

Селекционно-генетические параметры овец агинской породы зугалайского типа

✉ Хамируев Т.Н.

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Забайкальский край, Чита, Россия
✉ e-mail: tnik0979@mail.ru

Представлены результаты изучения селекционируемых признаков, экстерьерно-конституциональных особенностей полугрубошерстных овец агинской породы зугалайского типа. Приведены данные корреляционно-регрессионного, дисперсионного анализа, по результатам которых спроектированы модели парной и многофакторной регрессии. Наибольшей вариабельностью у изучаемых овец отличаются масса тела (6,4–12,6%), длина пуха (19,3–19,7%) и ости (13,1–16,9%) и обхват пясти (9,1%). По индексам телосложения бараны выделяются большей длинноногостью, лучшим развитием груди, более крепким костяком, овцематки – более растянутым, сбитым и массивным телом с лучше развитой задней частью. Корреляционный анализ селекционируемых признаков с экстерьерными статями свидетельствует, что живая масса и настриг шерсти у баранов имеет более тесную сопряженность с линейными промерами в сравнении с овцематками. Как у самцов, так и у самок живая масса сильнее коррелирует с шириной в маклоках, настриг шерсти – с шириной в маклоках у баранов, у овцематок связь была слабой или практически отсутствовала. Коэффициент линейной регрессии свидетельствует, что прирост живой массы и настрига шерсти у баранов прогнозируется при увеличении на единицу измерения промера ширины в маклоках (4,37 абс. прироста; $r = 0,824$; $p < 0,001$ и 0,13 абс. прироста; $r = 0,792$; $p < 0,001$). Коэффициент детерминации показал, что у баранов изменения живой массы и настрига шерсти на 67,9 и 62,8% обусловлены шириной в маклоках, влияние остальных факторов – 32,1 и 37,2% соответственно. В моделях многофакторной регрессии изменения массы тела и настрига шерсти у баранов на 90,3 и 78,0% объясняются воздействием комплекса линейных промеров, у овцематок – на 25,7 и 17,5% соответственно, оставшаяся доля отводится на влияние других факторов соответственно.

Ключевые слова: овцы, агинская порода, зугалайский тип, селекционно-генетические параметры, живая масса, настриг шерсти, корреляция, регрессия, дисперсия

Selection and genetic parameters of sheep of the Aginskaya breed of the Zugalay type

✉ Khamiruev T.N.

Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Chita, Transbaikal Territory, Russia
✉ e-mail: tnik0979@mail.ru

The results of the study of selectable traits, exterior-constitutional features of medium wool sheep of the Aginskaya breed of the Zugalay type are presented. The data of correlation-regression, variance analysis are given, according to the results of which paired and multifactor regression models have been designed. Body weight (6.4–12.6%), down length (19.3–19.7%) and awn length (13.1–16.9%) and cannon bone girth (9.1%) are characterized by the greatest variability in the studied sheep. In terms of physique indices, rams are distinguished by longer legs, better breast development, stronger bones, ewe lambs are distinguished by a more stretched, bunched and massive body with a better developed hind part. Correlation analysis of the breeding traits with external body parts indicates that live weight and wool clip in rams has a closer correlation with linear measurements in comparison with ewe lambs. In both males and females, live weight was more strongly correlated with the width in the dippers, wool clip – with the width at hips in rams, in ewe lambs the relationship was weak or practically absent. Linear regression coefficients indicate that live weight and wool clip gain in

rams are predicted by an increase per unit in hip width (4.37 abs. gain; $r = 0.824$; $p < 0.001$ and 0.13 abs. gain; $r = 0.792$; $p < 0.001$). The coefficient of determination showed that in rams the changes in live weight and wool clip by 67.9 and 62.8% were explained by the width at hips, the influence of other factors – 32.1 and 37.2%, respectively. In multifactor regression models, 90.3 and 78.0% of changes in body weight and wool clip in rams are explained by the influence of a complex of linear measurements, in ewe lambs – by 25.7 and 17.5%, respectively, the remaining share is attributed to the influence of other factors, respectively.

Keywords: sheep, Aginskaya breed, Zugalay type, selection and genetic parameters, live weight, wool clip, correlation, regression, dispersion

Для цитирования: Хаамируев Т.Н. Селекционно-генетические параметры овец агинской породы зугалайского типа // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 8. С. 102–112. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-8-11>

For citation: Khamiruev T.N. Selection and genetic parameters of sheep of the Aginskaya breed of the Zugalay type. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 8, pp. 102–112. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-8-11>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-26-00014.

Acknowledgements

The work was supported by the Russian National Foundation grant No. 23-26-00014.

ВВЕДЕНИЕ

Основой процесса при создании новых селекционных форм и совершенствовании пород является перестройка корреляционных систем. В связи с этим в племенном овцеводстве результат отбора во многом зависит от комплекса селекционируемых признаков и характера их взаимосвязей, а точная оценка и умелое использование этих систем имеют решающее значение в селекции [1].

Знание селекционно-генетических параметров животных и их грамотное использование позволит селекционерам более эффективно проводить отбор перспективных особей желательного типа в селекционной работе. Кроме того, они должны быть основой научно обоснованных методов планирования селекционной работы и прогнозирования уровня продуктивности потомков селекционируемых животных [2].

В современных условиях для отбора животных с целью улучшения их продуктивных

качеств требуется использование новых параметров экстерьера, более точно характеризующих ценность породы и определяющих ее изменчивость в условиях высокой фенотипической однородности¹.

А.Ю. Криворучко с коллегами (2021 г.), применив метод анализа главных компонент для прижизненной оценки мясной продуктивности овец породы джалгинский меринос, предлагают использовать измерения обхвата плеча, предплечья и бедра, для овец северокавказской породы – толщины бедренной мышцы и жира, обхвата предплечья, которые показали высокую значимость [3, 4].

