию генетического потенциала по продуктивности и продолжительности хозяйственного использования».

История статьи: поступила в редакцию 19 сентября 2022 г., принята к публикации 10 октября 2022 г.

Для цитирования: *Абрамова М.В., Ильина А.В., Барышева М.С., Малина Ю.И., Евдокимов Е.Г.* Оценка селекционных признаков овец романовской породы в зависимости от полиморфизма гена гормона роста // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2022. Т. 17. № 4. С. 514—526. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-514-526

Breeding characteristics of Romanov sheep depending on polymorphism of growth hormone gene

Marina V. Abramova  , Anna V. Ilina , Maria S. Barysheva ,
Julia I. Malina , Evgeniy G. Evdokimov 

Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production—Branch
of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology,
Yaroslavl region, Russian Federation
*abramovam2016@yandex.ru

Abstract. The search for new markers of high productivity of sheep and the introduction of evaluation and selection methods for these indicators is an urgent direction in breeding of Russian sheep. The material for the research was the results of assessment of exterior, live weight of Romanov sheep. Genetic studies were carried out using tissue samples (ear plucking). Polymorphism of growth hormone gene in Romanov sheep was evaluated by restriction fragment length polymorphism analysis and polymerase chain reaction. Evaluation of polymorphism of growth hormone gene in the population of Romanov sheep showed the presence of three allelic variants—AA, AB and BB, with a frequency of 0.24, 0.63 and 0.14, respectively. The statistically significant difference between the indicators of live weight in animals with genotypes GH^{AB} and GH^{AA}, GH^{AB} and GH^{BB} was: at birth 210 g and 140 g ($P \geq 0.95$), respectively; at weaning 350 g and 1260 g ($P \geq 0.95$), respectively. The phenotypic variability of live weight was the highest at birth and at weaning and amounted to 31.7...32.5 % for all genotypes. Animals with genotypes GH^{AA} and GH^{AB} outperformed their peers with genotype GH^{BB} in

dimensions of rump width in tuber coxae, rump width in tuber trochanterica, chest width, chest circumference, and therefore, had a wide body. When studying the phenotypic and genetic correlations of measurements of exterior and live weight at the age of 12 months, a reliable positive relationship was established with height at withers height ($r_p = +0.13^*$; $r_G = +0.02$), rump height ($r_p = +0.14^{**}$; $r_G = +0.03$), rump length ($r_p = +0.14^{**}$; $r_G = +0.02$). The new knowledge gained about polymorphism of GH gene and its relationship with productive traits of Romanov sheep will allow for in-depth evaluation, targeted selection and selection of individuals with desirable genotypes.

Keywords: marker associated selection, Romanov sheep breed, growth hormone, live weight, exterior, phenotypic variability, genetic correlation

Conflicts of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

Funding. The work was carried out in accordance with the state task (registration number 122041100076-6, number/code FGGW-2022-0010) on the topic «Developing a breeding program and system for conservation and rational use of the gene pool of cattle and sheep, aimed at increasing and realizing the genetic potential for productivity and duration of economic use».

Article history: Received: 19 September 2022. Accepted: 10 October 2022.

For citation: Abramova MV, Ilina AV, Barysheva MS, Malina JI, Evdokimov EG. Breeding characteristics of Romanov sheep depending on polymorphism of growth hormone gene. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(4):514—526. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-514-526

Введение

Сохранение и рациональное использование генофонда овец является весьма актуальной проблемой развития овцеводства и требует решения множества задач. Одна из них — использование современных методов селекционно-племенной работы для реализации генетического потенциала продуктивности и племенной ценности овец [1].

Сохранение ценного генофонда романовской породы овец следует вести с применением научно обоснованных методов, позволяющих сохранить ценные свойства породы, такие как высокая плодовитость и полиэстричность. Живая масса является важным селекционным признаком в романовском овцеводстве. От более крупных маток получают многоплодные окоты, более жизнеспособный приплод, а также они имеют большую продолжительность хозяйственного использования. Многолетними исследованиями установлено, что существует высокая положительная фенотипическая и генотипическая зависимость между показателями живой массы и плодовитости у овец романовской породы [2—4].

Современный селекционный процесс предусматривает внедрение генетических приемов. Изучение структуры популяции по генам-маркерам и выявление желательных генотипов и фенотипов — приоритетное направление при изучении особенностей и сохранения генофонда локальных пород [5].

