

УДК: 636.03

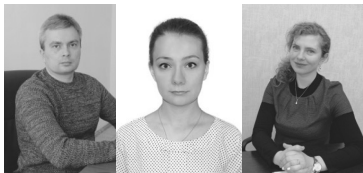
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2021.4.109

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ НОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЕНОТИПА ОВЕЦ ПОРОДЫ РОССИЙСКИЙ МЯСНОЙ МЕРИНОС МЕТОДОМ АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ

Криворучко А. Ю. - д-р биол. наук, зав.отд., гл. науч. сотр., Яцык О. А. - к.биол.н., науч. сотр. отд., Скокова А. В. - к.биол.н., науч. сотр. отд., Катков К.А. – канд.техн. наук, доц., в.н.с., А.А. Каниболоцкая- к.биол.н., науч. сотр. отд. генетики и биотехнологий
ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр»

Ключевые слова: фенотипическая изменчивость, факторный анализ, овцы, мясная продуктивность, селекция и разведение животных, промеры тела, оценка, ультрасонография.

Keywords: phenotypic variability, factor analysis, sheep, meat production, selection and breeding of animals, body measurements, assessment, ultrasonography



РЕФЕРАТ

Оценка фенотипа является важным процессом в селекционной практике и для изучения влияния генов, формирующих продуктивные качества у овец. В результате многолетней селекционно-племенной работы существующие показатели, закрепленные в породе, утратили свой оценочный потенциал, что диктует необходимость поиска новых промеров, более точно характеризующих мясную продуктивность овец. Целью работы является оценка информативности параметров фенотипа у овец породы российский мясной меринос методом анализа главных компонент, для дальнейшего использования в программах геномной селекции, а также применимых для прижизненной оценки мясной продуктивности. Впервые предложены новые способы оценки экстерьера и интерьера для изучения мясной продуктивности и определена их эффективность использования у овец породы российский мясной меринос (РММ). Изучена возможность определения величины отдельных мышечных групп с использованием таких параметров, как обхват плеча, предплечья и бедра инструментальными методами, а также измерение толщины бедренной мышцы и жира (ТБМ и ТЖ) в поясничной области с помощью УЗИ. Объектом исследования служили бараны-годовики ($n=50$) породы российский мясной меринос (РММ). Для оценки значимости предлагаемых промеров, по сравнению с применяемыми в существующей практике, был использован метод главных компонент и корреляционный анализ. В ходе проведенной работы было установлено, что промеры: объем бедра, обхват предплечья имели наиболее значимые корреляции со всеми параметрами описывающими экстерьер овец породы РММ. На основании анализа главных компонент определили, что первые шесть компонент в нашем исследовании объясняли более 80 % фенотипической изменчивости. Наибольшую значимость при оценке фенотипических параметров связанных с мясной продуктивностью оказал предложенный нами параметр ТБМ - 0,87, а наименьшую обхват бедра - 0,22. Таким образом, предлагаемые показатели определяемые с помощью УЗИ - ТБМ и ТЖ, целесообразно использовать для фенотипической оценки экстерьера овец породы РММ особенно при поиске геномных ассоциаций с продуктивными качествами.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение производства баранины является одним из приоритетов современного овцеводства. Рост производства мяса должен осуществляться в большей степени за счет увеличения продуктивности отечественных пород овец [10]. Наиболее перспективным способом увеличения продуктивности является использование современных методов генетики в селекции. Однако, их применение требует высокой точности в оценке фенотипических параметров [22]. Используемых на сегодняшний день промеров и иных характеристик фенотипа мясных овец недостаточно, так как многие признаки стали устойчивыми в породе и не обеспечивают достаточной вариабельности. Поиск новых показателей фенотипа является актуальным и при этом важно, чтобы они позволяли более эффективно оценивать различные мышечные группы [14; 16].

Для улучшения мясной продуктивности с применением методов геномной селекции среди отечественных пород наиболее перспективными считаются овцы российского мясного мериноса. Овцы этой породы скороспелые, крупные, с крепкой конституцией, имеют выраженные мясные формы [3]. Порода однородна и стабильна [8]. С целью повышения генетической разнородности популяции и эффективной селекции планируется увеличение численности мясных линий [10]. На сегодняшний день целевым индикатором при определении мясной продуктивности овец породы РММ считается живая масса. Однако одного параметра недостаточно для успешной селекционной работы и поиска ассоциаций с генами-кандидатами, контролирующими мясную продуктивность у овец. Это требует введения в практику новых показателей для оценки фенотипа, среди которых способы для прижизненной оценки представляет наибольшую значимость [1;7;10].