Живая масса и экстерьерно-конституциональные характеристики – важнейшие параметры отбора для повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных [5, 6]. Масса тела животных в отличие от линейных промеров, на которые паратипические факторы не оказывают существенного влияния, в большей степени зависит от ус-

¹Scholz A.M., Bünger L., Kongsro J., Baulain U., Mitchell A.D. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review // *Animal*. 2015. Vol. 9. Is. 7. P. 1250–1264. DOI: 10.1017/s1751731115000336.

ловий кормления и содержания животных. В связи с этим селекцию по живой массе эффективнее вести не напрямую, а во взаимосвязи с морфометрическими показателями [7].

Однако корреляция не показывает величину изменения одного признака при изменении другого на единицу. В связи с этим для анализа результатов селекции, прогнозирования развития одного признака при отборе по другому требуется определение показателей регрессии, которые позволяют прогнозировать увеличение или уменьшение оцениваемого признака при изменении других на определенную величину в пределах изучаемых популяций животных².

Метод корреляционно-регрессионного анализа является доступным способом для построения регрессионных моделей прогноза продуктивных качеств сельскохозяйственных животных и может быть использован при разработке селекционных программ с различными породами.

Цель исследований – изучить селекционно-генетические параметры полугрубшерстных овец агинской породы зугалайского типа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2022, 2023 гг. Материалом исследований служили разновозрастные полугрубшерстные бараны (♂) и овцематки (♀) агинской породы зугалайского типа (АГЗ) племенного репродуктора ООО «Гэрэл» Могойтуйского района Забайкальского края.

Живую массу опытных животных определяли путем индивидуального взвешивания на электронных весах с точностью до 0,05 кг, настриг шерсти – индивидуально во время стрижки овец.

Измерение основных линейных промеров тела высоты в холке (ВХ), обхвата груди (ОГ) и пясти (ОП), ширины (ШГ) и глубины груди (ГГ), ширины в маклоках (ШМ), косой длины туловища (КДТ), косой длины зада (КДЗ) проводили по общепринятым методикам. На

основании полученных результатов рассчитали индексы телосложения: длинноногости (ДЛН), растянутости (РСТ), грудной (ГР), таза-грудной (Т-Г), сбитости (СБТ), массивности (МСТ), развития зада (РЗ) и костистости (КСТ).

Цифровой материал обрабатывали биометрически по методикам Е.К. Меркурьевой (1970 г.) и Н.А. Плохинского (1980 г.), а также с помощью методов вариационной статистики по Стьюденту с применением персонального компьютера, программы Microsoft Excel пакета «Анализа данных» с использованием встроенных функций описательной статистики, корреляции, регрессии, уравнений прямолинейной регрессии и PAST version 3.25 в пределах следующих уровней значимости: ¹ – $p < 0,05$; ² – $p < 0,01$; ³ – $p < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 приведены данные по живой массе, настригу шерсти и линейным промерам полугрубшерстных овец АГЗ.

Представленные результаты свидетельствуют, что в популяции полугрубшерстных овец АГЗ у баранов наиболее эффективна селекция по живой массе, длине пуха и ости, у овцематок – по длине пуха и ости, так как коэффициенты вариации по данным признакам имеют самую высокую вариабельность. Кроме того, полученные данные указывают, что в селекционной работе с баранами следует обращать внимание на такие признаки, как ширина зада в маклоках и обхват пясти, у овцематок – на настриг шерсти и обхват пясти.

В табл. 2 приведены результаты расчета индексов телосложения полугрубшерстных овец АГЗ.

Анализ индексов телосложения полугрубшерстных овец АГЗ свидетельствует, что полугрубшерстные особи имеют пропорционально развитое телосложение. При этом самцы характеризуются большей длинноногостью, лучшим развитием груди в ширину и глубину, более крепким костяком, тогда как

²Колосов Ю.А., Засемчук И.В. Соотносительная изменчивость и наследуемость хозяйственно-полезных признаков у молодняки овец сальской породы // Вестник аграрной науки Дона. 2011. № 4 (16). С. 64–67.

Табл. 1. Живая масса, настриг, длина шерсти и промеры тела овец АГЗ

Table 1. Live weight, clipping, wool length and body measurements of the AGZ sheep

Показатель	Группа			
	♂, n = 31		♀, n = 69	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v, \%$
ЖМ, кг	73,3 ± 9,20	12,6	56,6 ± 3,64	6,4
НШ, кг	3,6 ± 0,28	7,8	2,8 ± 0,28	9,9
Линейные промеры, см:				
ДП	8,0 ± 2,23	19,3	6,7 ± 1,33	19,7
ДО	19,3 ± 2,52	13,1	17,8 ± 3,01	16,9
ВХ	69,1 ± 4,22	6,1	65,5 ± 2,50	3,8
КДТ	78,1 ± 3,73	4,8	75,2 ± 2,84	3,8
КДЗ	24,6 ± 1,63	6,6	24,1 ± 0,96	4,0
ОГ	93,4 ± 6,66	7,1	90,9 ± 4,12	4,5
ГГ	33,5 ± 2,76	8,2	32,3 ± 1,49	4,6
ШГ	19,2 ± 1,54	8,0	18,3 ± 1,21	6,6
ШМ	18,7 ± 1,74	9,3	18,8 ± 1,17	6,2
ОП	8,7 ± 0,79	9,1	8,0 ± 0,73	9,1

Табл. 2. Индексы телосложения овец АГЗ, %

Table 2. Body indices of the AGZ sheep, %

Показатель	Группа			
	♂, n = 31		♀, n = 69	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v, \%$
ДЛН	51,7 ± 2,95	5,7	50,6 ± 2,27	4,5
РСТ	113,3 ± 5,32	4,7	114,9 ± 4,85	4,2
ГР	57,7 ± 5,00	8,7	56,6 ± 3,99	7,1
Т-Г	102,9 ± 7,00	6,8	97,5 ± 6,98	7,2
СБТ	119,6 ± 6,27	5,2	121,0 ± 5,49	4,5
МСТ	135,1 ± 9,43	7,0	138,9 ± 6,76	4,9
РЗ	31,5 ± 1,54	4,9	32,1 ± 1,51	4,7
КСТ	12,6 ± 1,16	9,2	12,2 ± 1,12	9,2

самки отличаются более растянутым, сбитым и массивным телом с лучше развитым задом.

