

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-119-138

УДК 636.03



Научная статья | Общее животноводство

## ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШЕРСТНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ТУВИНСКИХ КОЗЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

*Р.Ш. Иргит, А.А. Ходусов, М.Е. Пономарева,  
С.Н. Ондар, Р.Ш. Салбырын, М.И. Донгак*

*Стратегия сохранения генетического разнообразия подразумевает культивирование уникальных аборигенных пород животных. Тувинские грубошерстные козы являются относительно многоплодными, умеренно скороспелыми, и, кроме хорошей мясной продуктивности, обладают уникальными хозяйственно полезными признаками – очень тонким пухом.*

*Цель исследования – выявление возрастных особенностей морфометрических показателей шерстного покрова тувинских грубошерстных козлов и козчиков с применением оптического анализатора диаметра шерстных волокон OFDA – 2000. Исследованы образцы шерсти тувинских козлов возраста старше 3 лет ( $n=14$ ) и козчиков возраста 18 месяцев ( $n=20$ ). Длина пуховой зоны шерсти у козлов и козчиков составляет  $5,14 \pm 0,33$  см и  $4,45 \pm 0,15$  см соответственно, доля пуховых волос (диаметр менее 30 мкм) в штапеле – от  $85,0 \pm 1,23\%$  до  $87,37 \pm 1,34\%$ . Количество переходных волос находится на уровне  $3,85 \pm 0,82$ – $4,62 \pm 0,65\%$  ( $Cv$  62,51–79,90%). С возрастом у животных просматривается тенденция к огрублению волокон, об этом свидетельствует как смещение пика гистограммы с  $16,20 \pm 0,40$  мкм у козчиков к  $17,43 \pm 0,43$  мкм у козлов, так и содержание в структуре шерсти волос, относящихся к ости (шерсть козлов содержит в 7,2 раза больше волокон с диаметром больше 90 мкм).*

*Считаем, что при селекции тувинских коз для получения высококачественного пуха с наименьшим диаметром волокон, помимо длины пуха и его диаметра, необходимо особое внимание уделять наличию в шерсти волос переходного типа ( $30,1$ – $52,5$  мкм).*

**Ключевые слова:** тувинские козы; тонина пуха; пуховые козы; уравненность тонины пуха

*Для цитирования.* Иргит Р.Ш., Ходусов А.А., Пономарева М.Е., Ондар С.Н., Салбырын Р.Ш., Донгак М.И. Особенности показателей шерстной продуктивности тувинских козлов в зависимости от возраста // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023. Т. 15, №3. С. 119-138. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-119-138

Original article | Animal Husbandry

## INDICATORS OF DOWNY FIBER DIAMETER OF TUVA MALE GOATS DEPENDING ON AGE

**R.Sh. Irgit, A.A. Khodusov, M.E. Ponomareva,  
S.N. Ondar, R.Sh. Salbyryn, G.L. Oyun**

*The strategy for the conservation of genetic diversity involves the cultivation of unique native breeds of animals. Tuva coarse-haired goats are relatively prolific, moderately early maturing, and, in addition to good meat productivity, have unique economically useful traits – very thin fluff. The purpose of the study was to study the productive indicators of Tuva coarse-haired goats and goats to identify age-related features of the morphometric parameters of the coat using an OFDA-2000 optical analyzer of the diameter of wool fibers. 18 months (n=20). The length of the down is  $5.14 \pm 0.33$  cm and  $4.45 \pm 0.15$  cm in goats and goats, respectively. The proportion of downy hair (diameter less than 30  $\mu\text{m}$ ) in the staple ranges from  $85.0 \pm 1.23\%$  to  $87.37 \pm 1.34\%$ . The amount of transitional hair is at the level of  $3.85 \pm 0.82$ - $4.62 \pm 0.65\%$  (Cv 62.51-79.90%). With age, the animals tend to coarsen the fibers, this is evidenced by both the shift of the histogram peak from  $16.20 \pm 0.40$   $\mu\text{m}$  in goats to  $17.43 \pm 0.43$   $\mu\text{m}$  in goats, and changes in the structure of hair related to the awn (goat wool contains 7.2 times more fibers with a diameter of more than 90 microns). We believe that when selecting Tuva goats to obtain high-quality down with the smallest fiber diameter, special attention should be paid, in addition to the length of the down and its diameter, to the presence of a transitional hair type (30.1-52.5  $\mu\text{m}$ ).*

**Keywords:** tuvan goats; fur fiber diameter; downy goats; uniformity of fur fiber diameter

**For citation.** Irgit R.Sh., Khodusov A.A., Ponomareva M.E., Ondar S.N., Salbyryn R.Sh., Oyun G.L. Indicators of Downy Fiber Diameter of Tuva Male Goats Depending on Age. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2023, vol. 15, no. 3, pp. 119-138. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-3-119-138

## **Введение**

Одним из наиболее адаптируемых видов скота на всех континентах являются козы, мировая популяция которых насчитывает 800 миллионов голов и 560 пород, что составляет 12% от общего числа зарегистрированных пород млекопитающих [15]. В России по численности коз первое место занимает Республика Тува, основное поголовье которых представлено советской шерстной породой и популяциями местных тувинских грубошерстных коз [18]. На основании информации, собранной в книгах учета администраций поселков, численность тувинских грубошерстных коз в 2019 году определена на уровне 7200 голов [4].

