

Зоотехния и ветеринария

УДК 636.32/38.082

DOI 10.31857/S2500262724040093 EDN FLEFUI

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ (*OVIS ARIES*) ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ХАНГИЛЬСКОГО ТИПА

© 2024 г. Т. Н. Хамируев, кандидат сельскохозяйственных наук

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири –
филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий РАН,
672010, Забайкальский край, Чита, ул. Кирова, 49
E-mail: tnik0979@mail.ru

Исследование проводили с целью изучения селекционно-генетических параметров продуктивности тонкорунных овец забайкальской породы хангильского типа (ЗТХ) для повышения эффективности селекционного процесса. Определяли взаимосвязи между селекционируемыми признаками (живая масса, настриг шерсти) и экстерьерно-конституциональными особенностями методом корреляционно-регрессионного анализа. Из оцениваемых показателей наибольшей вариабельностью выделялись масса тела (11,9...19,4%), настриг шерсти (9,9...11,1%) и широтные линейные промеры (8,2...12,4%). По индексам телосложения бараны отличались от овцематок большей длинноногостью, лучшим развитием груди, более крепким костяком, тогда как овцематки характеризовались более растянутым, сбитым и массивным телом с лучшей развитой задней частью. Живая масса и настриг шерсти у баранов были более тесно сопряженными с линейными промерами, чем у овцематок. При этом живая масса как у самцов, так и у самок сильнее коррелировала с обхватом груди (соответственно +0,916, $p < 0,001$ и +0,740, $p < 0,001$), настриг шерсти – с глубиной груди у баранов (+0,737, $p < 0,001$) и шириной в маклоках у овцематок (+0,469, $p < 0,001$). У баранов ЗТХ при увеличении промера ширины в маклоках на 1 см можно прогнозировать повышение живой массы на 5,50 кг ($r = 0,839$; $p < 0,001$), у овцематок при увеличении обхвата груди на 1 см – на 1,04 кг ($r = 0,740$; $p < 0,001$). Анализ парных уравнений регрессии свидетельствует, что живая масса овец ЗТХ в большей степени обусловлена линейным промером обхвата груди: у баранов – 83,9%, у овцематок – 54,7%, на влияние остальных факторов приходится 16,1 и 45,3% соответственно. При этом в моделях многофакторной регрессии 94,3 и 74,7% изменения массы тела объясняется воздействием комплекса линейных промеров, а оставшаяся доля отводится на влияние других факторов.

SELECTION AND GENETIC PARAMETERS OF PRODUCTIVITY OF SHEEP (*OVIS ARIES*) OF THE TRANS-BAIKAL BREED OF THE KHANGIL TYPE

T. N. Khamiruev

Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia –
Branch of Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences,
672010, Zabaykalsky kray, Chita, ul. Kirova, 49
E-mail: tnik0979@mail.ru

The study was conducted to investigate the selection and genetic parameters of productivity of fine-wool sheep of the Trans-Baikal breed of the Khangil type in order to increase the efficiency of the selection process. The relationships between the selected traits (live weight, wool yield) and the exterior and constitutional features were determined using the method of correlation and regression analysis. Of the assessed parameters, the greatest variability was observed for body weight (11.9...19.4%), wool yield (9.9...11.1%) and latitudinal linear measurements (8.2...12.4%). According to the constitution indices, rams differed from ewes by greater leg length, better chest development, stronger skeleton, while ewes were characterized by a more stretched, compact and massive body with a better developed back part. Live weight and wool yield of rams were more closely associated with linear measurements than those of ewes. Live weight of both males and females correlated more strongly with chest girth (respectively +0.916, $p < 0.001$ and +0.740, $p < 0.001$), wool yield – with chest depth in rams (+0.737, $p < 0.001$) and hip width in ewes (+0.469, $p < 0.001$). In Trans-Baikal breed of the Khangil type rams, with an increase in the hip width measurement by 1 cm, it is possible to predict an increase in live weight by 5.50 kg ($r = 0.839$; $p < 0.001$), in ewes with an increase in chest girth by 1 cm – by 1.04 kg ($r = 0.740$; $p < 0.001$). The analysis of paired regression equations shows that the live weight of Trans-Baikal breed of the Khangil type ewes is largely determined by the linear measurement of the chest girth: in rams – 83.9%, in ewes – 54.7%, the influence of other factors accounts for 16.1 and 45.3%, respectively. At the same time, in the multivariate regression models, 94.3 and 74.7% of the change in body weight is explained by the effect of a complex of linear measurements, and the remaining share is attributed to the influence of other factors.

Ключевые слова: овцы, забайкальская порода, хангильский тип, селекционно-генетические параметры, живая масса, настриг шерсти, корреляция, регрессия, дисперсия.

Keywords: sheep, Trans-Baikal breed, Khangil type, selection and genetic parameters, live weight, wool clipping, correlation, regression, dispersion.