Генетические исследования популяций сельскохозяйственных животных позволяют сделать геномную селекцию более эффективной. Ген гормона роста (GH) относится к числу перспективных маркерных генов, белковый продукт которого играет важную роль в формировании или регуляции биохимических и физиоло-

гических процессов в организме овец. Степень проявления предпочтительных аллелей в популяции позволяет оценить генетический потенциал животного, что напрямую определяет экономический успех развития овцеводства [6, 7].

Получение жизнеспособного, полноценного молодняка с высоким генетическим потенциалом во многом зависит от аллельного спектра генов, ассоциированных с хозяйственно-полезными признаками [8—10]. В связи с этим изучение генетической структуры популяций отечественных пород овец по генам-маркерам продуктивных признаков актуально.

Целью исследования являлось изучение полиморфизма гена гормона роста и его влияния на селекционные признаки овец романовской породы популяции Ярославской области.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследований послужили племенные карточки овец романовской породы в племенных хозяйствах Ярославской области. В обработку вошла информация по овцематкам общей численностью 756 голов. Исследования по полиморфизму генов овец проводились в лаборатории генетики и биотехнологии Ярославского НИИЖК-филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Клеточную ДНК из ткани (ушные выщипы) выделяли при помощи набора ДНК-Экстран-2 (ЗАО «Синтол», Москва). Из образцов геномной ДНК при помощи полимеразной цепной реакции (ПЦР) синтезировали ряд фрагментов исследуемых генов. Синтез фрагментов проводился в 15 мкл реакционной смеси, которая включала в себя 100...200 нг клеточной ДНК, по 0,8 пмоль каждого праймера, по 200 нмоль четырех дезоксирибонуклеотидов, а также 1,25 ед. Таq-полимеразы. Концентрация $MgCl_2$ в конечном растворе составила 0,15 мкМ. Для проведения ПЦР применялась следующая пара праймеров:

F:5'-GGGGAGGCAGGAAGGGATGAA-3',

R:5'-GGCAGATGGGTGGTTGGTCGG-3'.

Размер получаемого фрагмента составлял 536 п.н. Условия проведения реакции были следующими: первоначальная денатурация 95 °С — 5 мин, далее 32 цикла: денатурация 95 °С — 40 с, отжиг 62 °С — 40 с, синтез 72 °С — 1 мин и завершающий синтез 72 °С — 10 мин.

Полиморфизм гена GH анализировали методом ПДРФ-анализа с использованием эндонуклеазы рестрикции *Hae III* (GG↑CC CC↓GG). Реакцию рестрикции проводили в 15 мкл реакционной смеси, которая содержала 1,5 мкл 10-кратного буфера и 1,5...3 единиц соответствующего фермента с выдержкой 12...16 ч при 37 °С. После чего реакцию останавливали 15-минутным прогреванием в 70 °С.

Анализ результатов амплификации и длин рестрикционных фрагментов проводили в 2 и 4 % агарозном геле соответственно. Для дальнейшей визуализации в гель добавляли бромистый этидий. Проводили электрофорез при 120 В в течение 120 мин. При электрофорезе использовали маркер молекулярного веса ДНК M28 (ООО «СибЭнзайм», Россия). После электрофореза агарозный гель визуализи-

ровали на трансиллюминаторе Biorad chemidoc и анализировали при помощи программы Image Lab.

Сочетание аллелей определяли по паттернам длин полученных фрагментов в парах нуклеотид: AA—296, 202, 110, 100, 94, 68, 49, 24, 22, 8; AB—296, 275, 202, 110, 100, 94, 68, 49, 24, 22, 21, 8; BB—275, 202, 110, 100, 94, 68, 49, 24, 22, 21, 8.

Частота генотипов и аллелей, значения наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e) гетерозиготности были рассчитаны по стандартным методикам [11]. Оценку живой массы проводили путем взвешивания. Промеры статей экстерьера оценивали по общепринятым методикам. Статистическая обработка проводилась с помощью средств Microsoft Excel.

Результаты исследования и обсуждение

Оценка полиморфизма гена GH в популяции романовских овец показала наличие трех вариантов генотипов AA (0,24), AB (0,62) и BB (0,14), с частотой встречаемости аллелей A и B—55 и 45 % соответственно (рис. 1).