В селекционном процессе существует противоречие между тенденцией отказа от уникальных качеств аборигенных животных в пользу высокопродуктивных специализированных пород благодаря интенсификации животноводства и пониманием необходимости стратегии сохранения генетического разнообразия внутри пород и между ними, что позволяет избежать дальнейшей утраты генетических ресурсов [23]. Усиливающийся отбор в местных популяциях, сопровождающийся стандартизацией признаков, серьезное сокращение неконтролируемого размножения среди пород, приводит к фрагментации исходных генофондов [25].

Помимо того, что аборигенные козы неприспособлены к условиям кормления и содержания и лучше других животных используют самые труднодоступные горные пастбища, употребляя при этом большинство грубых кормов, они являются относительно многоплодными и умеренно скороспелыми. При этом, кроме хорошей мясной продуктивности местные козы обладают уникальными хозяйственно полезными признаками – очень тонким пухом [16]. Эти качества проявляются и в скрещивании. Среди помесных животных, полученных от скрещивания аборигенных коз с козлами советской шерстной породы, выделяют группы с полутонкой и полугрубой шерстью, при этом тонина шерсти у помесных козочек находится в пределах  $28,2 \pm 1,3$  –  $28,0 \pm 1,5$  мкм, а у козчиков от  $26,2 \pm 1,3$  до  $31,1 \pm 1,3$  мкм [13, 14].

Разведение коз для получения пуха является наиболее экономически обоснованным, если диаметр волокна менее 19 мкм, такой пух классифицируется как кашемир. Самый тонкий пух ( $14,5$  –  $17,0$  мкм) является отличительной чертой аборигенных коз Центральной Азии [19]. Самый дорогой пух получают от коз породы Чангтанги (Changthangi), он имеет средний диаметр 10-14 мкм, что обусловлено в том числе условиями содержания животных: высота пастбищных угодий над уровнем моря и их

качество, холодный и засушливый климат (3700-4500 м над уровнем моря и значительные сезонные и суточные колебания температуры – от 35°C до -40°C) [24].

По данным Masoni, I.L. [21], все значимые породы коз, от которых получают кашемир, принадлежат к одной группе, называемой среднеазиатскими козами. По данным Бекетова С.В. с соавторами, популяции тувинской местной козы генетически делится между двумя основными группами, в одной из которых объединены преимущественно монгольские аборигенные популяции, а в другой – среднеазиатские породы [5].

При этом необходимо отметить, что тонина пуха является не только породным признаком, но и во многом зависит и от условий кормления, возраста, пола и физиологического состояния животных [10]. Так, например, у коз алтайской белой пуховой породы выявлены возрастные особенности тонины пуха – данный показатель в возрасте 1 год составляет  $18,5 \pm 0,25$  мкм, а у взрослых животных –  $20,9 \pm 0,37$  мкм [3, 7].

В исследованиях Петрова Н.И. установлено, что корреляционная связь между начёсом пуха и его длиной составляет 0,76, между тониной пуховых волокон и начёсом пуха – 0,82, между длиной и тониной пуховых волокон – 0,91. У коз, имеющих высокую пуховую продуктивность, пуховые волокна более длинные и грубые по сравнению с низкопродуктивными животными, пуховые волокна у которых короче и тоньше [11].

В исследованиях Панина В.А., 2022 была установлена зависимость тонины пуха от типа шерстного покрова у коз оренбургской породы. У коз с длинной остью и значительно меньшей длиной пуха диаметр составил  $15,95 \pm 0,27$  мкм, если пух по длине равен ости или незначительно уступает ей то  $17,55 \pm 0,31$  мкм и в группе животных, у которых пух перерастает ость и образует косицы –  $18,05 \pm 0,23$  мкм, при этом животные третьей группы имеют начёс пуха на 34,9% больше, по сравнению с первой [9].

Положительное влияние на тонины пуховых волокон оказывает сбалансированное кормление коз, так добавление в рацион в возрасте 4-6 месяцев, метионина в количестве 11 мг на гол/сут, и в 12-18 месяцев фелуцена, позволяет получить от животных пуховые волокна тоньше на 0,9 мкм в возрасте 10 месяцев и на 1,4 мкм – в возрасте 19 месяцев, чем при обычном питании [9].

Альмеев И.А. с соавторами [1] и другие авторы [12, 17] сообщают о применении оптического анализатора диаметра шерстных волокон OFDA – 2000 для оценки качества шерсти при совершенствовании селекционной работы с козами в частных стадах. Согласно их данным тонина

пуховых волокон кыргызских пуховых коз составляет в среднем  $19,6 \pm 0,3 - 21,5 \pm 0,46$ , у козоматок  $17,5 \pm 0,32 - 18,5 \pm 0,33$  мкм, в годовалом возрасте пух у животных тоньше – у козчиков  $16,8 \pm 0,33$ , у козочек соответственно  $16,3 \pm 0,34 - 17,2 \pm 0,26$  мкм. Длина пуховых волокон составляет у козлов-производителей в среднем 9,8 см, с колебаниями от 7,0 до 14,0 см, у козоматок в среднем 7,9 см с колебаниями от 6,5 до 11,0 см, у годовалых козочек соответственно 8,7 см и 6,5-9,0 см. В селекционно-племенной работе для утонения пуха авторы рекомендуют использовать козлов-производителей кашмирского типа монгольской породы, естественная длина пуховых волокон у которых равна в среднем 4,6 см, а остевых – 7,6-8,8 см, при тонине пуха  $13,9 \pm 0,25$  мкм.