В племенном животноводстве результаты отбора во многом зависят от комплекса признаков и характера их взаимосвязей, а основой создания новых селекционных форм и совершенствования пород служит перестройка корреляционных систем. При этом точная оценка селекционно-генетических параметров и умелое использование таких систем имеют решающее значение для успешной селекционной работы [1].

В современных условиях для отбора животных с целью улучшения их продуктивных качеств необходимо использовать новые параметры экстерьера, более точно характеризующие ценность породы и определяющие ее изменчивость в условиях высокой фенотипической однородности [2]. Например, по результатам исследований с применением метода анализа главных компонент для прижизненной оценки мясной продуктивности овец

породы джалгинский меринос было предложено использовать показатели обхвата плеча, предплечья и бедра, для овец северокавказской породы – толщину мышечной и жировой тканей в области бедра, а также обхвата предплечья, которые показали высокую значимость [3, 4].

Масса и размеры тела – 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 условий кормления и содержания. В связи с этим селекцию по живой массе эффективнее вести не напрямую, а во взаимосвязи с морфометрическими показателями [7].

Однако коэффициент корреляции не показывает величину изменения зависимого признака при изменении независимой переменной на единицу измерения. В связи с этим для анализа результатов селекции и прогнозирования развития одного признака при отборе по другому необходимо определение коэффициентов регрессии, которые позволяют прогнозировать увеличение или уменьшение оцениваемого признака при изменении других на определенную величину в пределах изучаемых популяций животных [8].

Корреляционно-регрессионный анализ – доступный метод для построения регрессионных моделей прогноза продуктивных качеств сельскохозяйственных животных, который может быть использован при разработке селекционных программ.

Цель исследований – изучить селекционно-генетические параметры продуктивности тонкорунных овец забайкальской породы хангильского типа для повышения эффективности селекционного процесса.

Методика. Материалом для исследований служили полновозрастные (3...4 года) бараны (♂, n = 29) и овцематки (♀, n = 71) забайкальской породы хангильского типа (ЗТХ), отобранные методом случайной выборки в условиях племенного репродуктора ООО «Тунш» Агинского района Забайкальского края. Их живую массу определяли путем индивидуального взвешивания на электронных весах с точностью до 0,05 кг, настриг шерсти (НШ) – индивидуально во время стрижки овец.

Измерение таких основных линейных промеров тела, как высота в холке (ВХ), обхват груди (ОГ) и пясти (ОП), ширина (ШГ) и глубина груди (ГГ), ширина в маклоках (ШМ), косая длина туловища (КДТ), косая длина зада (КДЗ), проводили по общепринятым методикам. На основании полученных результатов рассчитывали индексы телосложения: длинноности (ДЛН), растянутости (РСТ), грудной (ГР), тазо-грудной (Т-Г), сбитости (СБТ), массивности (МСТ), развития зада (РЗ) и костистости (КСТ).

По данным корреляционно-регрессионного анализа были составлены линейные уравнения парной и множественной регрессии, характеризующие взаимосвязь между средними величинами показателей селекционируемых признаков и основными факторами на них влияющими.

Определив парные коэффициенты корреляции для селекционируемых признаков с признаками, вовлеченными в селекционный процесс, при моделировании парных и множественных уравнений регрессии живой массы для овец ЗТХ показатели со слабой и умеренной связью из дальнейшего исследования исключили. Для построения моделей регрессии настрига шерсти как для самцов, так и для самок использовали показатели с сильной и умеренной связью.

Цифровой материал обрабатывали биометрически с использованием методов вариационной статистики на персональном компьютере. Корреляционно-регрессионный анализ проводили по методикам Е. К. Меркурьевой (1970) и Н. А. Плохинского (1980) с использованием пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel с помощью встроенных функций описательной статистики, корреляции, регрессии, уравнений прямолинейной регрессии, детерминации в пределах следующих уровней значимости: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа данных по массе тела, шерстной продуктивности и промерам статей тела баранов и овцематок ЗТХ свидетельствуют, что в рассматриваемой популяции наиболее эффективной будет селекция по живой массе, в связи с самой высокой его вариабельностью. Кроме того, в селекционной работе следует обращать внимание на такие признаки, как настриг и длина шерсти, а также ширина груди и ширина в маклоках (табл. 1).