Таким образом, целью работы является поиск информативных параметров оценки фенотипа у овец породы российский мясной меринос, для дальнейшего использования в программах геномной

селекции, а также применимых для прижизненной оценки мясной продуктивности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в СПК «Племенной завод Вторая пятилетка» Ставропольского края. Объектом исследования служили бараны (n=50) породы российский мясной меринос (РММ) в возрасте одного года. Животные были клинически здоровы, содержались в оптимальных условиях, отвечающих зоотехническим нормам, зоогигиеническим требованиям, не стриженные. Рацион кормления овец составлялся по возрастным нормам [5].

Прижизненную оценку мясной продуктивности проводили в соответствии с сертифицированными методиками, применяемыми при бонитировке [2; 4]. В качестве прижизненных параметров оценки особенностей экстерьера использовались: живая масса при рождении и в год, среднесуточный прирост, высота в холке, высота в крестце, ширина спины и груди, глубина груди. Измерения проводились с помощью рулетки бонитировщика, измерительной ленты и мерного циркуля.

В качестве параметров характеризующих отдельные группы мышц нами были предложены следующие промеры. Обхват предплечья измеряли в области наибольшей толщины мышц предплечья. Обхват плеча определялся измерительной лентой в области границы между средней и нижней третями плечевой кости. Обхват бедра определяли также на границе между нижней и средней третями бедренной кости.

С помощью переносного УЗИ-сканера Edan DUS 60 VET, (линейный датчик, частота 5,0 МГц) определяли толщину и ширину мышечного глазка (ТМГ и ШМГ), толщину жира (ТЖ) и толщину бедренной мышцы (ТБМ), после выстригания (Silva, Afonso et al., 2006).

ТМГ и ШМГ измеряли в области 12-13 поясничных позвонков, а ТЖ в области 2-4 поясничных позвонков (Silva, S. R. et al, 2007). Для оценки параметров бедренной мышцы нами предложено из-

мерение её толщины с помощью УЗИ после выстригания шерсти на границе между нижней и средней третями латеральной поверхности бедра в проекции бедренной кости.

Статистическую обработку данных с подсчетом корреляций по методу Пирсона выполняли в программе Microsoft Excel 2016 (Microsoft, США). Достоверными считали значения при $p < 0,001$. С помощью пакетов прикладных программ Matlab провели нормирование всех значений с их последующим анализом методом главных компонент (principal component analysis, PCA) и визуализацией цифровых значений. Общность (доля общей дисперсии, присутствующей в переменной представленные в матрице нагрузок) вычисляли по формуле:

$$(1) \quad h_i^2 = \sum_{k=1}^M a_{ik}^2$$

График дисперсии получили с использованием плагина для языка "R" [9; 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного нами исследования было установлено, что большинство измеряемых показателей фенотипа не связаны друг с другом. Корреляционный анализ показывает (табл.1), что наиболее сильная положительная связь имеется между живой массой и среднесуточным приростом, а также между высотой в холке и крестце с шириной груди. Параметр «обхват бедра» высоко или умеренно коррелировал со всеми промерами, характеризующими экстерьер, в том числе обхватом плеча и предплечья. В меньшей степени с существующими показателями коррелировали обхват плеча и предплечья. Предложенные характеристики конечностей (обхват бедра, плеча и предплечья) достоверно коррелировали с живой массой при рождении, а также шириной и глубиной груди. Также умеренная положительная корреляция выявлена между шириной и толщиной мышечного глазка. Достоверных отрицательных корреляций не выявлено. Остальные показатели, которые составляют большую часть из исследованных, достоверно между собой не коррелировали.

В таблице 3 суммируется вклад 15 различных измерений тела и отдельных мышечных групп после нормирования, полученных из матрицы ковариаций в формировании главных компонент. Представленные коэффициенты показывают относительный вклад каждого измерения в главные компоненты (фактор), в то время как процент общей дисперсии (общность) используется в качестве индекса для определения доли дисперсии каждого параметра в формировании компонент.

Использование метода главных компонент позволило выявить, что 82,15 % общей изменчивости характеризуют первые шесть компонент (табл.2, рис.1). Первая главная компонента (ГК 1) объясняет 29,57 % общей изменчивости.