Мировое производство кашемира по сравнению с 1991 выросло в 4 раза и составило 20000 тонн. Основным производителем кашемира является Китай (70%), на втором месте Монголия (20%). Остальное производство козьего пуха сосредоточено в Иране, Афганистане, бывших республиках СССР, Индии, Турции и Пакистане [20]. Производство кашемира могло бы стать важной отраслью сельского хозяйства, особенно в условиях республики Тывы, с ее обширными горными, предгорными и полупустынными пастбищами, малоподходящими для других животных. В опубликованной литературе имеется отрывочные сведения о качестве пуха тувинских коз разных возрастов, работы о соотношении в штапеле волокон различного диаметра практически отсутствуют. Поэтому выявление зависимостей тонины пуха от разных факторов, как генотипических, так и паратипических, является актуальным и значимым для практики.

**Цель исследования** – изучение продуктивных показателей для выявления возрастных особенностей морфометрических показателей шерстного покрова тувинских козлов и козчиков. Данные исследования необходимы для проведения полноценной селекционной работы в популяциях тувинских коз. При этом изучение тонины и уравниности пуха с применением оптического анализатора диаметра шерстных волокон OFDA – 2000, является одним из наиболее объективных и информативных методов, позволяющих выявить, в том числе структуру волосного покрова.

### **Материалы и методы исследования**

Объектами исследования послужили тувинские аборигенные козлы-производители в возрасте старше 3 лет ( $n=14$ ) и ремонтные козлики в возрасте 18 месяцев ( $n=20$ ) из СППК «Уургай» Эрзинского района, расположенного в юго-восточной части Республики Тыва, на высоте над уров-

нем моря 1102 м. Климат в данной местности весьма суровый: в зимний период, длящийся около 180 дней средняя температура составляет минус 30°C и может понижаться до минус 60°C, в летний период температура в среднем +18°C, а максимальная +40°C.

У животных в апреле 2021 года во время бонитировки была измерена живая масса путем индивидуального взвешивания после 15-часовой голодной выдержки с точностью до 0,1 кг. Образцы шерсти отбирали с бока за лопаткой, шерсть исследовали с применением оптического анализатора диаметра волокон OFDA 2000 в лаборатории Ставропольского ГАУ [22]. Диаметр волокон определяли, делая срез, отступив 5-7 мм от низа штапеля. В штапеле были проведены измерения естественной длины пуха и остевых волос линейкой с точностью до 5 мм.

При изучении морфологического состава шерсти, волокна разделяли согласно ГОСТ 2260-2006, на пух (средняя тонины от 5 до 30 мкм), переходное волокно (тонины от 30,1 до 52,0 мкм) и ость (тонины более 52,1 мкм). Ость в зависимости от тонины подразделяли на волокно тонкое (52,1-75,0 мкм), среднее (75,1-90,0 мкм) и грубое (90,1 мкм и более).

Все полученные цифровые данные обработали при помощи пакета статистического анализа Microsoft Excel 2007.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Исследуемая группа козлов-производителей в возрасте старше трёх лет имела среднюю живую массу 61,24±1,63 кг с отклонением до 17 кг, чего не наблюдается у молодых особей, у которых при  $C_v=2,46$  максимальное отклонение от среднего составляет 1,6 кг (таблица 1). У козлов-производителей обнаруживается корреляция между живой массой и длиной ости на уровне 0,52, при этом длина пуховой зоны косицы не имеет зависимости от данного показателя. У исследуемых групп обоих возрастов не отмечено корреляции живой массы как с тониной пуха, так и со средней тониной волокон в штапеле.

Несмотря на то, что средняя живая масса имеет достоверные отличия в зависимости от возраста, средняя длина пуховой зоны косицы, достоверных отличий не имеет, при этом у взрослых животных максимальная длина на 2 см больше. В то же время достоверные отличия наблюдаются между группами по длине ости и соотношению длины разных типов волос, при этом максимальный показатель по соотношению наблюдается у козликов и составляет 0,86. Таким образом можно сделать вывод, что у всех изученных животных пуховая зона короче ости. Необходимо отметить, что показатель отношения длины пуховой зоны к длине ости не зависит

от длины волокон и к примеру коэффициент 0,53-0,56, встречается как у козлов с длиной ости 15 см, так и у относительно коротковолосых животных (9 см), у козчиков при длине ости 7 см соотношение с пуховой зоной может составлять как 0,57, так и 0,86, при этом коэффициент корреляции между длиной пуховых и кроющих волокон находится на уровне 0,48-0,52.

Таблица 1.