Наибольший коэффициент вариации как у самцов, так и у самок отмечен по индексу костистости, что, как и обхват пясти, указывает на возможность селекции по данному индексу.

На рис. 1 представлена корреляционная взаимосвязь живой массы с настригом и длиной шерсти, а также с линейными промерами тела.

У полугрубшерстных самцов парная сопряженность признаков сильнее, чем у самок. При этом наиболее тесная на высоком

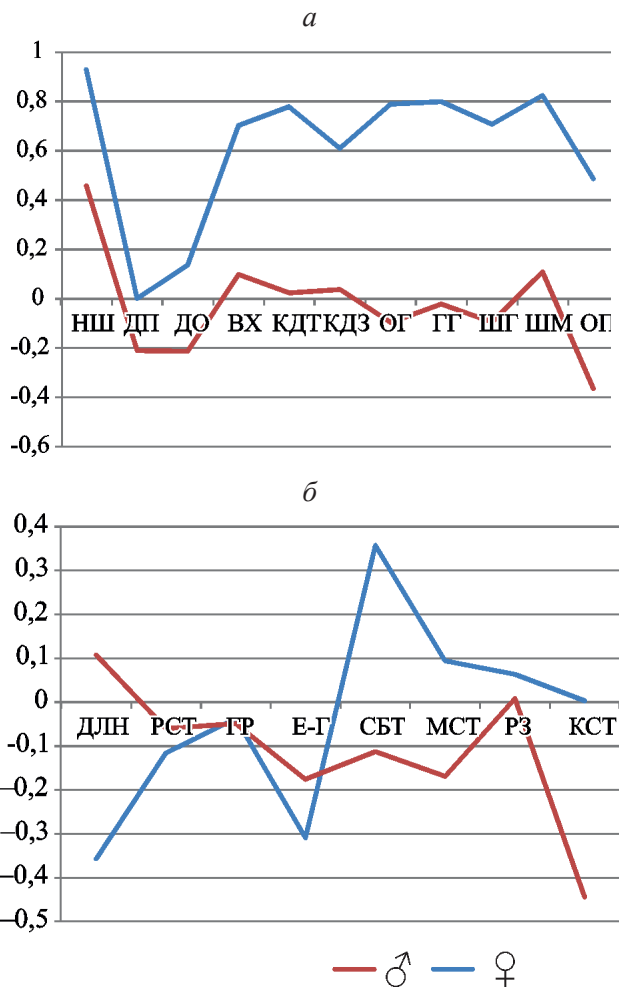


Рис. 1. Корреляция живой массы у овец АГЗ (♂, n = 31; ♀, n = 69):

a – с настригом, длиной шерсти и промерами тела; б – с индексами телосложения

Fig. 1. Correlation of live weight in the AGZ sheep (♂, n = 31; ♀, n = 69):

a – with clipping, coat length and body measurements; б – with body indexes

уровне достоверности положительная взаимосвязь живой массы установлена с настригом шерсти ($r = 0,929$, $p < 0,001$) и экстерьерными статьями тела ($r = 0,702-0,824$, $p < 0,001$), за исключением косой длины зада ($r = 0,610$, $p < 0,001$) и обхвата пясти ($r = 0,486$, $p < 0,01$), а также длины пуха и ости ($r = 0,001$ и $r = 0,137$), между которыми обнаружена умеренная, слабая и отсутствующая связь соответственно. Низкие уровни сопряженности между живой массой и длиной пуха и ости, подобные нашим, установлены у грубошерстных овец брликского типа эдильбаевской породы [8].

У овцематок как положительной, так и отрицательной направленности взаимосвязь живой массы с исследуемыми показателями находилась в диапазоне от $r = -0,365$ до $r = +0,459$. Следует отметить наиболее тесную положительную связь, аналогично баранам, живой массы с настригом шерсти ($r = +0,459$, $p < 0,001$, характер связи слабый). Необходимо отметить более близкую отрицательной направленности сопряженность с обхватом пясти ($r = -0,365$, $p < 0,001$). С остальными признаками выявлена слабая или практически отсутствующая положительная и отрицательная взаимосвязь.

Сильная взаимосвязь между живой массой и шириной бедер у овец породы cornigliese аналогично нашим результатам отмечена в работе [9].

У овец северокавказской мясо-шерстной породы выявлена тесная сопряженность массы тела с косой длиной туловища [10], у пород овец Катара и кроссбредных овец – с обхватом груди [11, 12], у овец породы corriedale – с обхватом живота [13], у аборигенных пород Саудовской Аравии – с высотой в крестце [14], у горных эфиопских овец – с высотой в холке³.

Анализ корреляционной взаимосвязи живой массы с индексами телосложения у полугрубошерстных овец АГЗ указывает на неоднозначность полученных результатов. Так, у баранов она варьировала от $r = -0,353$ (с индексом ДЛН, $p < 0,05$) до $r = +0,357$ (с индек-

сом СБТ, $p < 0,01$), у овцематок – от $r = -0,444$ (с индексом КСТ, $p < 0,001$) до $r = +0,107$ (с индексом ДЛН).

В целом у овец АГЗ, за исключением индекса массивности, живая масса имеет слабую и практически отсутствующую корреляцию со всеми индексами телосложения разной направленности.