Вклад в формирование компоненты вносят параметры характеризующие экстерьер и скороспелость, при этом наибольшее значение вносят предложенные промеры обхват бедра и плеча (Табл.3). Вторая главная компонента (ГК 2) составляет половину от показателя первой. В формировании второй компоненты наибольший вклад вносит промер обхват предплечья, также высокие показатели для ширины спины, толщины и ширина мышечного глаза (Табл.3).

Третья главная компонента (ГК 3) составляет более половины от первой. (Табл.2). В её формировании наибольшее положительное значение имели промеры высоты в холке и крестце, а отрицательное- живая масса и среднесуточный прирост.

Четвертая главная компонента (ГК 4) составляет третью часть от первой компоненты. Параметры мышечного глазка в совокупности и живая масса при рождении в наибольшей степени формировали эту компоненту (Табл.3).

Пятая главная компонента (ГК 5) составляет четвертую часть от ГК 1. В формировании компоненты наибольшее значение играли толщина жира и предложенный параметр толщина бедренной мышцы, который также, наиболее нагружал шестую ГК (Табл.3).

Общность (доля общей дисперсии, присутствующей в переменной) для всех измерений тела баранов-годовиков сильно варьировала. Наибольшую значимость при оценке фенотипических параметров связанных с мясной продуктивностью оказал предложенный нами параметр толщина бедренной мышцы - 0,87, а наименьшую обхват бедра - 0,22. Менее значимым оказался параметр толщина жира, он имел более низкую значимость, по сравнению с толщиной бедренной мышцы - 0,66. Остальные значения в пространстве первых шести главных компонент имели дисперсию ниже 0,5.

ОБСУЖДЕНИЯ

При проведении корреляционного анализа выявили, что обхват бедра, плеча и предплечья имели высоко достоверные взаимосвязи с массой при рождении и большинством показателей характеризующих экстерьер, что согласуется с исследованиями Павловой Е.А., (2004). Положительная и высоко значимая корреляция между измерениями конечностей и тела указывает на высокую прогностическую ценность предложенных для фенотипической оценки промеров [6; 28]. Они могут быть эффективными в прогнозировании массы тела, их выбор в программах разведения может привести к значительному увеличению мясной продуктивности овец [21]. Ожидалось, что живая масса баранов-годовиков будет коррелировать с большинством показателей характеризующих экстерьер и рост у овец породы мясной меринос, так как подобные корреляции наиболее часто встречаются у животных [21;28]. Однако, по результатам нашим исследований, у овец живая масса в год высоко достоверно коррелировала только со среднесуточным приростом ($p < 0,001$, $r = 0,99$). Значения корреляции передних и задних конечностей между живым весом годовалых овец и среднесуточными приростами была слабо достоверной, но положительной, что говорит о том, что улучшение размеров тела на фенотипическом уровне происходит за счет отбора по массе тела. Такой подход используется в практике, но для успешной селекционной

работы требуется его совершенствование и введение в селекционную практику новых информативных промеров [11]. Параметры, определяемые с помощью УЗИ, имели отрицательные и слабо достоверные корреляции со всеми промерами используемых для оценки фенотипа овец в этом исследовании. Тем не менее, характеристики отдельных мышечных групп, полученные прижизненно, нередко используют вместо послеубойных, для описания экстерьера овец и их продуктивных качеств [25]. Наибольшую значимость изучение мышечных групп с помощью УЗИ представляет для геномных исследований, направленных на изучение поиска ассоциаций с генами, контролирующими мясную продуктивность, поэтому определение этих параметров имеет особый научный интерес [31].

Среди использованных для расчета параметров, характеризующих экстерьер и отдельные мышечные группы, большинство не имело стойких корреляционных связей. Выявленные связи отражают закономерности отбора и особенности телосложения овец породы российский мясной меринос [10]. Признаки, между которыми корреляционных связей не выявлено, не взаимозаменяемы и должны быть независимо оценены у каждого животного.

Анализ главных компонент определяет изменчивость отдельных признаков и то, как они влияют на общую фенотипическую изменчивость животного, тем самым давая информативное представление того, какие черты могут быть улучшены с большим успехом посредством отбора [21]. По мнению Khargharia G. et al. (2015), прогнозирование массы тела на основе оценок факторов главных компонент надежнее, чем использование взаимосвязанных индивидуальных линейных параметров экстерьера. Первые шесть компонент в нашем исследовании объясняли более 80 % фенотипической изменчивости.

Первая ГК описывала показатели экстерьера, однако преобладающее влияние на её формирование оказывали обхваты бедра и плеча. О.Н. Osaiuwu с соавт.