**Живая масса и длина шерсти тувинских козлов и козчиков**

Группа животных	Показатели	Живая масса, кг	Длина остевых волос, см (ДО)	Длина пуховой зоны, см (ДП)	ДП/ДО
Козлы старше 3-х лет	M±m	61,24±1,63	12,43±0,73	5,14±0,33	0,42±0,03
	lim	44,20-70,20	9,00-19,00	4,00-8,00	0,31-0,64
	Cv	9,94	22,03	23,94	22,88
Козлики 18 мес.	M±m	36,34±0,20	8,30±0,27	4,45±0,15	0,54±0,02
	lim	35,00-38,00	7,00-11,00	4,00-6,00	0,44-0,86
	Cv	2,46	14,68	15,42	16,04
p		$1,697 \times 10^{-9}$	$4,212 \times 10^{-5}$	0,1506	$3,076 \times 10^{-5}$

В связи с тем, что на основе массива тувинских грубошерстных коз, разводимых в СППК «Уругай» создаётся новый пуховый тип тувинских коз, был проведён анализ по соответствию минимальным требованиям к основным селекционируемым признакам козлов старше трёх лет и козчиков в возрасте 18 месяцев. Минимальным требованиям, предъявляемым к живой массе, соответствуют 42,8% козлов (63 кг) и 100% козчиков (35 кг). При этом необходимо отметить, что 21,4% взрослых животных 36% козчиков относятся к классу элита и имеют живую массу больше 65 и 37 кг соответственно. Необходимо отметить что пуховая зона шерсти у всех животных имеет длину не менее 40 мм и соответствует требованиям ГОСТ 2260-2006.

Помимо длины пуха, важнейшим показателем качества является его тонина, в связи с этим образцы шерсти были исследованы с применением оптического анализатора диаметра волокон OFDA 2000, в результате чего были получены гистограммы, позволившие изучить морфологический состава штапеля шерсти. В таблице 2 представлены данные по процентному содержанию разных типов волокон (пух, переходное волокно, ость) в шерсти животных.

Анализ морфологического состава косицы показал, что наибольшее количество приходится на пуховые волокна (тонина менее 30 мкм) у козлов в среднем  $85,0 \pm 1,23\%$ , а у козчиков недостоверно выше  $87,37 \pm 1,34\%$ , при этом у молодых животных данный показатель менее консолидирован,

чем у взрослых за счёт того, что встречаются единичные животные с показателем 69,59%, в то время, как у взрослых животных данный показатель не опускается ниже 78%. При расчёте зависимости между содержанием пуховых волокон и их тониной у козлов таковой не было установлено, в то время, как у козчиков она составила 0,43.

Таблица 2.

**Соотношение волокон разных типов в штапеле шерсти  
тувинских козлов и козчиков, %**

Группа	Показатели	Пух (до 30 мкм)	Переходный волос (30.1-52.5 мкм)	Ость >52,6 мкм			
				всего	тонкая (53-75 мкм)	средняя (76-90 мкм)	грубая >90 мкм
Козлы (старше 3-х лет)	M	85,00	3,85	11,15	3,68	2,76	4,71
	±m	1,23	0,82	1,14	0,67	0,51	1,09
	Cv	5,43	79,90	38,24	68,03	69,36	86,52
	lim	78,20-94,15	0,41-9,73	4,49-19,48	0,31-8,47	0,73-6,40	0,20-14,77
Козлики (18 мес)	M	87,37	4,62	8,01	5,69	1,67	0,65
	±m	1,34	0,65	1,04	0,75	0,29	0,15
	Cv	6,84	62,51	57,82	58,77	76,45	105,13
	lim	69,59-95,35	1,91-15,16	1,58-18,15	1,22-12,33	0,10-3,90	0,00-2,08
p		0,1107	0,8913	0,1219	0,0997	0,0518	0,0019

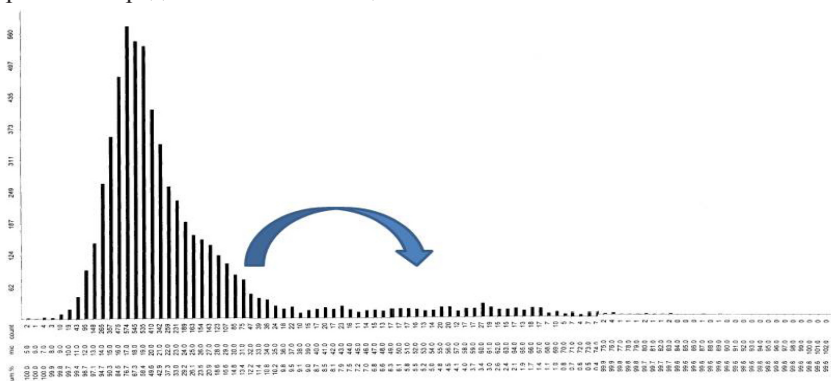
Согласно ГОСТ 2260-2006 в немытом классированном козьем пухе нормируется содержание остевых волос по массе, от 10% для первого класса, 20% для второго, до 40% для третьего и более 40% для четвертого, однако более тщательная градация по подклассам предусмотрена по тонине волокна. К первому подклассу первого класса тонкого пуха относят волокна с тониной менее 16,5 мкм, к второму подклассу относят пух с диаметром 16,6-19,0 мкм, волокна с диаметром от 19,1 до 22,0 мкм относятся к среднему пуху первого подкласса, а ко второму подклассу принадлежат волокна с тониной 22,1-25,0 мкм. Таким образом, важным показателем в характеристике шерсти коз является наличие переходного типа волокон, так как при их отсутствии, за счёт разницы в сроках линьки пуховых и остевых волос удаётся начесать более тонкий пух относящийся к высокому классу. Несмотря на отсутствие достоверной разницы между средними значениями содержания переходных волокон необходимо отметить, что у взрослых козлов данный показатель не превышает 9,73% в то время как у отдельных козчиков он может достигать