На рис. 2 представлены результаты изучения коррелятивной связи настрига шерсти с длиной пуха, ости и линейными промерами тела.

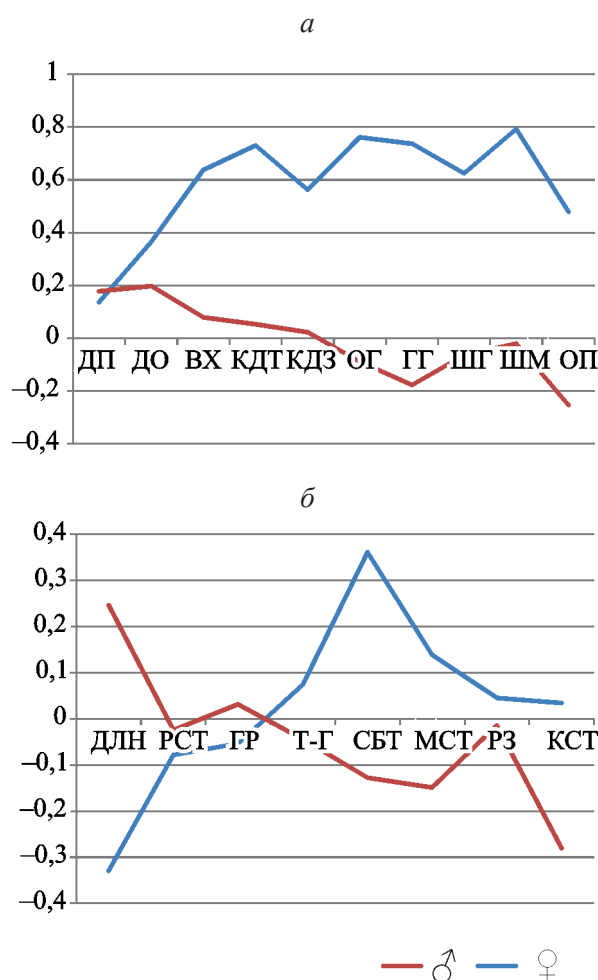


Рис. 2. Корреляция настрига шерсти у овец АГЗ (♂, $n = 31$; ♀, $n = 69$):

а – с длиной пуха и ости, промерами тела;

б – с индексами телосложения

Fig. 2. Correlation of wool clipping in the AGZ sheep (♂, $n = 31$; ♀, $n = 69$): а – with the length of down and spine, body measurements; б – with body indexes

³Tesfay H.H., Banerjee A.K., Mummed Y.Y. Live body weight and linear body measurements of indigenous sheep population in their production system for developing suitable selection criteria in Central Zone of Tigray, Northern Ethiopia // African Journal of Agricultural Research. 2017. Vol. 12. P. 1087–1095.

Анализ представленных данных свидетельствует, что настриг шерсти, как и живая масса у полугрубошерстных самцов АГЗ, находится в более тесной взаимосвязи с исследуемыми признаками, чем у самок. Так, у них обнаружена положительная сопряженность умеренной и сильной связи настрига шерсти со всеми линейными промерами тела ($r = 0,562-0,792$, $p < 0,001$), за исключением обхвата пясти ($r = 0,479$, $p < 0,01$, характер связи слабый) и слабой связи с длиной пуха ($r = 0,221$) и ости ($r = 0,365$, $p < 0,01$). Близкие результаты получены у грубошерстных овец сарыаркинской курдючной породы, у овец эдильбаевской породы разных генотипов^{4, 5}.

Наиболее близкая взаимосвязь установлена с шириной в маклоках ($r = 0,792$, $p < 0,001$), обхватом груди ($r = 0,761$, $p < 0,001$), глубиной груди ($r = 0,737$, $p < 0,001$) и косой длиной туловища ($r = 0,730$, $p < 0,001$).

У овцематок АГЗ выявлена практически отсутствующая положительной и отрицательной направленности корреляция настрига шерсти со всеми признаками ($r = -0,254... +0,198$). Отметим, что настриг шерсти, как и

живая масса у самок отрицательно коррелирует с обхватом пясти ($r = -0,254$, $p < 0,05$).

При построении графика парной корреляционной взаимосвязи настрига шерсти с индексами телосложения у овец АГЗ выявлена аналогичная закономерность с графиком, полученным при изучении сопряженности живой массы с исследуемыми признаками. У самцов она находилась от $r = -0,330$ (с индексом ДЛН) до $r = +0,361$ (с индексом СБТ), у самок – от $r = -0,281$ (с индексом КСТ, $p < 0,05$) до $r = +0,246$ (с индексом ДЛН, $p < 0,05$).

В целом у овец АГЗ настриг шерсти имеет слабую и практически отсутствующую разной направленности корреляцию со всеми индексами телосложения.

Низкая изменчивость линейных промеров и высокая корреляция с живой массой позволяют использовать размеры статей экстерьера для прогноза продуктивных и племенных качеств скота⁶.

В табл. 3 приведены коэффициенты регрессии живой массы с экстерьерными статьями тела баранов АГЗ.