(2010), Yakubu A. (2013), A. Kominakis с соавт. (2017) выявили высокий вклад параметров плеча и бедра в формировании главных компонент при оценке фенотипа у овец. Несмотря на это, в нашем исследовании обхват бедра вносил минимальный вклад в долю общей дисперсии. Это может говорить о том, что селекция на увеличение объемов бедра, не имеет отрицательного воздействия на общий состав туши и не влияет на соотношение мышечная масса/кость. Такой подход успешно реализуется в селекционной практике направленной на получение линий овец с увеличенными параметрами бедра, что имеет важное экономическое значение [12; 32; 33].

Наибольшее значение при формировании второй ГК играл предложенный показатель - обхват предплечья. Posbergh C. J., Huson H. J. (2021) при расчете главных компонент сообщали, что длина предплечья вносит вклад в первые две компоненты и входит в группу показателей для прижизненной оценки мясных пород овец [24].

Третья ГК отражала высоту и массу животных, о чем говорят высокие положительные коэффициенты высоты в холке и крестце и отрицательные значимые показатели массы баранов-годовиков и их среднесуточных приростов (Табл.3). Исходя из анализов результатов третьей компоненты, очевидно, что животные отличаются высоким весом, сбитые, коренастые, с выраженными мясными формами, что является особенностью экстерьера овец породы РММ мясных линий [10]. C.J. Posbergh и H.J. Huson (2021) сообщают, что показатели высота в холке и в крестце максимально нагружали первую главную компоненты и имели значения 0,78 и 0,81 соответственно. Также, они отображали общий размер тела, что согласуется с результатами нашего анализа. Akbar M. A. с соавт. (2021) и Osaiyuwu O. H., Akinyemi M. O., Salako A. E. (2010), при изучении фенотипической изменчивости овец выявили высокие коэффициенты нагрузок представляющих массу овец (выше 0,8) в первых компонентах.

Четвертая главная компонента охарактеризована как параметры мышечного глазка. da Silva M. S. et al. (2015) в своей работе на овцах мясной породы выявили, что показатель -объем мышечного глазка, определенный УЗ-сканером на уровне 12-13 поясничного позвонка, высоко нагружал третью основную компоненту, что позволило использовать его не только в качестве промера для описания мускулистости, но и в программах разведения, как высоко достоверный предиктор выхода мяса и овец [19]. В работах Silva, S. R., Afonso, 2006, Silva, S. R. et al, 2007 приводятся данные о высокой корреляции прижизненных показателей полученных с помощью УЗИ и послеубойных характеристик мышечного глазка, что позволяет рекомендовать этот метод исследования для определения мясной продуктивности овец.

Пятая ГК охарактеризована как толщина жира и бедренной мышцы. Толщина жира, определяемая с помощью неинвазивных методов изучения тела овец, вносит значительный вклад в прижизненное определение мясной продуктивности и качества мясных туш [30]. Доля дисперсии у показателя толщина жира один из самых высоких – 0,65. Определение толщины жира играет важную роль в определении качества мяса и мясной продуктивности у овец и имеет обратную зависимость с развитием мышечной массы в поясничной области, что также очевидно и в наших исследованиях [16].

Показатель - толщина бедренной мышцы (ТБМ), вносил наибольший вклад в пятую и шестую компоненты, а также имел наибольшую долю дисперсии. Определение ТБМ с помощью ультразвукового исследования прежде не проводили для описания экстерьера овец. Однако, имеющиеся данные о форме и объеме бедер овец, полученные с помощью компьютерной томографии прижизненно, указывают на высокую прогностическую и селекционную ценность этого признака, имеющем положительные генетические корреляции с признаками мускулистости, а также определяющие более высокий

Таблица 1
Величина коэффициента корреляции (над диагональю) и показатель достоверности (под диагональю) для параметров прижизненной оценки мясной продуктивности у овец породы российский мясной меринос