15,16%. В то же время у животных старше 3-х лет встречаются очень низкие показатели на уровне 0,41%, а среди 18-месячных не ниже 1,91%. Значительной разницей между индивидуальными показателями обусловлена высокая вариативность в группах достигающая 62,51-79,90%, что свидетельствует о широких возможностях по селекции животных в данном направлении.

В среднем количество остевых волос (диаметр >52,6 мкм) не имеет достоверных отличий несмотря на более высокий показатель у козлов ( $11,15 \pm 1,14\%$ ) по сравнению с козликами ( $8,01 \pm 1,04\%$ ), однако интересным является то, что содержание в шерсти грубой ости (диаметр >90 мкм) у молодых животных достоверно ниже, чем у взрослых, при этом встречаются козлики у которых такие волокна в штапеле отсутствуют.

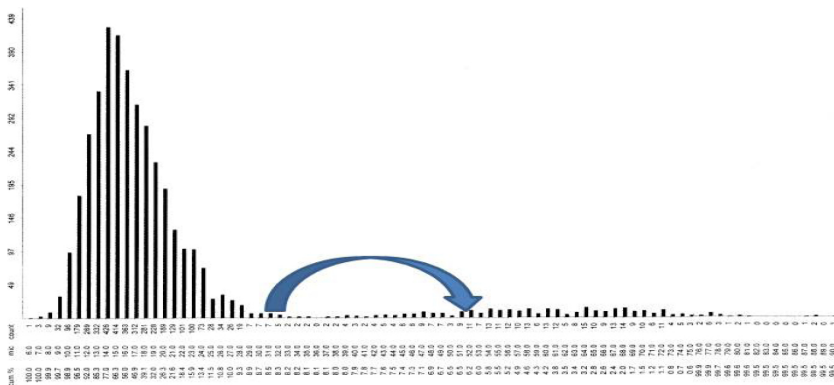
Необходимо отметить, что средняя тонина по штапелю, которую рассчитывает OFDA 2000, не характеризует тонину пуха, однако использование гистограмм распределения волокон по тонине сформированных данным прибором (рисунок 1, 2) после дополнительных расчётов с использованием пакета статистического анализа Microsoft Excel 2007, позволяет установить тонину отдельных групп волокон, результаты данных расчётов представлены в таблице 3.



**Рис. 1.** Гистограммы козлика (18 мес.) №6117  
(стрелкой обозначена зона переходного волоса)

На рисунках 1 и 2 представлены гистограммы, полученные при исследовании шерсти на оптическом анализаторе диаметра волокна OFDA 2000, на которых видно, что распределение волокон по диаметру может иметь значительные как сходство, так и отличия по отдельным типам волокон. Несмотря на одинаковое отсутствие грубой ости на представленных гистограммах в остальном они имеют значительные отличия. Козлик №6155

(рисунок 2) имеет оптимальную гистограмму для пухового направления продуктивности – пуховые волокна начинаются с диаметра 5 мкм, наибольшее количество имеет диаметр 14 мкм, общее количество составляет 91,73%, а переходный волос практически отсутствует (2,56% от общего количества). Гистограмма, приведённая на рисунке 1 принадлежащая козлику №6117, напротив является примером нежелательного типа животного для пухового направления продуктивности, так как несмотря на то, что пик гистограммы находится на 17 мкм и пуховые волокна начинаются с диаметра 6 мкм, переходные волосы составляют 8,18% от общего количества волокон в штапеле. Необходимо отметить, что чем ниже показатель переходного волоса, тем выше выход чистого пуха и тем лучше показатели его тонины, об этом свидетельствуют данные представленные в таблице 3.



**Рис. 2.** Гистограммы козлика (18 мес.) №6155 (стрелкой обозначена зона переходного волоса)

Несмотря на отсутствие достоверности в содержании разных типов волокон, за счёт большего содержания грубой ости у козлов, просматривается тенденция на огрубление волокон с возрастом, об этом свидетельствует, как смещение пика гистограммы с  $16,20 \pm 0,40$  мкм у козличков, к  $17,43 \pm 0,43$  мкм у козлов, так и достоверное увеличение средней тонины по штапелю с  $23,27 \pm 0,83$  мкм до  $27,23 \pm 1,02$  мкм.