Табл. 3. Коэффициенты регрессии живой массы баранов АГЗ (♂, $n = 31$)

Table 3. Regression coefficients of live weight of the AGZ rams (♂, $n = 31$)

Модель	Предиктор	Коэффициент	SE	$t_{\text{стат}}$	$P_{\text{знач}}$	r
1	Константа	-8,4	10,48	-0,80	0,428	0,824 ³
	ШМ	4,37	0,56	7,83	0,000**	
2	Константа	-15,9	12,53	-1,27	0,214	0,799 ³
	ГГ	2,67	0,37	7,15	0,000**	
3	Константа	-28,5	14,77	-1,93	0,064	0,789 ³
	ОГ	1,09	0,16	6,91	0,000**	
4	Константа	-77,0	22,46	-3,43	0,002	0,779 ³
	КДГ	1,92	0,29	6,70	0,000**	
5	Константа	-8,0	15,14	-0,53	0,602	0,707 ³
	ШГ	4,24	0,79	5,39	0,000**	
6	Константа	-32,4	19,97	-1,62	0,115	0,702 ³
	ВХ	1,53	0,29	5,31	0,000**	

Примечание. Здесь и в табл. 4: SE – стандартная ошибка, $t_{\text{стат}}$ – t -статистика, $P_{\text{знач}}$ – статистическая значимость коэффициентов регрессии, r – коэффициент корреляции; ** – статистически значимо; ³ – $p < 0,001$.

⁴Адылканова Ш.Р. Генетические параметры селекционируемых признаков сарыаркинской грубошерстной курдючной породы овец // Аграрная наука. 2010. № 7. С. 27–28.

⁵Траисов Б.Б., Есенгалиев К.Г., Давлетова А.М. Сопряженность селекционируемых признаков у ярок эдильбаевской породы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2013. № 3. С. 16–17.

⁶Герасимов Н.П., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Рябов Н.И. Формирование экстерьера бычков разных генотипов во взаимосвязи с уровнем кормления // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 17–24.

Коэффициенты регрессии рассчитаны для признаков, имеющих сильную взаимосвязь с живой массой и настригом шерсти ($r > 0,7$), для овцематок – все экстерьерные стати тела из дальнейшего исследования исключены вследствие практически отсутствующей и слабой взаимосвязи признаков.

Рассчитанные коэффициенты парной линейной регрессии между живой массой и линейными промерами у баранов АГЗ указывают на то, что при увеличении экстерьерных статей на единицу абсолютного прироста можно прогнозировать увеличение живой массы на 1,53–4,37 своих абсолютных приростов. Оценка значимости коэффициентов регрессии $P_{\text{знач}}$ свидетельствует о высоком уровне достоверности и надежности полученных результатов и исключает в нашем исследовании случайности (при уровне значимости 0,05).

Наибольший прирост живой массы у самцов АГЗ ожидается при увеличении на единицу абсолютного прироста ширины в маклоках – модель 1 (4,37 абс. прироста; $r = 0,824$; $p < 0,001$).

В табл. 4 приведены коэффициенты регрессии настрига шерсти с экстерьерными статьями тела баранов АГЗ.

Представленные в табл. 4 результаты регрессионного анализа свидетельствуют, что настриг шерсти, как и живая масса, наиболее тесно коррелирует с шириной в маклоках – модель 1 ($p < 0,001$). При увеличении указанной экстерьерной стати на единицу

абсолютного прироста можно спрогнозировать увеличение анализируемого признака на 0,13 своих абсолютных приростов ($r = 0,792$; $p < 0,001$).

Адекватность полученных коэффициентов регрессии настрига шерсти по линейным промерам баранов подтверждается значимостью $P_{\text{знач}}$ при уровне значимости 0,05.

В исследованиях показано, что у овец породы *malva* наибольший прирост массы тела обеспечивает увеличение обхвата пясти⁷, породы *cornigliese* – обхвата груди [9], породы *corriedale* – обхвата живота [13], породы *kashmir merino* – высоты в холке [15].

При прогнозировании живой массы, а также при отборе полутрубошерстных овец АГЗ в селекционном процессе могут быть использованы модели уравнений множественной и парной регрессии (см. табл. 5).

Корреляционно-регрессионный анализ живой массы по экстерьерным статьям тела АГЗ позволил составить 13 моделей регрессии: шесть множественной и шесть парной регрессии для баранов и одну модель множественной регрессии для овцематок.

В табл. 5 представлены четыре из шести составленных моделей множественной регрессии, характеризующиеся хорошим качеством, две модели имели приемлемое качество ($R_{\text{кв}} = 0,792$ и $R_{\text{кв}} = 0,793$ при $p < 0,001$), одна из шести моделей парной регрессии – приемлемое качество. У остальных пяти уравнений парной регрессии качество было хуже, коэффициенты корреляции и детерми-

Табл. 4. Коэффициенты регрессии настрига шерсти баранов АГЗ (♂, $n = 31$)

Table 4. Regression coefficients of wool clipping from the AGZ rams (♂, $n = 31$)

Модель	Предиктор	Коэффициент	SE	$t_{\text{стат}}$	$P_{\text{знач}}$	r
1	Константа	1,2	0,35	3,45	0,002**	0,792 ³
	ШМ	0,13	0,02	6,99	0,000**	
2	Константа	0,6	0,48	1,24	0,224	0,761 ³
	ОГ	0,03	0,01	6,30	0,000**	
3	Константа	1,1	0,43	2,50	0,018	0,737 ³
	ГГ	0,08	0,01	5,86	0,000**	
4	Константа	–0,7	0,76	–0,94	0,354	0,730 ³
	КДТ	0,06	0,01	5,74	0,000**	

⁷Çilek S., Petkova M. Phenotypic correlations between some body measurements and prediction of body weight of Malva sheep // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Vol. 22 (Suppl. 1). P. 99–105.