	Живая масса при рождении, кг	Живая масса баранов-годовалых, кг	Среднесуточный прирост баранов-годовалых, кг	Высота в холке, см	Высота в крестце, см	Ширина груди, см	Глубина груди, см	Обхват плеча, см	Обхват предплечья, см	Обхват бедра, см	УЗИ			
											ТМГ	ШМГ	ТЖ	ТБМ
Живая масса при рождении, кг	0	0,19	0,09	0,11	0,17	0,6	0,12	0,44	0,37	0,47	-0,07	-0,16	0,08	-0,14
Живая масса баранов-годовалых, кг	0,1946	0	0,99	0,04	0,21	0,31	0,15	0,26	0,11	0,24	-0,16	-0,33	0,21	-0,06
Среднесуточный прирост баранов-годовалых, кг	0,5431	p<0,001	0	0,03	0,19	0,26	0,14	0,22	0,07	0,2	-0,16	-0,32	-0,23	-0,04
Высота в холке, см	0,4319	0,775	0,8332	0	0,79	0,27	-0,1	0,13	0,04	0,5	-0,14	-0,33	0	-0,09
Высота в крестце, см	0,2268	0,15	0,1819	p<0,001	0	0,24	0,14	0,37	0,25	0,59	0,09	-0,13	-0,04	-0,11
Ширина спины, см	0,6483	0,0882	0,0927	p<0,001	p<0,001	0,28	-0,01	0,15	-0,29	0,39	-0,24	-0,37	-0,11	-0,06
Ширина груди, см	p<0,001	0,027	0,0716	0,0558	0,0973	0	0,36	0,67	0,45	0,7	-0,16	-0,34	-0,04	-0,04

Продолжение Таблицы 1

Величина коэффициента корреляции (над диагональю) и показатель достоверности (под диагональю) для параметров прижизненной оценки мясной продуктивности у овец породы российский мясной меринос

	Живая масса при рождении, кг	Живая масса баранов-годовалых, кг	Среднесуточный прирост баранов-годовалых, кг	Высота в холке, см	Высота в крестце, см	Ширинаны, см	Ширинана груди, см	Глубина на груди, см	Обхват плеча, см	Обхват предплечья, см	Обхват бедра, см	УЗИ			
	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ	ТМГ
Глубина на груди, см	0,4222	0,3147	0,3486	0,4763	0,3243	0,959	p<0,001	0	0,57	0,39	0,47	0,21	0,09	-0,03	-0,17
Обхват плеча, см	p<0,001	0,068	0,1265	0,3621	p<0,001	0,3126	p<0,001	p<0,001	0	0,62	0,7	0,09	-0,01	-0,13	-0,02
Обхват предплечья, см	p<0,001	0,4627	0,6251	0,768	0,0808	0,0382	p<0,001	p<0,001	p<0,001	0	0,64	0,29	0,13	0,13	-0,03
Обхват бедра, см	p<0,001	0,0886	0,1649	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	0	0,07	-0,21	-0,04	-0,1
ТМГ	0,607	0,2578	0,2737	0,3317	0,5432	0,0953	0,2614	0,144	0,5249	0,041	0,635	0	0,52	0,21	-0,12
ШМГ	0,2689	0,018	0,0231	0,0196	0,3581	0,009	0,0149	0,5524	0,9686	0,3815	0,1507	p<0,001	0	0,08	-0,03
ТЖ	0,5807	0,134	0,1154	0,9965	0,7775	0,4369	0,77	0,812	0,38	0,3808	0,7877	0,138	0,6023	0	0,14
ТБМ	0,3229	0,699	0,77	0,5376	0,4559	0,6627	0,7617	0,2371	0,9155	0,8418	0,5008	0,41	0,8263	0,326	0

Таблица 2

Параметры главных компонент фенотипической изменчивости у овец породы российский мясной меринос

Описание компоненты	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4	ГК 5	ГК 6	Итого
Значения собственных векторов (дисперсия по осям)	4,4372	2,5726	1,9127	1,3721	1,0830	0,94475	-
Доля объясненной дисперсии от общей суммы (в %)	29,5814	17,1509	12,7513	9,1478	7,2204	6,2983	82,15034

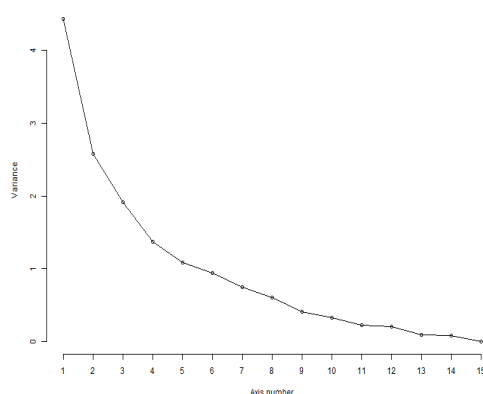


Рис. 2- Дисперсия по осям главных компонент параметров продуктивности у овец породы российский мясной меринос

выход мяса и значимость для конечного потребителя [32]. Также известно, что признаки имеющие наибольшую вариабельность, в нашем исследовании это ТБМ и ТЖ, могут быть применимы в программах разведения для их улучшения, а также выступать в качестве предикторов мясной продуктивности [21].