Анализ представленных данных показывает, что у молодых животных диаметр пуховых волокон достоверно меньше на 1,2 мкм, чем у взрослых и в среднем по группе составляет  $18,04 \pm 0,30$  мкм, при этом в группе у козлов колебания тонины пуха находилась в пределах от  $17,40 \pm 0,07$  мкм до  $21,80 \pm 0,06$  мкм, а у козличков от  $16,00 \pm 0,03$  мкм до  $20,70 \pm 0,05$  мкм. При

требованиях предъявляемых к формируемому пуховому типу тувинских коз к козлам класса элита толщина пуха не более 22,5 мкм все животные старше 3-х лет соответствуют данному параметру. Среди козчиков классу элита (тонина меньше 19,5 мкм) соответствуют 90% животных, 5% относятся к 1 классу (тонина меньше 20,5 мкм) и 5% обследованных животных в возрасте 18 месяцев подлежат выбраковке по данному признаку.

Проведённые расчёты показали, что при смешивании пуховых волокон с переходными средняя тонина увеличивается на  $0,99 \pm 0,08$  мкм у козчиков и на  $0,69 \pm 0,16$  мкм у козлов, причём колебания могут составлять от 0,2 до 2,0 мкм, что обусловлено содержанием волокон переходного типа.

При анализе уравниности по тонине пуха  $C_v$  волокон с диаметром до 30 мкм не имеет достоверных отличий в возрастном аспекте и находится в пределах от 16,9 до 26,8%, однако при наличии примеси переходных волос может увеличиваться до 20,5-39,4%.

Проведённые расчёты показывают, что использование оптического анализатора диаметра волокон OFDA 2000 при исследовании штапеля шерсти, позволяет без дополнительных, достаточно трудоёмких расчётов с применением пакета статистического анализа Microsoft Excel 2007, возможно ориентировочное прогнозирование тонины пуха.

Таблица 3.

**Тонина пуха тувинских козлов и козчиков в зависимости от содержания волокон разных типов**

Группа	Показатели	Диаметр пуха с учётом волокон до 30 мкм		Диаметр пуха с учётом волокон до 52 мкм		$\Delta M$ тонины, мкм	Средний диаметр волокон в штапеле, мкм	Тонина на пике гистограммы, мкм
		M, мкм	$C_v$ , %	M, мкм	$C_v$ , %			
Козлы (старше 3-х лет)	M	19,26	21,12	19,95	26,51	0,69	27,23	17,43
	m	0,33	0,55	0,37	1,14	0,16	1,02	0,43
	$C_v$	6,41	9,78	6,87	16,09	84,44	14,04	9,20
	min	$17,40 \pm 0,07$	17,70	$18,20 \pm 0,05$	20,50	0,20	22,62	16,00
	max	$21,80 \pm 0,06$	25,60	$22,60 \pm 0,08$	33,50	2,00	36,23	21,00
Козлики (18 мес)	M	18,04	22,43	19,02	33,07	0,99	23,27	16,20
	m	0,30	0,55	0,31	0,81	0,08	0,83	0,40
	$C_v$	7,35	11,02	7,22	10,96	34,59	15,87	11,08
	min	$16,00 \pm 0,03$	16,90	$16,70 \pm 0,05$	24,70	0,50	17,50	13,00
	max	$20,70 \pm 0,05$	26,80	$21,50 \pm 0,07$	39,40	1,70	30,90	19,00
p		0,0389	0,0773	0,1576	0,0016	0,1441	0,0124	0,0525

Расчёт корреляции между тониной пуха и пиковым значением гистограммы у козлов составляет 0,9, а у козчиков 0,8. Отношение показателя средней тонины пуха к пиковому значению тонины на гистограмме у козлов составляет  $1,15 \pm 0,02$  от 1,04 до 1,24 при  $C_v=5,46$ , у козчиков данное соотношение имеет схожее значение  $1,12 \pm 0,02$  и колеблется в пределах 0,95-1,35 при  $C_v=7,36$ . При этом необходимо учитывать, что при расчёте диаметра волокон с учётом переходных волос средняя тонина увеличивается на  $0,24 \pm 0,01$  мкм на каждый процент переходных волокон. Таким образом, для дальнейшей селекции желательнее отбирать животных с содержанием переходных волос в штапеле не более 4%, среди исследованных животных к таким относится большинство среди козлов производителей – 64,27%, и меньше половины среди козчиков – 45,0%. Необходимо отметить, что среди взрослых животных 42,85%, имеют содержание переходного волоса менее 2%, а среди козчиков только 5% имеют такой показатель.

### Заключение

В результате проведённых исследований было установлено, что средняя живая масса тувинских козчиков в возрасте 1,5 лет достоверно ниже, чем у взрослых животных и составляет  $36,34 \pm 0,20$  кг ( $C_v=2,46$ ) и составляет 60% от массы взрослых козлов ( $61,24 \pm 1,63$  кг) ( $C_v=9,94$ ), при этом длина пуха у козлов не достоверно больше, чем у козчиков  $5,14 \pm 0,33$  см и  $4,45 \pm 0,15$  см соответственно. В результате исследований шерсти с использованием оптического анализатора диаметра волокна OFDA 2000 было установлено, что доля пуховых волос (диаметр менее 30 мкм) в штапеле не имеет значительных отличий по возрастам и составляет от  $85,0 \pm 1,23\%$  ( $C_v=5,43$ ) в возрасте старше 3 лет до  $87,37 \pm 1,34\%$  ( $C_v=6,84$ ) у молодняка, при этом количество переходных волос в среднем также не отличается и находится на уровне  $3,85 \pm 0,82$ - $4,62 \pm 0,65\%$ . О значительных возможностях по селекции животных в направлении уменьшения содержания в штапеле волокон переходного типа свидетельствует высокая вариативность в группах достигающая 62,51-79,90%, которая характеризуется наличием животных, как с содержанием таких волокон на оптимальном уровне – 0,41%, так и на негативном – 15,16%. При этом наличие переходных волос увеличивает среднюю тонины пуха на  $0,24 \pm 0,01$  мкм на каждый процент переходных волокон.