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

Показатель	Группа			
	♂, n = 29		♀, n = 71	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_{1p}, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_{1p}, \%$
Живая масса, кг	90,4±17,52	19,4	58,1±6,91	11,9
Настриг шерсти, кг	10,4±1,16	11,1	4,7±0,47	9,9
Длина шерсти, см	10,8±1,07	9,9	9,8±0,80	8,1
Высота в холке, см	76,8±3,38	4,4	66,3±3,07	4,6
Косая длина туловища, см	87,7±5,68	6,5	76,5±2,90	3,8
Косая длина зада, см	26,9±2,60	9,7	24,4±1,40	5,7
Обхват груди, см	111,2±8,85	8,0	98,2±4,91	5,0
Глубина груди, см	36,6±2,76	7,5	33,1±2,08	6,3
Ширина груди, см	23,0±2,51	10,9	19,8±1,63	8,2
Ширина в маклоках, см	22,1±2,69	12,4	19,1±1,14	6,0
Обхват пясти, см	10,6±1,02	9,6	9,1±0,74	8,1

На основании индексов телосложения можно отметить, что тонкорунные особи изучаемой популяции имеют пропорционально развитое телосложение. При этом самцы характеризуются большей длинноногиестью, лучшим развитием груди в ширину и глубину, более крепким костяком, тогда как самки отличаются более растянутым, сбитым и массивным телом с лучше развитым задом (табл. 2). Схожие результаты были получены у тувинских короткожирнохвостых овец [9]. Наибольший коэффициент вариации, как у самцов, так и у самок, отмечен по индексу костистости, что косвенно указывает на возможность селекции по обхвату пясти.

Табл. 2. Индексы телосложения овец ЗТХ, %

Индекс	Группа			
	♂, n = 29		♀, n = 71	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_{1p}, \%$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_{1p}, \%$
Длинноности	51,9±2,95	5,7	50,0±2,75	5,5
Растянутости	114,2±5,27	4,6	115,6±6,61	6,6
Грудной	62,9±5,55	8,8	59,8±5,77	5,8
Тазо-грудной	106,5±8,42	7,9	103,5±8,28	8,3
Сбитости	126,9±6,70	5,3	128,4±6,16	6,2
Массивности	144,8±8,28	5,7	148,2±8,45	8,5
Развития зада	30,7±2,56	8,3	32,0±1,87	5,8
Костистости	13,8±1,22	8,8	13,5±1,38	10,2

При рассмотрении корреляционных связей живой массы с настригом и длиной шерсти, а также с промерами статей тела и индексами телосложения у тонкорунных особей ЗТХ установлены определенные закономерности. У баранов сопряженность между

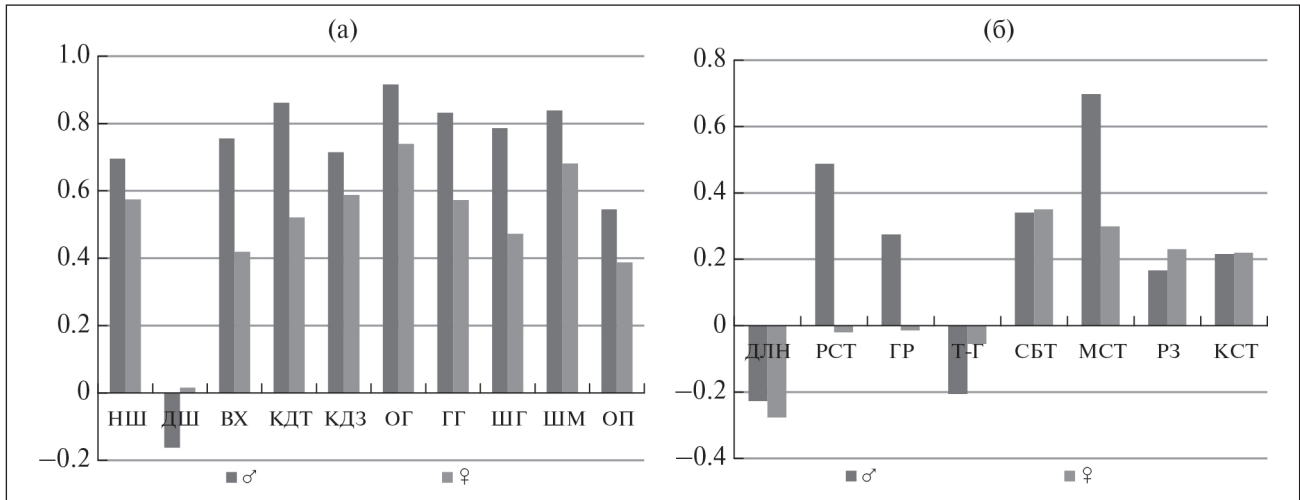


Рис. 1. Корреляция живой массы у овец ЗТХ (♂, n = 29; ♀, n = 71): а – с настригом, длиной шерсти и промерами тела; б – с индексами телосложения.