Полученные результаты корреляционного анализа и оценки отдельных мышечных групп с помощью УЗИ возможно использовать в качестве рутинных исследований для оценки фенотипической изменчивости, как относительно простого метода прогнозирования состава туши овец [17].

При определении фенотипической изменчивости наименьший вклад в общую дисперсию внесли такие показатели как ширина спины и груди, глубина груди, обхват плеча, предплечья и бедра, ширина мышечного глазка. Полученный результат общности не означает, что эти параметры не важны для оценки фенотипа овец породы российский мясной меринос. Уменьшение набора переменных с помощью анализа главных компонент предполагает, что измерения телосложения и роста могут быть сокращены до нескольких признаков. Этот аспект важен для сокращения времени и стоимости,

Таблица 3

Вклад отдельных показателей фенотипа овец породы российский мясной меринос в общее значение пяти главных компонент

Координаты параметров							
Наименование параметра	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4	ГК 5	ГК 6	Общность
Живая масса при рождении, кг	0,263334	0,121162	-0,03633	-0,38541	-0,1511	-0,42143	0,434320968
Живая масса баранов-годовиков, кг	0,250601	-0,22532	-0,46846	0,223975	0,252625	0,16541	0,474372149
Среднесуточный прирост баранов-годовиков, кг	0,228321	-0,23711	-0,472	0,264172	0,273523	-0,13337	0,493529646
Высота в холке, см	0,247775	-0,24409	0,486406	0,089477	0,068281	-0,02916	0,371083156
Высота в крестце, см	0,307747	-0,09271	0,368209	0,306905	0,16708	0,013835	0,361179376
Ширина спины, см	0,227568	-0,36586	0,268603	0,131037	-0,02687	0,081704	0,282359163
Ширина груди, см	0,379476	0,064018	-0,06678	-0,328	-0,11753	0,006172	0,273993557
Глубина груди, см	0,217649	0,297538	-0,14123	0,175505	-0,1655	0,253639	0,278369867
Обхват плеча, см	0,364616	0,252011	-0,07715	-0,03487	-0,05415	0,269505	0,279187155
Обхват предплечья, см	0,254407	0,410988	-0,04451	-0,06885	0,15942	-0,01758	0,266080396
Обхват бедра, см	0,423041	0,129875	0,144804	-0,02273	0,000186	0,083905	0,224356353
Толщина мышечного глазка, мм	-0,03838	0,39546	0,111681	0,428087	0,224378	-0,17404	0,434228754
Ширина мышечного глазка, мм	-0,17308	0,385049	0,061828	0,329823	0,023082	0,076947	0,297277833
Толщина жира, мм	-0,06003	0,16867	0,20526	-0,24623	0,544933	-0,47763	0,659898587
Толщина бедренной мышцы, мм	-0,06928	-0,03573	-0,01963	-0,33855	0,622781	0,600693	0,869763039

необходимых для проведения замеров [26]. Тем не менее, обхват плеча, предплечья и бедра, а также ширина мышечного глазка значительно нагружали первую, вторую и четвертую ГК описывающих телосложение и рост. Эти показатели, полученные прижизненно, целесообразно использовать в полногеномном поиске ассоциаций для выявления генов формирующих фенотип овец мясных овец. Полученные данные представляют большое значение в геномной оценке и дальнейшей селекционно-племенной работе [15;18;27].

ВЫВОДЫ

Для оценки фенотипа овец породы российский мясной меринос предложено использовать следующие параметры, определяемые с помощью метода ультразвукового исследования: толщина бедренной мышцы и толщина жира. Эти параметры оказались наиболее значимыми среди показателей, рекомендуемых для прижизненной оценки мясной продуктивности.

Нами были выявлены признаки, которые имели меньший коэффициент дисперсии: ширина спины и груди, глубина груди, обхват плеча, предплечья и бедра, ширина мышечного глазка. Эти показатели целесообразно использовать в полногеномном поиске ассоциаций для выявления генов формирующих фенотип овец мясных овец.

ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF NEW PHENOTYPE PARAMETERS OF RUSSIAN MEAT MERINO SHEEP BY PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

ABSTRACT

Phenotype assessment is an important process in breeding practice and for studying the influence of genes that shape the productive qualities of sheep. As a result of many years of selection and breeding work, the existing indicators fixed in the breed have lost their supposed potential, which dictates the need to search for new indicators that more accurately characterize the meat productivity of sheep. The aim of the work is to assess the informativeness of phenotype parameters in Russian meat merino sheep by

the method of principal component analysis, for further use in genomic selection programs, as well as applicable for in vivo assessment of meat productivity. For the first time, new methods of assessing the exterior and interior for the study of meat productivity have been proposed and their efficiency has been determined for russian meat merino (RMM) sheep. The possibility of determining the size of individual muscle groups using such parameters as the girth of the shoulder, forearm and thigh by instrumental methods, as well as measuring the thigh muscle thickness and fat thickness (TMT and FT) in the lumbar region using ultrasound was studied. The object of the study was the one-year-old rams ($n = 50$) of the Russian Meat Merino (RMM) breed. To assess the significance of the proposed measurements, in comparison with those used in existing practice, the principal component method and correlation analysis were used. In the course of the work carried out, it was found that measurements: thigh volume, forearm girth had the most significant correlations with all parameters describing the exterior of the PMM breed. Based on the analysis of the main components, it was determined that the first six components in our study explained more than 80% of phenotypic variability. Thus, the proposed parameters determined by ultrasound: TMT and FT are advisable to use for the phenotypic assessment of the conformation of sheep of the RMM breed, especially when searching for genomic associations with productive qualities.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Агаркова Н .А. Продуктивность и биологические особенности овец породы джалгинский меринос при внутри- и межлинейном подборе : дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2020. 136 с.
- 2.Буйлов С. В., Винников Н. И., Хамицаев В. С. Методика оценки мясной продуктивности овец. Дубровицы, Московская область: ВИЖ, 1978. 49 С.
- 3.Временный порядок и условия проведения бонитировки племенных овец породы российский мясной меринос / М. И. Селионова [и др.] //Сельскохозяйственный

- журнал. 2017. Т. 2. №. 10. С. 10-16 (а)
4. Методические рекомендации по раннему прогнозированию, отбору и выращиванию высокопродуктивных баранов-производителей тонкорунных и полутонкорунных пород [Электронный ресурс] / Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. ин-т овцеводства и козоводства ; Сост.: В. А. Мороз и др. Ставрополь : [б. и.], 2001. 29 с.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. Справочное пособие. 3-е издание перераб. и доп. Москва: 2003. 456 с.
6. Павлова Е. А. Потребительские свойства баранины и мясная продуктивность молодняка овец ставропольской породы в зависимости от живой массы при убое : дис. ... канд. техн. наук : Москва, 2004 166 с.
7. Фенотипические корреляции и наследуемость признаков чистопородным и помесным молодняком с разной кровностью по австралийскому мясному мериносу / Е. Н. Чернобай [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 6. С. 121-126.
8. Целевые индикаторы и признаки породы российский мясной меринос / М. И. Селионова [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. 2017. Т. 2. №. 10. С/ 16-23. (b)
9. Шипунов А. Б., Балдин Е. М., Волкова П. А. и др. Наглядная статистика. Используем R [Электронный ресурс]. URL: <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Shipunov-rbook.pdf>. (Дата обращения: 10.07.2021).
10. Шумаенко С. Н. Эффективность линейного разведения в хозяйствах-оригинаторах породы российский мясной меринос // Сельскохозяйственный журнал. 2020. №. 2. С. 59-65.
11. Abbasi M. A., Ghafouri-Kesbi F. Genetic (co) variance components for body weight and body measurements in Makooei sheep // Asian-Australasian journal of animal sciences. 2011. Т. 24. №. 6. С. 739-743.
12. Accuracy of in vivo muscularity indices measured by computed tomography and their association with carcass quality in lambs / E. A. Navajas [et al.] // Meat Science. 2007. Т. 75. №. 3. С. 533-542.
13. Akbar M. A. et al. Principal Component Analysis of Morphometric Traits Explain the Morphological Structure of Thalli Sheep. – 2021. Pakistan J. Zool., pp 1-6, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20200220060257>
14. Combined GWAS and ‘guilt by association’-based prioritization analysis identifies functional candidate genes for body size in sheep / A. Kominakis [et al.] // Genetics Selection Evolution. 2017. Т. 49. №. 1. С. 1-16. DOI 10.1186/s12711-017-0316-3
15. Detailed phenotyping identifies genes with pleiotropic effects on body composition / S. Bolormaa [et al.] // BMC genomics. 2016. Т. 17. №. 1. С. 1-21.
16. Evaluating the effects of the c.* 1232G> A mutation and TM-QTL in Texel× Welsh Mountain lambs using ultrasound and video image analyses / A. Y. Masri [et al.] // Small Ruminant Research. 2011. Т. 99. №. 2-3. С. 99-109.
17. Evaluation of ultrasound scanning to predict carcass composition of Austrian meat sheep / L. Grill [et al.] // Small Ruminant Research. 2015. Т. 123. №. 2-3. С. 260-268.
18. Genome-wide association study of body weight in Australian Merino sheep reveals an orthologous region on OAR6 to human and bovine genomic regions affecting height and weight / H. A. Al-Mamun [et al.] // Genetics Selection Evolution. 2015. Т. 47. №. 1. С. 1-11.
19. Greenwood P. L. Prediction of dressing percentage, carcass characteristics and meat yield of goats, and implications for live assessment and carcass-grading systems // Animal Production Science. 2020. Т. 61. №. 3. С. 313-325.
20. MathWorks – Центр компетенций [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/> Режим доступа: свободный (дата обращения: 07.08.2020).
21. Morphological structure of Zulu sheep based on principal component analysis of body measurements / B. S. Mavule [et al.] // Small Ruminant Research. 2013. Т. 111. №. 1-3. С. 23-30.