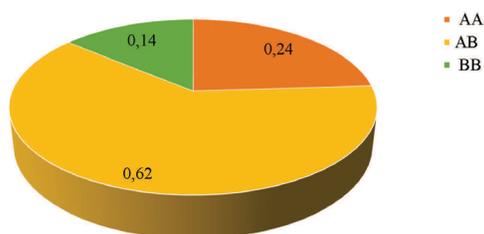


Рис. 1. Частота встречаемости генотипов гена гормона роста GH в популяции овец романовской породы

Fig. 1. Frequency of occurrence of genotypes of the growth hormone (GH) gene in the population of Romanov sheep

По данному гену популяция находится в равновесии ($\chi^2 = 7,87$; $P \geq 0,99$).

Показатели H_o и H_e гетерозиготности по исследованным генотипам составили 0,63 и 0,49 соответственно, что говорит о том, что в популяции происходит повышение разнообразия.

Ген гормона роста является одним из важнейших регуляторов соматического роста животных, он вызывает увеличение роста и массы тела у животных. Данный гормон не только активизирует биологические процессы, сопровождающиеся увеличением размеров тела, стимуляцией роста скелета, но и координирует и регулирует скорость протекания обменных процессов. Суперэкспрессия гена GH приводит к ускоренному росту и развитию организма животного [6].

Живую массу относят к основным селекционным признакам в романовском овцеводстве. Поэтому глубокое изучение с возможностью внедрения маркерной селекции и, как следствие, более точной оценки генотипа и отбора животных для

воспроизводства по этому показателю является важным составляющим критерием при улучшении и сохранении ценного генофонда.

В табл. 1 приведены результаты оценки показателей живой массы овец в различные возрастные периоды в зависимости от генотипа по гену гормона роста.

Таблица 1

Показатели живой массы овец в зависимости от генотипа гена гормона роста

Генотипы	Живая масса, кг (M±m)			
	При рождении	При отъеме	В возрасте 300 дней	В возрасте 365 дней
AA	2,07±0,06	19,03±0,42	38,52±0,51	43,03±0,52
AB	2,28±0,04*	19,38±0,24*	38,64±0,29	42,98±0,30
BB	2,14±0,09	18,12±0,58	37,97±0,82	42,26±0,82
В среднем по выборке	2,26±0,03	18,98±0,16	38,42±0,20	42,99±0,21

Примечание: *P ≥ 0,95.

Table 1

Indicators of live weight of sheep depending on genotype of growth hormone gene

Genotype	Body weight, kg (M±m)			
	At birth	At weaning	At age of 300 days	At age of 365 days
AA	2.07±0.06	19.03±0.42	38.52±0.51	43.03±0.52
AB	2.28±0.04*	19.38±0.24*	38.64±0.29	42.98±0.30
BB	2.14±0.09	18.12±0.58	37.97±0.82	42.26±0.82
Average value	2.26±0.03	18.98±0.16	38.42±0.20	42.99±0.21

Note: *P≥0.95.

Как видно из табл. 1, по живой массе наблюдается превосходство у особей с генотипом GH^{AB} во все возрастные периоды. При этом достоверная разница по живой массе при отъеме говорит о более интенсивном росте животных в молочный период.

Оценка фенотипической вариабельности признака позволяет установить наличие многообразия фенотипов при отборе желательных особей для дальнейшего воспроизводства. На рис. 2 приведены показатели коэффициента вариации живой массы по возрастным периодам в зависимости от генотипа.

По данным рис. 2 характер изменчивости показателей живой массы овец имеет тенденцию с возрастом снижаться. При этом максимальный показатель коэффициента вариации выявлен у животных при рождении, что обусловлено типом рождения особей. Высокий и средний показатель коэффициента вариации говорит о наличии различных фенотипов в популяции. Это важно для оценки и отбора животных следующих генераций.