рассматриваемыми признаками была более тесной, чем у овцематок, за исключением длины шерсти и индекса длинноногости. У самцов выявлена сильная положительная корреляция живой массы со всеми промерами статей тела ($r = +0,756 \dots +0,916, p < 0,001$) за исключением обхвата пясти, с которой отмечена корреляция умеренной силы ($r = +0,545, p < 0,01$). Наиболее тесная взаимосвязь установлена с обхватом груди ($r = +0,916, p < 0,001$), косой длиной туловища ($r = +0,862, p < 0,001$) и шириной зада в маклоках ($r = +0,839, p < 0,001$). Схожие результаты были получены в исследованиях на полутонкорунных овцах печорской породной группы [10, 11], а также на овцах породы cornigliese [12].

У самок взаимосвязь живой массы с настригом шерсти и промерами статей тела варьировала от слабой до сильной ($r = +0,388 \dots +0,740, p < 0,001$). При этом, как и у баранов, следует отметить сильную корреляцию живой массы с обхватом груди ($r = +0,740, p < 0,001$) и ее отсутствие с длиной шерсти ($r = +0,016, p < 0,001$). Кроме того, выявлена сопряженность умеренной силы живой

массы овцематок с шириной в маклоках ($r = +0,681, p < 0,001$) и с косой длиной зада ($r = +0,588, p < 0,001$).

Сильную взаимосвязь между живой массой и обхватом груди у овец различных пород отмечают и другие отечественные и зарубежные исследователи [12, 13]. Одновременно у овец северокавказской мясо-шерстной породы выявлена тесная сопряженность массы тела с косой длиной туловища [14], у овец породы corriedale – с обхватом живота [15], у овец породы cornigliese – с шириной бедер [11], у аборигенных пород Саудовской Аравии – с высотой в крестце [16], у горных эфиопских овец – с высотой в холке [17]. Низкая корреляция между массой тела и длиной шерсти овец установлена так же у овец куйбышевской [18] и северокавказской мясо-шерстной [14] пород.

Анализ корреляции между живой массой и индексами телосложения свидетельствует, что она имеет тесную взаимосвязь, близкую к сильной ($r = +0,698, p < 0,001$) с индексом массивности у мужских особей. С остальными индексами телосложения, как

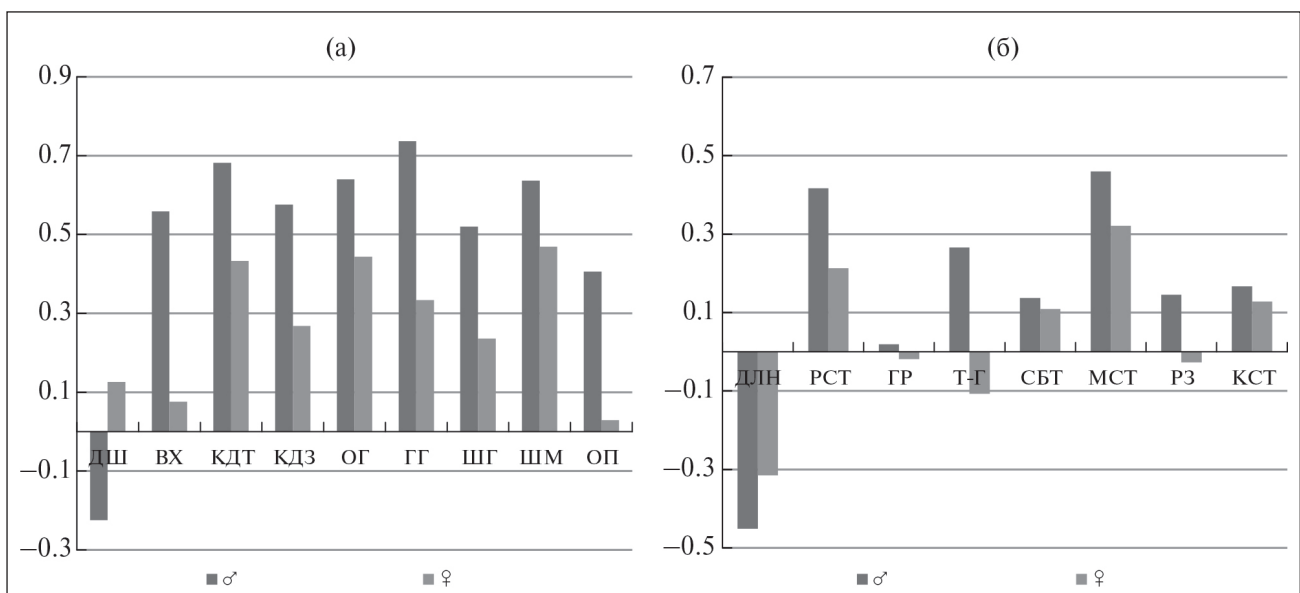


Рис. 2. Корреляция настрига шерсти у овец ЗТХ (♂, n = 29; ♀, n = 71): а – с длиной шерсти и промерами тела; б – с индексами телосложения.