С возрастом, у животных просматривается тенденция к огрублению волокон, об этом свидетельствует, как смещение пика гистограммы с  $16,20 \pm 0,40$  мкм у козчиков, к  $17,43 \pm 0,43$  мкм у козлов, так и изменения в

структуре волос относящихся к ости (шерсть козлов содержит в 7,2 раза больше волокон с диаметром больше 90 мкм, по сравнению с козличками,  $4,71 \pm 1,09$  и  $0,65 \pm 0,15\%$  соответственно), что влияет на показатель среднего диаметра по штапелю  $27,23 \pm 1,02$  мкм в возрасте старше 3 лет против  $23,27 \pm 0,83$  мкм в 18 месяцев.

Средний диаметр пуховых волокон у козчиков в возрасте 18 месяцев достоверно меньше, чем у взрослых козлов старше 3-х лет и составляет соответственно  $18,04 \pm 0,30$  мкм и  $19,26 \pm 0,33$  мкм, при этом уравнивание по тонине пуха  $S_v$  волокон с диаметром до 30 мкм не имеет достоверных отличий в возрастном аспекте и находится в пределах от 16,9 до 26,8%. Следует отметить, что при смешивании пуховых волокон с переходными средняя тонина образца увеличивается на  $0,99 \pm 0,08$  мкм у козчиков и на  $0,69 \pm 0,16$  мкм у козлов, что в среднем составляет  $0,24 \pm 0,01$  мкм на каждый процент переходных волокон.

Исходя из полученных данных, при селекции тувинских коз для получения высококачественного пуха с наименьшим диаметром волокон необходимо особое внимание уделять помимо длины пуха и его диаметра наличию переходного типа волос ( $30,1-52,5$  мкм).

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование проведено по заказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Тыва (договор №353 от 11.07.2022 г. на выполнение научно-исследовательской работы по теме «Проведение научных исследований по утверждению пухового типа тувинских коз»).

#### *Список литературы*

1. Альмеев И.А., Абдурасулов А.Х. Селекция в пуховом и молочном козоводстве // Новости науки в АПК. 2018. № 2-1(11). С. 24-27. <https://doi.org/10.25930/w464-cq07>
2. Белик Н.И., Бобрышова Г.Т. Пуховая продуктивность коз // Зоотехния. 1997. № 4. С. 14.
3. Белые пуховые козы на Алтае / Подкорытов А.Т., Каргачакова Т.Б., Селионова М.И., Подкорытов Н.А. // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 1(25). С. 95-97.
4. Генетические маркеры в козоводстве (обзор) / Селионова М.И., Трухачев В.И., Айбазов А.М.М., Столповский Ю.А., Зиновьева Н.А. // Сельскохозяй-

- ственная биология. 2021. Т. 56. № 6. С. 1031-1048. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.6.1031rus>
5. Генетическое разнообразие и филогения пуховых коз Центральной и Средней Азии / Бекетов С.В., Пискунов А.К., Воронкова В.Н., Петров С.Н., Харзинова В.Р., Доцев А.В., Зиновьева Н.А., Селионова М.И., Столповский Ю.А. // Генетика. 2021. №57 (7). С. 810-819. <https://doi.org/10.31857/S0016675821070031>
  6. ГОСТ 2260-2006. Межгосударственный стандарт. Пух козий невыттый классированный.
  7. Каргачакова Т.Б., Чикалев А.И.. Алтайские белые пуховые козы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 2. С. 9.
  8. Панин В.А. Некоторые особенности коз оренбургской породы с различными типами шёрстного покрова, определяющие качество пуха // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2(94). С. 320-325. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-320-325>
  9. Панин В.А. Тонина волокон шёрстного покрова коз оренбургской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. №3(95). С. 347-352. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-347-352>
  10. Петров Н.И. Продуктивность белых оренбургских коз и их помесей с белыми козлами придонской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 154 – 157.
  11. Петров Н.И. Направление и степень связи между признаками оренбургских коз // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1(81). С. 211-214.
  12. Разведение разных генотипов пуховых и молочного типа коз / Альмеев И.А., Абдурасулов А.Х., Жээнбекова Б., Жумагулов Ж. // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. 2018. № 2(47). С. 153-157.
  13. Сандак-хуурак О.О.О., Монгуш С.Д., Двалишвили В.Г. Весовой рост и шерстная продуктивность молодняка коз советской шерстной породы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 1. С. 26-27.
  14. Сандак-Хуурак О.О., Ооржак Р.Т. Продуктивные качества тувинских коз советской шерстной породы // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 7. № 4. С. 164-168.
  15. Состояние всемирных генетических ресурсов животных в сфере продовольствия и сельского хозяйства / ФАО, 2010. ВИЖ РАСХН, 2010. Москва / Перевод с англ. ФАО. 2007. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome.