Табл. 5. Уравнения множественной и парной регрессии живой массы овец АГЗ
Table 5. Equations of multiple and pair regression of live weight of the AGZ sheep

Мо- дель	Уравнение	<i>R</i>	$F_{\text{расч}} - F_{\text{крит}}$	<i>R</i> _{кв.}
$\sigma, n = 31$				
1	ЖМ = -88,4 + 0,43 ВХ + 0,44 КДТ - 0,03 КДЗ - 0,02 ОГ + 0,99 ГГ + + 1,98 ШГ + 0,41 ШМ + 2,56 ОП	0,950 ³	24,4 > 2,42**	0,903 ³
2	ЖМ = -74,0 + 0,52 ВХ + 0,23 КДТ + 0,25 ОГ + 0,83 ГГ + 1,19 ШГ + 1,04 ШМ	0,940 ³	30,5 > 2,51**	0,884 ³
3	ЖМ = -64,8 + 0,52 КДТ + 0,39 ОГ + 1,13 ГГ + 1,22 ШМ	0,921 ³	35,1 > 2,76**	0,849 ³
4	ЖМ = -44,4 + 0,48 ОГ + 1,25 ГГ + 1,68 ШМ	0,911 ³	44,3 > 2,96**	0,831 ³
5	ЖМ = -8,4 + 4,37 ШМ	0,824 ³	61,4 > 4,18**	0,679 ³
$\phi, n = 69$				
6	ЖМ = 50,9 + 0,41 ВХ - 0,01 КДТ + 0,40 КДЗ - 0,04 ОГ - 0,23 ГГ - 0,63 ШГ + 0,66 ШМ - 2,41 ОП	0,507 ³	2,6 > 2,01**	0,257 ¹

Примечание. *R* – коэффициент множественной корреляции; *F* – критерий Фишера (расчетный, критический),
*R*_{кв.} – коэффициент детерминации (0,8–1,0 – модель хорошего качества, 0,5–0,8 – приемлемого и 0,0–0,5 – плохого);
** – уравнение регрессии статистически значимо; ¹ – *p* < 0,05; ³ – *p* < 0,001.

нации ниже, чем у модели 5 (предиктор – ширина в маклоках).

Полученные уравнения многофакторной регрессии указывают на то, что результативный фактор «живая масса» у полугрубошерстных овец АГЗ при использовании всех линейных промеров имеет положительное и отрицательное взаимодействие (модель 1). В моделях 2–4 многофакторной регрессии составленные уравнения отличаются только положительным взаимодействием. Минус перед коэффициентом регрессии для линейных промеров указывает на их отрицательное влияние на результативный фактор.

Дисперсионный анализ уравнений регрессии по *F*-критерию свидетельствует об их статистической значимости и указывает на надежность составленных уравнений регрессии как у баранов, так и у овцематок ($F_{\text{расч}} > F_{\text{крит}}$ при уровне значимости 0,05).

Значение коэффициента детерминации у овец АГЗ увеличивается с добавлением независимых факторов в уравнение, наибольшая его величина получена в модели 1 при всех линейных промерах.

Модель 6 множественной регрессии живой массы у овцематок, несмотря на выявленную статистическую значимость, характеризуется плохим качеством.

Значения коэффициентов детерминации для множественных уравнений показывают, что у баранов изменение живой массы на 83,1–90,3% можно прогнозировать по их линейным промерам тела в различной комбинации. Оценка парных уравнений регрессии позволила установить, что масса тела самцов в большей степени обусловлена влиянием ширины в маклоках на 67,9% (*p* < 0,001, *SE* = 5,303, модель 5 приемлемого качества).

Схожие результаты получены в исследованиях [9, 13, 15, 16].

При прогнозировании живой массы, а также при отборе полугрубошерстных овец АГЗ в селекционном процессе могут быть использованы модели уравнений множественной и парной регрессии (см. табл. 6).

На основании корреляционно-регрессионного анализа настрига шерсти по линейным промерам баранов составлены семь уравнений парной, семь – множественной регрессии и одно – множественной регрессии для овцематок.

В табл. 6 представлены три модели, характеризующиеся лучшими значениями коэффициентов множественной и парной корреляции, детерминации. Как и масса тела, настриг шерсти у полугрубошерстных овец АГЗ имеет и положительное, и отрицатель-

Табл. 6. Уравнения множественной и парной регрессии настрига шерсти овец АГЗ
Table 6. Equations of multiple and paired regression of wool shearing from the AGZ sheep

Мо- дель	Уравнение	<i>R</i>	<i>F</i> _{расч.} – <i>F</i> _{крит.}	<i>R</i> _{кв.}
<i>♂, n = 31</i>				
1	НШ = –0,6 + 0,01 ВХ + 0,01 КДТ – 0,001 КДЗ + 0,01 ОГ + 0,02 ГГ + 0,02 ШГ + 0,04 ШМ + 0,04 ОП	0,883 ³	9,7 > 2,40**	0,780 ³
2	НШ = 1,2 + 0,13 ШМ	0,792 ³	48,9 > 4,18**	0,628 ³
<i>♀, n = 69</i>				
3	НШ = 2,3 + 0,03 ВХ + 0,01 КДТ + 0,03 КДЗ + 0,01 ОГ – 0,06 ГГ – 0,04 ШГ + 0,004 ШМ – 0,13 ОП	0,419 ³	1,6 < 2,10*	0,175

Примечание. *R* – коэффициент множественной корреляции; *F* – критерий Фишера (расчетный, критический), *R*_{кв} – коэффициент детерминации (0,5–0,8 – модель приемлемого качества и 0,0–0,5 – плохого качества); * – уравнение регрессии статистически незначимо; ** – уравнение регрессии статистически значимо; ³ – *p* < 0,001.

ное взаимодействие с линейными промерами тела, отмеченное для моделей, в составлении которых использованы все независимые переменные.

В уравнениях регрессии установлена сильная и умеренная множественная корреляционная связь при высоком уровне достоверности (*R* > 0,5–0,7, *p* < 0,001), у овцематок множественная корреляция имела слабый характер связи.

При оценке моделей регрессии настрига шерсти по экстерьерным статьям тела на адекватность обнаружена их статистическая значимость для баранов (*F*_{расч} > *F*_{крит} при уровне значимости 0,05), для овцематок уравнение множественной регрессии оказалось незначимым (*F*_{расч} < *F*_{крит} при уровне значимости 0,05) и плохого качества (*R*_{кв} < 0,5).