Табл. 3. Результаты регрессионного анализа живой массы овец ЗТХ по линейным промерам

Предиктор	Коэффициент	SE	$t_{\text{стат.}}$	$P_{\text{знач.}}$	r
Бараны, n = 29					
Константа	-111,3	17,06	-6,52	0,000	0,916***
Обхват груди	1,81	0,15	11,86	0,000"	
Константа	-142,9	26,42	-5,41	0,000	0,862***
Косая длина туловища	2,66	0,30	8,85	0,000"	
Константа	-28,2	14,90	-1,89	0,070	0,839***
Ширина в маклоках	5,50	0,68	8,01	0,000"	
Константа	-102,8	24,90	-4,13	0,000	0,832***
Глубина груди	5,28	0,68	7,78	0,000"	
Константа	-36,0	19,21	-1,87	0,072	0,786***
Ширина груди	5,49	0,83	6,62	0,000"	
Константа	-210,5	50,22	-4,19	0,000	0,756***
Высота в холке	3,92	0,65	6,00	0,000"	
Константа	-39,1	24,49	-1,59	0,122	0,715***
Косая длина зада	4,81	0,91	5,31	0,000"	
Овцематки, n = 71					
Константа	-44,0	11,21	-3,93	0,000	0,740***
Обхват груди	1,04	0,11	9,1	0,000"	

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

у баранов, так и у овцематок установлена слабая сопряженность.

Корреляции величины настрига шерсти с длиной шерсти и промерами статей тела носили аналогичный характер (рис. 2). Так, у самцов отмечена ее умеренная и сильная связь со всеми промерами тела ($r = +0,520 \dots +0,737, p < 0,01 \dots 0,001$), за исключением обхвата пясти ($r = +0,406, p < 0,05$).

Табл. 4. Результаты регрессионного анализа настрига шерсти баранов ЗТХ по линейным промерам, (n = 29)

Предиктор	Коэффициент	SE	$t_{\text{стат.}}$	$P_{\text{знач.}}$	r
Константа	-0,9	2,01	-0,45	0,653	0,737***
Глубина груди	0,31	0,05	5,66	0,000"	
Константа	-1,8	2,53	-0,71	0,483	0,682***
Косая длина туловища	0,14	0,03	4,84	0,000"	
Константа	1,1	2,17	0,50	0,619	0,640***
Обхват груди	0,08	0,02	4,33	0,000"	
Константа	4,5	1,40	3,19	0,004	0,637***
Ширина в маклоках	0,28	0,06	4,29	0,000"	
Константа	3,5	1,90	1,85	0,074	0,576***
Косая длина зада	0,26	0,07	3,66	0,001"	
Константа	-4,3	4,22	-1,02	0,315	0,559***
Высота в холке	0,19	0,05	3,50	0,002"	
Константа	4,9	1,76	2,78	0,010	0,520***
Ширина груди	0,24	0,08	3,16	0,004"	

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

Настриг шерсти, как и живая масса тела, у баранов коррелировала с промерами сильнее, чем у овцематок. При этом у самцов наиболее тесная связь установлена с глубиной груди ($r = +0,737, p < 0,001$), косой длиной туловища ($r = +0,682, p < 0,001$) и шириной в маклоках ($r = +0,637, p < 0,001$), тогда как у самок – с шириной в маклоках ($r = 0,469, p < 0,001$), обхватом груди ($r = 0,444, p < 0,001$) и косой длиной туловища ($r = +0,433, p < 0,001$).

Наиболее тесная связь настрига шерсти с индексами телосложения у баранов, аналогично живой массе, наблюдается с индексом массивности ($r = +0,460, p < 0,01$). В целом, как и по живой массе, корреляция этого признака с индексами телосложения была слабой – положительной и отрицательной.

У баранов из восьми линейных промеров, вовлеченных в селекционный процесс, семь характеризовались сильной взаимосвязью с живой массой

($r = +0,715 \dots +0,916; p < 0,001$) при стандартной ошибке для оценки величины этого показателя, варьирующей в пределах 0,15...0,91, у овцематок – один ($r = +0,740; p < 0,001$). При этом более тесная связь и меньшая стандартная ошибка (SE), как у самцов, так и у самок установлены между живой массой и обхватом груди (табл. 3).

Коэффициенты парной линейной регрессии между живой массой и экстерьерными статьями у баранов ЗТХ свидетельствуют о том, что при увеличении промеров статей тела на единицу можно прогнозировать увеличение живой массы баранов на 1,81...5,50 единиц, у овцематок – на 1,04 единиц. Наибольший прирост живой массы баранов можно прогнозировать при увеличении ширины в маклоках (5,50 ед.; $r = 0,839; p < 0,001$), у овцематок – обхвата груди (1,04 ед.; $r = 0,740; p < 0,001$).