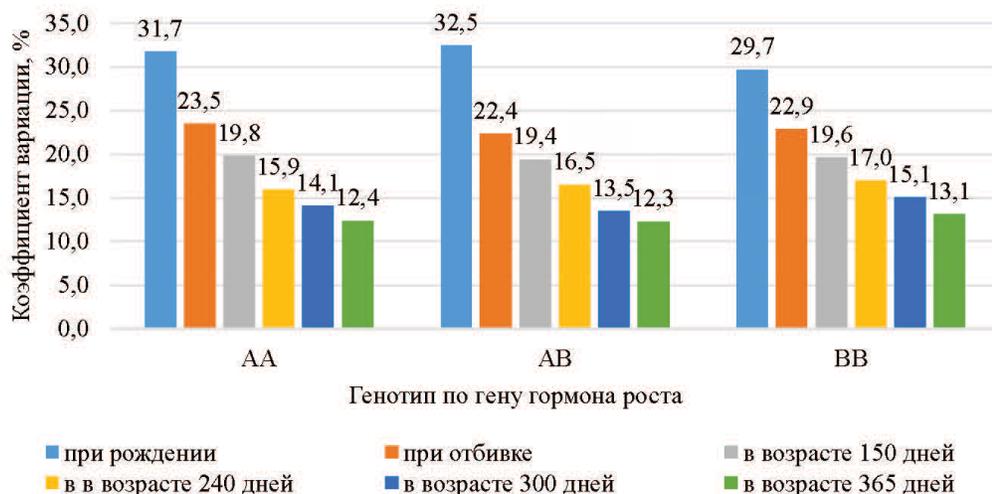


Рис. 2. Фенотипическая изменчивость живой массы овец романовской породы

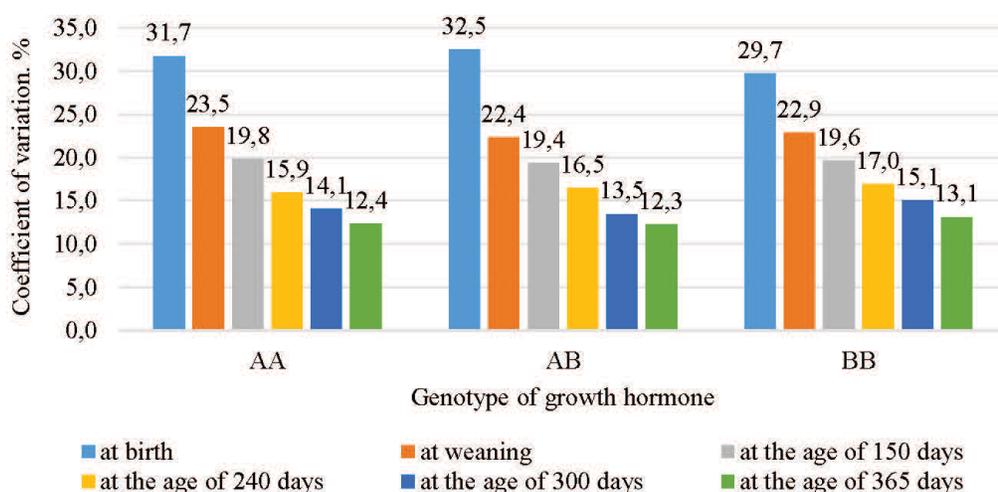


Fig. 2. Variability of the live weight of Romanov sheep

Гармоничное телосложение животного определяет его высокую продуктивность, крепость конституции, здоровье, высокую плодовитость. Животные с хорошо развитым телосложением дольше живут, у них реже бывают трудные окоты. Они способны поедать больше корма, необходимого для обеспечения высокой продуктивности, что позволяет в большей степени реализовать заложенный генетический потенциал [12, 13].

К важным показателям, характеризующим тип конституции и внешние формы животных, которые напрямую связаны с выходом мяса и лучшими воспроизводительными качествами, относятся промеры статей экстерьера (табл. 2).

Промеры экстерьера овец романовской породы (M±m)

Промеры, см	Генотип по гену GH			Среднее по выборке
	AA	AB	BB	
Высота в холке	65,9±0,29	65,3±0,20	65,7±0,51	65,2±0,14
Высота в крестце	64,9±0,29	64,4±0,19	65,2±0,54	64,4±0,13
Косая длина туловища	68,2±0,31	67,8±0,21	68,1±0,55	67,6±0,15
Ширина груди	28,2±0,35 ¹	27,5±0,20	26,9±0,42	27,4±0,15
Обхват груди	94,6±0,96	93,8±0,43	92,2±1,05	92,9±0,32
Длина таза	23,1±0,18	23,0±0,10	22,8±0,25	22,9±0,07
Ширина в маклоках	20,6±0,24**	20,1±0,11*	19,7±0,17	19,9±0,09
Ширина в тазобедренных сочленениях	19,1±0,26	18,9±0,13	18,9±0,30	18,8±0,09
Ширина в седалищных буграх	12,6±0,19*	12,8±0,13	14,0±0,52*	12,7±0,10

Достоверное различие в пределах одного гена при *P ≥ 0,95; **P ≥ 0,99. Достоверное различие со средним по популяции при ¹P ≥ 0,95.