22. Morphological variation in the horse: defining complex traits of body size and shape / S. A. Brooks [et al.] // *Animal Genetics*. 2010. T. 41. C. 159-165.
23. Osaiyuwu O. H., Akinyemi M. O., Salako A. E. Factor analysis of the morphostructure of mature Balamí sheep // *Res. J. Anim. Sci.* 2010. T. 4. №. 2. – C. 63-65.
24. Posbergh C. J., Huson H. J. All sheeps and sizes: a genetic investigation of mature body size across sheep breeds reveals a polygenic nature // *Animal Genetics*. 2021. T. 52. №. 1. C. 99-107.
25. Prediction of carcass composition through measurements in vivo and measurements of the carcass of growing Santa Inês sheep / M. B. Gomes [et al.] // *PloS one*. 2021. T. 16. №. 3. C.
26. Principal component analysis for evaluating a ranking method used in the performance testing in sheep of Morada Nova breed / M. S. da Silva [et al.] // *Semina: Ciências Agrárias*. 2015. T. 36. №. 6. C. 3909-3921
27. Principal component analysis of morphological traits of Assam hill goat in eastern Himalayan India / G. Khargharia [et al.] // *J. Anim. Plant Sci.* 2015. T. 25. №. 5. C. 1251-1258.).
28. Salako A. E. Principal component factor analysis of the morph structure of immature Uda sheep // *Int. J. Morph.* 2006. № 24, (4). pp. 571-574
29. Shirzeyli F. H., Lavvaf A., Asadi A. Estimation of body weight from body measurements in four breeds of Iranian sheep // *Songklanakarin Journal of Science & Technology*. 2013. T. 35. №. 5.
30. Sgar J. Visible hyperspectral imaging for predicting Intra-muscular fat content from sheep carcasses : дис. – Murdoch University, 2020.
31. Single loci and haplotypes in CAPN1 and CAST genes are associated with growth, biometrics, and in vivo carcass traits in Santa Inês sheep / A. L. Machado [et al.] // *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. 2020
32. Silva S. R. et al. In vivo estimation of sheep carcass composition using real-time ultrasound with two probes of 5 and 7.5 MHz and image analysis // *Journal of animal science*. 2006. T. 84. №. 12. C. 3433-3439. doi:10.2527/jas.2006-154
33. Silva, S. R., Guedes, C. M., Santos, V. A., Lourenço, A. L., Azevedo, J. M. T., & Dias-da-Silva, A. (2007). Sheep carcass composition estimated from Longissimus thoracis et lumborum muscle volume measured by in vivo real-time ultrasonography. *Meat Science*, 76(4), 708–714. doi:10.1016/j.meatsci.2007.02.009
34. The effects of selection indices for sustainable hill sheep production on carcass composition and muscularity of lambs, measured using X-ray computed tomography / N. R. Lambe [et al.] // *Animal*. 2008. T. 2. №. 1. C. 27-35.
35. Yakubu A. Principal component analysis of the conformation traits of Yankasa sheep // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2013. T. 29. №. 1. C. 65-74.