В проанализированной литературе представлены противоречивые результаты взаимосвязи между показателями прироста живой массы и экстерьерных статей. Так, у овец породы malva наибольший прирост массы тела обеспечивает увеличение обхвата пясти [19], породы cornigliese – обхвата груди [12], породы corriedale – обхвата живота [15], породы kashmir merino – высоты в холке [20].

У баранов ЗТХ между настригом шерсти и показателями экстерьерных статей, за исключением обхвата пясти, существует умеренная и сильная сопряженность ($r = +0,520 \dots +0,737; p < 0,001$). Наиболее сильная корреляция отмечена между настригом шерсти и глубиной груди, при этом увеличение линейного промера на единицу должно повышать настриг шерсти на 0,31 единицу. У овцематок ЗТХ парная взаимосвязь между настригом шерсти и линейными промерами статей тела была слабой, вследствие чего коэффициенты регрессии между ними не определяли и из дальнейшего исследования исключили.

На основании корреляционно-регрессионного анализа между показателями живой массы и линейных промеров были построены 4 уравнения множественной и парной регрессии для овец ЗТХ. Они свидетельствуют о том, что селекционируемый признак «живая масса» у баранов и овцематок ЗТХ имеет положительную взаимосвязь с линейными промерами тела. При этом в смоделированных уравнениях регрессии установлена сильная множественная ($R = 0,864 \dots 0,971; R = 0,747 \dots 0,943$) и парная ($R = 0,740 \dots 0,916; R_{\text{кв.}} = 0,547 \dots 0,839$) взаимосвязь экстерьерных статей с живой массой ($p < 0,001$).

Табл. 5. Уравнения множественной и парной регрессии живой массы овец ЗТХ

Уравнение	R	$F_{\text{расч.}}$ – $F_{\text{крит.}}$	$R_{\text{кв.}}$
♂, n = 29			
ЖМ = -166,1 + 0,23 ВХ + 0,81 КДТ + 0,971***	41,7 > 2,45"	0,943***	
+ 1,08 КДЗ + 0,59 ОГ + 0,68 ГГ +			
+ 0,56 ШГ + 0,60 ШМ + 2,18 ОП			
ЖМ = -111,3 + 1,81 ОГ	0,916***	140,6 > 4,21"	0,839***
♀, n = 71			
ЖМ = -103,4 + 0,38 ВХ + 0,30 КДТ + 0,864***	22,8 > 2,09"	0,747***	
+ 0,78 КДЗ + 0,52 ОГ + 0,09 ГГ +			
+ 0,07 ШГ + 1,73 ШМ + 0,67 ОП			
ЖМ = -44,0 + 1,04 ОГ	0,740***	83,3 > 3,98"	0,547***

Примечание: ЖМ – живая масса; ВХ – высота в холке; КДТ – косая длина туловища; КДЗ – косая длина зада; ОГ – обхват груди; ГГ – глубина груди; ШГ – ширина груди; ШМ – ширина в маклоках; ОП – обхват пясти; R – коэффициент множественной корреляции; F – критерий Фишера (расчетный, критический), $R_{\text{кв.}}$ – коэффициент детерминации (0,8–1,0 – модель хорошего качества, 0,5–0,8 – модель приемлемого качества); " – статистически значимо; *** – $p < 0,001$.

Табл. 6. Уравнения множественной и парной регрессии настрига шерсти овец ЗТХ

Уравнение	R	$F_{расч.} - F_{крит.}$	$R_{кв.}$
♂, n = 29			
НШ = -1,2 - 0,04 VX + 0,05 КДТ + 0,797***	0,737***	4,3 > 2,45"	0,635***
+ 0,06 КДЗ - 0,03 ОГ + 0,23 ГГ -			
- 0,05 ШГ + 0,12 ШМ + 0,09 ОП			
НШ = -0,9 + 0,31 ГГ		23,1 > 4,21"	0,543**
♀, n = 71			
НШ = -1,4 - 0,02 VX + 0,05 КДТ - 0,606***		4,59 > 2,09"	0,367**
- 0,02 КДЗ + 0,02 ОГ + 0,02 ГГ +			
+ 0,01 ШГ + 0,11 ШМ - 0,13 ОП			

Примечание: НШ – настриг шерсти; VX – высота в холке; КДТ – косая длина туловища; КДЗ – косая длина зада; ОГ – обхват груди; ГГ – глубина груди; ШГ – ширина груди; ШМ – ширина в маклоках; ОП – обхват пясти; R – коэффициент множественной корреляции; F – критерий Фишера (расчетный, критический), $R_{кв.}$ – коэффициент детерминации (0,5...0,8 – модель приемлемого качества, 0,0...0,5 – модель плохого качества); * – статистически значимо; ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Проверка уравнений регрессии по F-критерию Фишера показала их статистическую значимость и отсутствие случайности в нашем исследовании, что свидетельствует о надежности моделей уравнений парной и множественной регрессии как у баранов, так и у овцематок ($F_{расч.} > F_{крит.}$ при уровне значимости = 0,05), значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о хорошем и приемлемом качестве моделей регрессии.