Table 2

Indicators of exterior of Romanov sheep (M±m)

Indicators of exterior, cm	Genotype of GH			Sample average
	AA	AB	BB	
Withers height	65.9±0.29	65.3±0.20	65.7±0.51	65.2±0.14
Rump height	64.9±0.29	64.4±0.19	65.2±0.54	64.4±0.13
Body length	68.2±0.31	67.8±0.21	68.1±0.55	67.6±0.15
Chest width	28.2±0.35 ¹	27.5±0.20	26.9±0.42	27.4±0.15
Chest circumference	94.6±0.96	93.8±0.43	92.2±1.05	92.9±0.32
Rump length	23.1±0.18	23.0±0.10	22.8±0.25	22.9±0.07
Rump width in tuber coxae	20.6±0.24**	20.1±0.11*	19.7±0.17	19.9±0.09
Rump width in tuber trochanterica	19.1±0.26	18.9±0.13	18.9±0.30	18.8±0.09
Rump width	12.6±0.19*	12.8±0.13	14.0±0.52*	12.7±0.10

Significant difference within one gene at *P≥0.95; **P≥0.99. Significant difference with the population average at ¹P≥0.95.

По показателям высотных промеров по гену GH достоверных различий между генотипами не выявлено, при этом животные с генотипами GH^{AA} и GH^{AB} превосходили своих сверстников с генотипом GH^{BB} по промерам: ширина груди, обхват груди и ширина в маклоках, т.е. имели более широкотелый тип.

Для комплексного улучшения хозяйственно-полезных признаков необходимо понимание селекционных изменений, происходящих в стаде или популяции. Для этого были изучены популяционно-генетические параметры показателей экстерьера в зависимости от генотипа по гену гормона роста.

По показателям фенотипической изменчивости промеров экстерьера маточного поголовья изучаемой выборки установлены низкие значения коэффициента изменчивости промеров экстерьера. Это говорит о значительной консервативности этих признаков. Наибольшая достоверная ($P \geq 0,999$) фенотипическая изменчивость выявлена по широтным промерам: ширина груди ($\text{lim } C_v = 7,6 \dots 9,9 \%$), в маклоках ($\text{lim } C_v = 7,6 \dots 9,9 \%$), тазобедренных сочленениях ($\text{lim } C_v = 7,7 \dots 9,5 \%$), и седалищных буграх ($\text{lim } C_v = 13,5 \dots 17,8 \%$). Изменения всех этих характеристик обусловлены влиянием внешних факторов, а также генетическими особенностями индивидов.

Изучение корреляции между несколькими хозяйственно полезными признаками животного позволяет выяснить их взаимосвязь и избежать односторонности, а, следовательно, и малой эффективности селекции. При этом корреляционный анализ дает возможность установить наличие взаимосвязи между признаками и оценить ее количественно. Выявить и обозначить причины этой зависимости возможно только при обстоятельном анализе биологического характера [14, 15].

При разработке программ селекции и формировании селекционной стратегии необходимым элементом является выявление взаимосвязи хозяйственно-полезных признаков. На основании изученных промеров были рассчитаны коэффициенты фенотипической и генетической корреляции с показателями живой массы овец в возрасте 12 месяцев (табл. 3).

Таблица 3

Взаимосвязь промеров экстерьера овец романовской породы

Показатели экстерьера, см	Живая масса в 365 дней, кг	
	Коэффициент фенотипической корреляции	Коэффициент генетической корреляции
Высота в холке	0,13*	0,02
Высота в крестце	0,14**	0,03
Косая длина туловища	0,07	0,01
Ширина груди	-0,15**	-0,02
Обхват груди	-0,07	-0,01
Длина таза	0,14**	0,02
Ширина в маклоках	-0,09	-0,02
Ширина в тазобедренных сочленениях	-0,05	-0,01
Ширина в седалищных буграх	-0,09	-0,01

Разница статистически значима при * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$.

Correlation of indicators of exterior and body weight of Romanov sheep

Indicators of exterior, cm	Body weight at the age of 365 days, kg	
	Phenotypic correlation	Genetic correlation
Withers height	0,13*	0,02
Rump height	0,14**	0,03
Body length	0,07	0,01
Chest width	-0,15**	-0,02
Chest circumference	-0,07	-0,01
Rump length	0,14**	0,02
Rump width in tuber coxae	-0,09	-0,02
Rump width in tuber trochanterica	-0,05	-0,01
Rump width	-0,09	-0,01

Significant difference at * $P \geq 0.95$; ** $P \geq 0.99$.