Коэффициенты детерминации свидетельствуют, что все спроектированные модели многофакторной регрессии характеризуются приемлемым качеством, тогда как из семи моделей парной регрессии лишь четыре отличались приемлемым качеством (*R*_{кв} > 0,5), три – плохим (*R*_{кв} < 0,5, предикторы – ВХ, ШГ, КДЗ).

В результате установлено, что изменение настрига шерсти у полугрубошерстных овец АГЗ с большей точностью (на 78,0%) можно прогнозировать по комплексу линейных промеров тела, с меньшей (на 62,8%) – по предиктору ширина в маклоках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение корреляционно-регрессионного анализа позволяет понять характер изменчивости селекционируемых признаков и способствует получению достоверных результатов для их дальнейшего эффективного использования в селекционном процессе в полугрубошерстном овцеводстве Забайкалья.

Выявленные корреляционно-регрессионные взаимосвязи указывают на важность изученных факторов в формировании селекционируемых признаков продуктивности полугрубошерстных овец АГЗ, которые во многом обусловлены их экстерьерно-конституциональными характеристиками. Экстерьерные стати овец, положенные в основу спроектированных моделей, позволят прогнозировать продуктивность животных как по массе тела, так и по настригу шерсти, а также вести отбор овец, соответствующих желательному типу.

Надежность и значимость прогноза выше при большем выборе факторов, на что указывают полученные коэффициенты множественной корреляции, детерминации и критерии Фишера при высоком уровне достоверности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kulzhanova B., Ombayev A., Azhimetov N., Parzhanov Zh., Khamzin K., Yegemkulov N. Correlative variation of economically valuable traits in South Kazakh Merino // Brazilian Journal of Biology. 2024. Vol. 84. P. e278879. DOI: 10.1590/1519-6984.278879.

2. Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н. Влияние конституционально-продуктивных показателей на шерстную продуктивность баранов-производителей пород российский мясной меринос и советский меринос // Вестник аграрной науки. 2022. № 6 (99). С. 28–32. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.6.28.
3. Криворучко А.Ю., Яцык О.А., Каниболоцкая А.А. Новые параметры прижизненной оценки мясной продуктивности овец породы джалгинский меринос // Аграрный вестник Урала. 2021. № 4 (207). С. 74–84. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-74-84.
4. Криворучко А.Ю., Каниболоцкая А.А., Катков К.А. Оценка фенотипических показателей овец северокавказской мясо-шерстной породы методом анализа главных компонент // Вестник Ульяновской ГСХА. 2022. № 1 (57). С. 174–181. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.
5. Ajafar M.H., Al-Thuwaini T.M., Dakhel H.H. Association of OLR1 gene polymorphism with live body weight and body morphometric traits in Awassi ewes // Molecular Biology Reports. 2022. Vol. 49. N 5. P. 4149–4153. DOI: 10.1007/s11033-022-07481-3.
6. Al-Thuwaini T.M., Al-Hadi A.B.A. Association of lamb sex with body measurements in single and twin on the Awassi ewes // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2022. Vol. 10. N 8. P. 1849–1853.
7. Кустова С.Б. Взаимосвязь между экстерьерными признаками и показателями мясной продуктивности помесного скота // Генетика и разведение животных. 2020. № 3. С. 46–52. DOI: 10.31043/2410-2733-2020-3-46-52.
8. Давлетова А.М., Юлдашбаев Ю.А., Траусов Б.Б., Смагулов Д.Б., Скорых Л.Н. Селекционно-генетические параметры продуктивности молодняка эдильбаевских овец разных генотипов // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (14). С. 56–63. DOI: 10.25930/2687-1254/008.3.14.2021.
9. Sabbioni A., Beretti V., Superchi P., Ablondi M. Body weight estimation from body measures in Cornigliese sheep breed // Italian journal of animal science. 2020. Vol. 19. N 1. P. 25–30. DOI: 10.1080/1828051X.2019.1689189.
10. Омаров А.А., Гайдашов С.И. Продуктивные показатели овец северокавказской мясо-шерстной породы и их взаимосвязь с основными селекционируемыми признаками // Вестник Алтайского ГАУ. 2021. № 2 (196). С. 66–72.
11. Gurgel A.L.C., Difante G.S., Emerenciano Neto J.V., Santana J.C.S., Dantas J.L.S., Roberto F.F.S., Campos N.R.F., Costa A.B.G. Use of biometrics in the prediction of body weight in crossbred lambs // Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2021. Vol. 73. P. 261–264.
12. Atta M., Ali Abu-baker S., Mohamed M.B., AlDossari H.M., Al-Shamari H.S. Prediction of body weight using body measurements in some sheep and goats in Qatar // Journal of Applied Animal Research. 2024. Vol. 52. N 1. P. 2288917. DOI: 10.1080/09712119.2023.2288917.
13. Canaza-Cayo A.W., Mota R.R., Amarillo-Silveira F., Duarte D.A.S., Cobuct J.A. Principal component analysis for body weight prediction of corriedale ewes from Southern Peru // Animal Health and Production. 2021. N 9 (4). P. 417–424. DOI: 10.17582/journal.jahp/2021/9.4.417.424.
14. Elzareei M.F., AL-Sharari S.A., Alhasyani M.S., Aloufi A.A., Mousa E.F. Phenotypic Characterization of Indigenous Sheep Breeds in Saudi Arabia // Journal of Agricultural Science. 2023. Vol. 15. N 8. P. 16–22. DOI:10.5539/jas.v15n8p16.
15. Rather M.A., Bashir I., Hamdani A., Khan N.N., Ahangar S.A., Nazki M. Prediction of body weight from linear body measurements in kashmir merino sheep // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2021. N 9 (2). P. 189–193. DOI: 10.17582/journal.aavs/2021/9.2.189.193.
16. Sun M.A., Hossain M.A., Islam T., Rahman M.M., Hossain M.M., Hashem M.A. Different body measurement and body weight prediction of jamuna basin sheep in Bangladesh // SAARC Journal of agriculture. 2020. N 18 (1). P. 183–196. DOI: 10.3329/sja.v18i1.48392.