При оценке парных уравнений регрессии установлено, что живая масса, как у баранов, так и у овцематок, в большей степени связана с линейным промером обхвата груди. Величины коэффициентов детерминации ($R_{кв.}$) свидетельствуют, что уравнением регрессии объясняется 83,9% дисперсии результирующего признака у самцов и 54,7% у самок, на долю случайных факторов приходится соответственно 16,1 и 45,3%. При этом в моделях многофакторной регрессии воздействием комплекса линейных промеров объясняется 94,3 и 74,7% изменения массы тела. Наши результаты согласуются с данными, полученными для овец пород *malva* [19] и *jamuna* [22].

По результатам корреляционно-регрессионного анализа показателей настрига шерсти и линейных промеров тела для баранов были составлены 2 модели парной и множественной регрессии. Их анализ свидетельствует о том, что селекционируемый признак «настриг шерсти» имеет и положительные, и отрицательные взаимосвязи с экстерьерными статьями тела. При этом в спроектированных моделях обнаружена сильная множественная и парная взаимосвязь (предиктор – глубина груди) линейных промеров с настригом шерсти ($R > 0,7$; $p < 0,001$). Рост величин показателей таких признаков, как высота в холке, обхват груди и ширина груди будет сопровождаться ухудшением селекционируемого признака настрига шерсти.

Коэффициент детерминации в уравнениях регрессии между настригом шерсти и экстерьерными статьями, как и в моделях для живой массы, повышался при добавлении в уравнения линейных промеров тела. Наибольшая его величина (0,635; $p < 0,001$) отмечена при использовании всех промеров.

У овцематок отмечено отсутствие или отрицательная взаимосвязь настрига шерсти с линейными промерами, в связи с чем была построена только модель множественной регрессии с учетом всех промеров статей тела. Отрицательные значения коэффициентов регрессии предикторов высоты в холке, косой длины

зада и обхвата пясти указывают на их негативное влияние на результирующий фактор. При этом уравнение регрессии характеризуется умеренной множественной корреляцией настрига шерсти с линейными промерами, однако коэффициент детерминации свидетельствует о плохом качестве уравнения.

В целом величины коэффициентов детерминации указывают на то, что изменение настрига шерсти у баранов ($p < 0,001$) можно прогнозировать с использованием комплекса линейных промеров на 63,5%, с применением предиктора глубина груди на 54,3% ($p < 0,01$).

Схожие результаты были получены на баранах и овцематках породы *cornigliese* [11]: смоделировано по 4 уравнения многофакторной регрессии для живой массы (для баранов $R = 86,6...96,5\%$, для овцематок – $R_{кв.} = 91,4...91,9\%$). Для овец породы *kashmir merino* по 8 линейным промерам было смоделировано 7 парных ($R = 0,00...38,50\%$) и 8 многофакторных ($R_{кв.} = 46,86...56,96\%$) линейных уравнений массы тела [20], для овец породы *jamuna* – соответственно 2 ($R_{кв.} = 46,0-49,0\%$) и 10 ($R = 56,0-83,0\%$) [22], для овец породы *corniedale* – 1 ($R_{кв.} = 60,0\%$) и 4 ($R_{кв.} = 68,0-76,0\%$) [15].

Выводы. Живая масса и линейные промеры у тонкорунных овец ЗТХ в зависимости от пола различаются и влияют на взаимосвязи между селекционируемыми признаками и морфометрическими измерениями. У овец ЗТХ большей вариабельностью характеризуются такие признаки, как живая масса (11,9...19,4%), настриг шерсти (9,9...11,1%) и широтные линейные промеры (8,2...12,4%).

У баранов установлена сильная сопряженность положительной направленности живой массы со всеми промерами статей тела ($r = +0,756...+0,916$, $p < 0,001$), кроме обхвата пясти ($r = +0,545$, $p < 0,01$). При этом как у самцов, так и у самок величина этого показателя сильнее коррелирует с обхватом груди ($r = +0,740...+0,916$, $p < 0,001$), тогда как настриг шерсти у баранов – с глубиной груди ($r = +0,737$; $p < 0,001$), у овцематок – с шириной в маклоках ($r = +0,469$; $p < 0,001$). Наибольшее увеличение живой массы у баранов можно прогнозировать при увеличении ширины в маклоках ($r = 0,839$; $p < 0,001$), у овцематок – обхвата груди ($r = 0,740$; $p < 0,001$).

В уравнениях регрессии установлена сильная множественная ($R = 0,864...0,971$; $R = 0,747...0,943$) и парная ($R = 0,740...0,916$; $R_{кв.} = 0,547...0,839$) взаимосвязь экстерьерных статей с живой массой ($p < 0,001$).