В результате исследований установлено, что положительную фенотипическую связь с показателем живой массы в возрасте 12 месяцев имели промеры: высота в холке и высота в крестце, косая длина туловища.

По всем изученным промерам установлена прямая слабая генетическая взаимосвязь с показателем живой массы, при этом наибольший коэффициент корреляции выявлен у следующих промеров: высота в холке, высота в крестце, длина крестца.

Взаимосвязь показателей экстерьера и живой массы, а также влияние полиморфизма гена гормона роста позволяют использовать селекционные признаки при отборе животных.

Заключение

В результате оценки полиморфизма гена гормона роста в популяции овец романовской породы установлено наличие трех аллельных вариантов генотипов AA, AB и BB с частой встречаемости 0,24, 0,62 и 0,14 соответственно.

Превосходство по показателям живой массы овец в различные возрастные периоды отмечается у животных с генотипом GH^{AB} . Таким образом, статистически значимая разница между показателями живой массы у животных с генотипами GH^{AB} и GH^{AA} , GH^{AB} и GH^{BB} составляла: при рождении 210 и 140 г ($P \geq 0,95$) соответственно; при отъеме 350 и 1260 г ($P \geq 0,95$) соответственно.

Фенотипическая изменчивость показателей живой массы была наивысшей при рождении и при отъеме и составила 31,7...32,5 % для всех генотипов. С возрастом этот показатель имеет тенденцию к снижению и в возрасте 12 месяцев достиг значений 12,3...13,1 %.

По показателям роста и растянутости исследуемая популяция достаточно выровнена, при этом животные с генотипами GH^{AA} и GH^{AB} превосходили своих

сверстников с генотипом GH^{BB} по промерам ширина в маклоках, тазобедренных сочленениях, ширине груди, обхвату груди, следовательно, имели более широко-телый тип конституции.

При изучении фенотипических и генетических корреляций промеров экстерьера и живой массы в возрасте 12 месяцев установлена достоверная положительная связь с высотой в холке ($r_P = +0,13^*$; $r_G = +0,02$) и крестце ($r_P = +0,14^{**}$; $r_G = +0,03$), длиной таза ($r_P = +0,14^{**}$; $r_G = +0,02$).

Полученные результаты по взаимосвязи полиморфизма гена гормона роста с показателями промеров экстерьера и живой массы овец романовской породы могут быть использованы при оценке и отборе животных для дальнейшего совершенствования породной популяции по линейным промерам, массе тела и плодовитости.

Библиографический список

1. Ерохин А.И., Карасев Е.А., Юлдашбаев Ю.А., Ерохин С.А. Состояние и тенденции в развитии овцеводства в мире и в России // Зоотехния. 2020. № 1. С. 5—8. doi: 10.25708/ZT.2019.59.90.003
2. Подойницына Т.А., Кравченко Н.И., Козуб Ю.А. Многоплодие романовских овец как фактор повышения производства баранины // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1 (45). С. 143—147. doi: 10.18286/1816-4501-2019-1-143-147
3. Костылев М.Н. Многоплодие овец романовской породы разного типа рождения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2021. № 3. С. 26—27. doi: 10.26897/2074-0840-2021-3-26-27
4. Костылев М.Н., Абрамова М.В., Барышева М.С., Ильина А.В., Лапина М.Ю., Косоурова Т.Н., Малина Ю.И., Евдокимов Е.Г. Селекционные и технологические приемы работы с овцами романовской породы: монография. Ярославль: Канцлер, 2020. 152 с.
5. Дейкин А.В., Селионова М.И., Криворучко А.Ю., Коваленко Д.В., Трухачев В.И. Генетические маркеры в мясном овцеводстве // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20(5). С. 576—583. doi: 10.18699/VJ16.139
6. Колосов Ю.А., Кобыляцкий П.С., Широкова Н.В., Гетманцева Л.В., Бакоев Н.Ф. Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 2(42). С. 82—86.
7. Mahdi Z.M., Hadi Y.A., Mnati A.A., Majeed H.H. Genetic variation of growth hormone gene in Iraqi sheep breeds // Biochemical and Cellular Archives. 2018. V. 18. P. 1233—1237.
8. Абдулмуслимов А.М., Хожжиков А.А., Бейшова И.С., Юлдашбаев Ю.А., Арилов А.Н., Хатамаев С.А. Анализ полиморфизма генов CAST, GH и GDF9 у овец дагестанской горной породы // Зоотехния. 2020. № 11. С. 5—8. doi: 10.25708/ZT.2020.18.19.002.
9. Лушников В.П., Фетисова Т.О., Селионова М.И., Чижова Л.Н., Суржикова Е.С. Полиморфизм генов соматотропина (GH), кальпастина (CAST), дифференциального фактора роста (GDF 9) у овец татарстанской породы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 2—3.
10. Скорых Л.Н., Фоминова И.О., Суржикова Е.С., Коваленко Д.В. Полиморфизм генов гормона роста (GH) и кальпастина (CAST) у мясошерстных овец // Главный зоотехник. 2020. № 7. С. 6—11. doi: 10.33920/sel-03-2007-01
11. Nei M., Li W.H. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // Proc Natl Acad Sci USA. 1979. Vol. 76. № 10. P. 5269—5273. doi: 10.1073/pnas.76.105269
12. Контэ А.Ф., Карликова Г.Г. Генетическая изменчивость показателей продуктивности и оценки экстерьера голштинских коров в зависимости от типа телосложения // Аграрный вестник Урала. 2021. № 9(212). С. 53—62. doi: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-53-62
13. Фейзуллаев Ф.Р., Тимошенко Ю.И., Сабрекова В.В. Линейный рост молодняка овец волгоградской тонкорунной мясо-шерстной породы и ее помесей F3 по северокавказской мясо-шерстной породе // Овцы, козы, шерстяное дело. 2021. № 4. С. 15—17. doi: 10.26897/2074-0840-2021-4-15-17
14. Selala L.J., Tyasi T.L. Using Morphological Traits to Predict Body Weight of Dorper Sheep Lambs // World Vet. J. 2022. Vol. 12. № 1. Pp. 66—73. doi: 10.54203/scil.2022.wvj9
15. Çilek S., Petkova M. Phenotypic correlations between some body measurements and prediction of body weight of Malya sheep // Bulg. J. Agric. Sci. 2016. № 22 (Suppl. 1). Pp. 99—105.