REFERENCES

1. Kulzhanova B., Ombayev A., Azhimetov N., Parzhanov Zh., Khamzin K., Yegemkulov N. Correlative variation of economically valuable traits in South Kazakh Merino. *Brazilian Journal of Biology*, 2024, vol. 84, p. e278879. DOI: 10.1590/1519-6984.278879.
2. Efimova N.I., Shumaenko S.N. Influence of constitutional and productive indices on wool productivity of rams of Russian meat Merino and Soviet Merino breeds. *Vestnik agrarnoj nauki = Bulletin of agrarian science*, 2022, no. 6 (99), pp. 28–32. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.6.28.
3. Krivoruchko A.Yu., Yatsyk O.A., Kanibolotskaya A.A. New parameters of lifetime assessment of meat productivity of Dzhalginskiy Me-

- rino sheep. *Agrarny'j vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2021, no. 4 (207), pp. 74–84. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-74-84.
4. Krivoruchko A.Yu., Kanibolotskaya A.A., Katkov K.A. Evaluation of phenotypic parameters of sheep of the North Caucasian meat and wool breed by the analysis of the main components. *Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, 2022, no. 1 (57), pp. 174–181. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-174-181.
 5. Ajafar M.H., Al-Thuwaini T.M., Dakhel H.H. Association of OLR1 gene polymorphism with live body weight and body morphometric traits in Awassi ewes. *Molecular Biology Reports*, 2022, vol. 49, no. 5, pp. 4149–4153. DOI: 10.1007/s11033-022-07481-3.
 6. Al-Thuwaini T.M., Al-Hadi A.B.A. Association of lamb sex with body measurements in single and twin on the Awassi ewes, *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2022, Vol. 10, no. 8, pp. 1849–1853.
 7. Kustova S.B. The relationship between conformation traits and indicators of meat productivity of crossbred cattle. *Genetika i razvedenie zhivotnyh = Genetics and breeding of animals*, 2020, no. 3, pp. 46–52. (In Russian). DOI: 10.31043/2410-2733-2020-3-46-52.
 8. Davletova A.M., Yuldashbaev Yu.A., Traisov B.B., Smagulov D.B., Skorykh L.N. Selective breeding and genetic parameters of young Edilbaevsky sheep productivity of different genotypes. *Sel'skokhozyajstvennyj zhurnal = Agricultural Journal*, 2021, no. 3 (14), pp. 56–63. (In Russian). DOI: 10.25930/2687-1254/008.3.14.2021.
 9. Sabbioni A., Beretti V., Superchi P., Ablondi M. Body weight estimation from body measures in Cornigliese sheep breed. *Italian journal of animal science*, 2020, vol. 19, no. 1, pp. 25–30. DOI: 10.1080/1828051X.2019.1689189.
 10. Omarov A.A., Gaidashov S.I. Productive indicators of sheep of the North Caucasian meat and wool breed and their relationship with the main selected traits. *Vestnik Altajskogo GAU = Bulletin Altai State Agricultural University*, 2021, no. 2 (196), pp. 66–72. (In Russian).
 11. Gurgel A.L.C., Difante G.S., Emerenciano Neto J.V., Santana J.C.S., Dantas J.L.S., Roberto F.F.S., Campos N.R.F., Costa A.B.G. Use of biometrics in the prediction of body weight in crossbred lambs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2021, vol. 73, pp. 261–264.
 12. Atta M., Ali Abu-baker S., Mohamed M.B., AlDosari H.M., Al-Shamari H.S. Prediction of body weight using body measurements in some sheep and goats in Qatar. *Journal of Applied Animal Research*, 2024, vol. 52, no. 1, p. 2288917. DOI: 10.1080/09712119.2023.2288917.
 13. Canaza-Cayo A.W., Mota R.R., Amarilho-Silveira F., Duarte D.A.S., Cobuct J.A. Principal component analysis for body weight prediction of corriedale ewes from Southern Peru. *Animal Health and Production*, 2021, no. 9 (4), pp. 417–424. DOI: 10.17582/journal.jahp/2021/9.4.417.424.
 14. Elzaref M.F., AL-Sharari S.A., Alhasyani M.S., Aloufi A.A., Mousa E.F. Phenotypic Characterization of Indigenous Sheep Breeds in Saudi Arabia. *Journal of Agricultural Science*, 2023, vol. 15, no. 8, pp. 16–22. DOI: 10.5539/jas.v15n8p16.
 15. Rather M.A., Bashir I., Hamdani A., Khan N.N., Ahangar S.A., Nazki M. Prediction of body weight from linear body measurements in kashmir merino sheep. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2021, no. 9 (2), pp. 189–193. DOI: 10.17582/journal.aavs/2021/9.2.189.193.
 16. Sun M.A., Hossain M.A., Islam T., Rahman M.M., Hossain M.M., Hashem M.A. Different body measurement and body weight prediction of jamuna basin sheep in Bangladesh. *SAARC Journal of agriculture*, 2020, no. 18 (1), pp. 183–196. DOI: 10.3329/sja.v18i1.48392.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Хамируев Т.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 672039, Забайкальский край, Чита, ул. Кирова, 49; e-mail: tnik0979@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Timur N. Khamiruev**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 49, Kirova St., Chita, Trans-Baikal Territory, 672039, Russia; e-mail: tnik0979@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 03.06.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 22.07.2024
Дата публикации / Published 20.09.2024