Величины коэффициентов детерминации свидетельствуют о том, что изменение настрига шерсти у баранов можно прогнозировать с использованием комплекса линейных промеров на 63,5%, на основе предиктора глубина груди – на 54,3% ($p < 0,01$).

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

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

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств «Об обращении с животными», ст. 20 (становление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.), Руководство по работе с лабораторными животными (http://fncbst.ru/?page_id=3553).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. *Correlative variation of economically valuable traits in South Kazakh Merino* / B. Kulzhanova, A. Ombayev, N. Azhimetov, et al. // *Brazilian Journal of Biology*. 2024. Vol. 84. URL: <https://www.scielo.br/bj/a/gxYJygDry-b8nCBDm4XcDkNK/> (дата обращения 18.06.2024)
2. *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* / A. M. Scholz, L. Bünger, J. Kongsro, et al. // *Animal*. 2015. Vol. 9. No. 07. P. 1250–1264. doi: 10.1017/s1751731115000336.
3. Криворучко А. Ю., Язык О. А., Каниболоцкая А. А. Новые параметры прижизненной оценки мясной продуктивности овец породы джалгинский меринос // *Аграрный вестник Урала*. 2021. № 04(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 // *Mol. Biol. Rep.* 2022. Vol. 49. No. 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 // *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2022. Vol. 10. No. 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. Колосов Ю. А., Засемчук И. В. Соотносительная изменчивость и наследуемость хозяйственно-полезных признаков у молодняка овец сальской породы // *Вестник аграрной науки Дона*. 2011. № 4(16). С. 64–67.
9. Дымбрылова Э. Ц. Экстерьерные особенности тувинской короткожирнохвостой породы в условиях Республики Бурятия // *Вестник Бурятской ГСХА им. В. П. Филиппова*. 2021. № 1(62). С. 58–64. doi: 10.34655/bgsha.2021.62.1.008
10. Канева Л. А., Жариков Я. А., Матюков В. С. Селекционно-генетическая характеристика мясо-шерстных полутонкорунных печорских овец // *Генетика и разведение животных*. 2015. № 4. С. 3–9.
11. Канева Л. А., Жариков Я. А., Матюков В. С. Популяционно-генетическая характеристика мясо-шерстных полутонкорунных овец печорской породной группы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2014. № 3(40). С. 45–49.
12. *Body weight estimation from body measures in Cornigliese sheep breed* / A. Sabbioni, V. Beretti, P. Superchi, et al. // *Italian journal of animal science*. 2020. Vol. 19. No. 1. P. 25–30. doi: 10.1080/1828051X.2019.1689189
13. *Prediction of body weight using body measurements in some sheep and goats in Qatar* / M. Atta, S. A. Abubakr, B. M. Mutasim, et al. // *Journal of Applied Animal Research*. 2024. Vol. 52. No. 1. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09712119.2023.2288917> (дата обращения 18.06.2024)
14. 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.
15. *Principal component analysis for body weight prediction of corriedale ewes from Southern Peru* / A. W. Canaza-Cayo, R. R. Mota, F. Amarilho-Silveira, et al. // *Journal of Animal Health and Production*. 2021. No. 9(4). P. 417–424. doi: 10.17582/journal.jahp/2021/9.4.417.424.
16. *Phenotypic Characterization of Indigenous Sheep Breeds in Saudi Arabia* / M. F. Elzaree, S. A. Al-Sharari, M. S. Alhasyani, et al. // *Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 15. No. 8. P. 16–22. doi: 10.5539/jas.v15n8p16.
17. Tesfay H. H., Banerjee A. K., Mammed 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.
18. Ерохин А. С., Иванов Ю. А. Многоплодие и продуктивность маток куйбышевской породы разного типа рождения // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2014. № 2. С. 18–19.
19. Çilek S., Petkova M. Phenotypic correlations between some body measurements and prediction of body weight of Malya sheep // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016. Vol. 22. P. 99–105.
20. *Prediction of body weight from linear body measurements in kashmir merino sheep* / M. A. Rather, I. Bashir, A. Hamdani, et al. // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2021. No. 9(2). P. 189–193. doi: 10.17582/journal.aavs/2021/9.2.189.193
21. Моделирование показателей мясной продуктивности в зависимости от типов телосложения бычков калмыцкой породы // И. Ф. Горлов, М. И. Сложеникина, О. П. Шахбазова и др. // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2017. № 1(45). С. 97–102.
22. *Different body measurement and body weight prediction of jamuna basin sheep in Bangladesh* / M. A. Sun, M. A. Hos-sain, T. Islam, et al. // *SAARC Journal of Agriculture*. 2020. No. 18(1). P. 183–196. doi: 10.3329/sja.v18i1.48392.

Поступила в редакцию 21.06.2024

После доработки 22.07.2024

Принята к публикации 13.08.2024