References

1. Erokhin AI, Karasev EA, Yuldashbaev YA, Erokhin SA. Status and trends in the development of sheep breeding in the world and in Russia. *Zootekhnika*. 2020;(1):5—8. (In Russ.). doi: 10.25708/ZT.2019.59.90.003
2. Podoynitsyna TA, Kravchenko NI, Kozub YA. Multiple fetation of Romanovskaya sheep breed as a factor of mutton production increase. *Vestnik of ulyanovsk state agricultural academy*. 2019;(1):143—147. (In Russ.). doi: 10.18286/1816-4501-2019-1-143-147
3. Kostylev MN. Multiple pregnancy of Romanov sheep breeds of different types of birth. *Sheep, goats, wool business*. 2021;(3):26—27. (In Russ.). doi:10.26897/2074-0840-2021-3-26-27
4. Kostylev MN, Abramova MV, Barysheva MS, Ilina AV, Lapyna MY, Kosourova TN. *Selektsionnyye i tekhnologicheskie priemy raboty s ovtami romanovskoy porody* [Breeding and technological methods of working with Romanov sheep]. Yaroslavl: Kantsler publ.; 2020. (In Russ.).
5. Deykin AV, Selionova MI, Krivoruchko AY, Kovalenko DV, Trukhachev VI. Genetic markers in sheep meat breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2016;20(5):576—583. (In Russ.) doi: 10.18699/VJ16.139
6. Kolosov YA, Kobylyazki PS, Shirokova NV, Getmanceva LV, Bakoyev NF. Biotechnological methods of study of growth hormone gene polymorphism. *Agricultural Journal in the Far East Federal District*. 2017;(2):82—86. (In Russ.).
7. Mahdi ZM, Hadi YA, Mnati AA, Majeed HH. Genetic variation of growth hormone gene in Iraqi sheep breeds. *Biochemical and Cellular Archives*. 2018;18(Supplement 1):1233—1237.
8. Abdulmuslimov AM, Khozhokov AA, Beyshova IS, Yuldashbaev YA, Arilov AN, Khatataev SA. Analysis of CAST, GH and GDF 9 gene polymorphism in Dagestan mountain breed sheep. *Zootekhnika*. 2020;(11):5—8. (In Russ.). doi: 10.25708/ZT.2020.18.19.002.
9. Lushnikov VP, Fetisova TO, Selionova MI, Chizhova LN, Surzhikova ES. Polymorphism of genes of growth hormone (GH) and calpastatin (CAST) in wool-and-meat producing sheep. *Sheep, goats, wool business*. 2020;(1):2—3. (In Russ.).
10. Skorykh LN, Fominova IO, Surzhikova ES, Kovalenko DV. Polymorphism of genes of growth hormone (GH) and calpastatin (CAST) in wool-and-meat producing sheep. *Head of Animal breeding*. 2020;(7):6—11. (In Russ.). doi: 10.33920/sel-03-2007-01
11. Nei M, Li WH. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *PNAS USA*. 1979;76(10):5269—5273. doi:10.1073/pnas.76
12. Konte AF, Karlikova GG. Genetic variability of productivity traits and evaluation of exterior of Holstein cows depending on body type. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2021;(9):53—62. (In Russ.). doi: 10.32417/1997-4868-2021-212-09-53-62
13. Feyzullaev FR, Timoshenko YI, Sabrekova VV. Linear growth of young sheep of the Volgograd fine-wooled meat and wool breed and its F3 crossbreeds according to the North Caucasian meat and wool breed. *Sheep, goats, wool business*. 2021;(4):15—17. (In Russ.). doi: 10.26897/2074-0840-2021-4-15-17
14. Selala LJ, Tyasi TL. Using Morphological Traits to Predict Body Weight of Dorper Sheep Lambs. *World Vet J*. 2022;12(1):66—73. doi: 10.54203/scil.2022.wvj9
15. Çilek S, Petkova M. Phenotypic correlations between some body measurements and prediction of body weight of Malya sheep. *Bulg J Agric Sci*. 2016; 22(Supplement 1):99—105.

Об авторах:

Абрамова Марина Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, Ярославский НИИЖК — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д. 1; e-mail: abramovam2016@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-3085-8844, AuthorID: 899489, SPIN-код: 3329-895

Ильина Анна Владимировна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии, Ярославский НИИЖК — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д. 1; e-mail: annabilina@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-5046-1812, AuthorID: 621944, SPIN-код: 6922-2850

Барышева Мария Сергеевна — старший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, Ярославский НИИЖК — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д. 1; e-mail: marija.baryshewa@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-8140-4976, AuthorID: 718127, SPIN-код: 2110-2140

Малина Юлия Игоревна — старший научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии, Ярославский НИИЖК — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д. 1; e-mail: julia.ibiw@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1851-3683, AuthorID: 615318, SPIN-код: 1719-0221

Евдокимов Евгений Георгиевич — научный сотрудник лаборатории генетики и биотехнологии, Ярославский НИИЖК — филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 150517, Ярославская область, Ярославский р-н, пос. Михайловский, ул. Ленина, д. 1; e-mail: skrad200052@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-4265-1173, AuthorID: 977400, SPIN-код: 6429-7888

About authors:

Abramova Marina Vladimirovna — Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Selection and Breeding of Farm Animals, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 1 Lenina st., Mikhailovsky vil., Yaroslavl district, Yaroslavl region, 1150517, Russian Federation; e-mail: abramovam2016@yandex.ru

ORCID: 0000-0003-3085-8844, AuthorID: 899489, SPIN: 3329-895

Ilyina Anna Vladimirovna — Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Genetics and Biotechnology, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 1 Lenina st., Mikhailovsky vil., Yaroslavl district, Yaroslavl region, 1150517, Russian Federation; e-mail: annabil-ina@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5046-1812, AuthorID: 621944, SPIN: 6922-2850

Barysheva Maria Sergeevna — Senior Researcher, Laboratory for Selection and Breeding of Farm Animals, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 1 Lenina st., Mikhailovsky vil., Yaroslavl district, Yaroslavl region, 1150517, Russian Federation; e-mail: mari-ja.baryshewa@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-8140-4976, AuthorID: 718127, SPIN: 2110-2140

Malina Yuliya Igorevna — Senior Researcher, Laboratory of Genetics and Biotechnology, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 1 Lenina st., Mikhailovsky vil., Yaroslavl district, Yaroslavl region, 1150517, Russian Federation; e-mail: julia.ibiw@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1851-3683, AuthorID: 615318, SPIN: 1719-0221

Evdokimov Evgeny Georgievich — Researcher, Laboratory of Genetics and Biotechnology, Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production — Branch of Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, 1 Lenina st., Mikhailovsky vil., Yaroslavl district, Yaroslavl region, 1150517, Russian Federation; e-mail: skrad200052@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-4265-1173, AuthorID: 977400, SPIN: 6429-7888