16. Хайитов А.Х., Станишевская О.Н., Сафаров Т.С. Биологические и хозяйственные признаки местных коз // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 45. С. 139-145.
17. Характеристика продуктивных признаков коз разных генотипов / Альмеев И.А., Абдурасулов А.Х., Муратова Р.Т., Жумагулов Ж.Х. // Вестник Ошского государственного университета. 2021. Т. 2. № 2. С. 19-26.
18. Чикалев А.И., Каргачакова Т.Б. Состояние и перспективы научных исследований в козоводстве Республики Алтай // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 7. С. 156-159.
19. Эргашев Д.Э. Особенности отбора коз по качеству шерсти // Сельское хозяйство Таджикистана. 2009. № 2. С.37-39.
20. Food and Agriculture Organization / Production Year Book, Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, 2012.
21. Masoni I.L. Wild goats and their distribution // Goat Production. 1981. С. 35-55.
22. Morphological Composition of Wool of Tuvan Coarse-Wooled Breeding Goats / Irgit R.Sh., Khodusov A.A., Ponomareva M.E., Ondar S.N., Salburyn R.S. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Veliky Novgorod, 07 октября 2021 года. Veliky Novgorod, 2021. P. 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012038>
23. Reist-Marti S.B., Simianer H., Gibson J., Hanotte O., Rege J.E.O. Weitzman's approach and conservation of breed diversity: an application to African cattle breeds // Conserv Biol. 2003. №17. С. 1299-1311 <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01587.x>
24. Ryder M.L. Cashmere, Mohair and Other Luxury Fibres for the Breeder and Spinner / Southampton: White Rose II. 1987.
25. Taberlet P., Coissac E., Pansu J. et al. Conservation genetics of cattle, sheep, and goats // C R Biol. 2011. №334 (3). С. 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.007>

### References

1. Al'meev I.A., Abdurasulov A.Kh. Seleksiya v pukhovom i molochnom kozovodstve [Selection in down and dairy goat breeding]. *Novosti nauki v APK*, 2018, no. 2-1(11), pp. 24-27. <https://doi.org/10.25930/w464-cq07>
2. Belik N.I., Bobryshova G.T. Pukhovaya produktivnost' koz [Down productivity of goats]. *Zootekhnika*, 1997, no. 4, pp. 14.
3. Belye pukhovye kozy na Altae [White downy goats in Altai] / Podkorytov A.T., Kargachakova T.B., Selionova M.I., Podkorytov N.A. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2017, no. 1(25), pp. 95-97.

4. Geneticheskie markery v kozovodstve (obzor) [Genetic markers in goat breeding (review)] / Selionova M.I., Trukhachev V.I., Aybazov A.M.M., Stolpovskiy Yu.A., Zinov'eva N.A. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2021, vol. 56, no. 6, pp. 1031-1048. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2021.6.1031rus>
5. Geneticheskoe raznoobrazie i filogeniya pukhovyykh koz Tsentral'noy i Sredney Azii [Genetic diversity and phylogeny of downy goats of Central and Central Asia] / Beketov S.V., Piskunov A.K., Voronkova V.N., Petrov S.N., Kharzinova V.R., Dotsev A.V., Zinov'eva N.A., Selionova M.I., Stolpovskiy Yu.A. *Russian Journal of Genetics*, 2021, no. 57 (7), pp. 810-819. <https://doi.org/10.31857/S0016675821070031>
6. GOST 2260-2006. Mezhgosudarstvennyy standart. Pukh koziy nemytyy klasirovannyy [Interstate standard. Goat down unwashed classified].
7. Kargachakova T.B., Chikalev A.I. Altayskie belye pukhovyekozy [Altai white downy goats]. *Ovtsy,kozy, sherstyanoe delo*, 2016, no. 2, pp. 9.
8. Panin V.A. Nekotorye osobennosti koz orenburgskoy porody s razlichnymi tipami sherstnogo pokrova, opredelyayushchie kachestvo pukha [Some features of goats of the Orenburg breed with different types of coat, which determine the quality of down]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2022, no. 2(94), pp. 320-325. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-94-2-320-325>
9. Panin V.A. Tonina volokon sherstnogo pokrova koz orenburgskoy porody [The fineness of the wool fibers of the goats of the Orenburg breed]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2022, no. 3(95), pp. 347-352. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-95-3-347-352>
10. Petrov N.I. Produktivnost' belykh orenburgskikh koz i ikh pomesey s belymi kozlami pridonoskoy porody [The productivity of white Orenburg goats and their crosses with white goats of the Don breed]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, no. 3 (65), pp. 154-157.
11. Petrov N.I. Napravlenie i stepen' svyazi mezhdu priznakami orenburgskikh koz [Direction and degree of connection between the signs of the Orenburg goats]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2020, no. 1(81), pp. 211-214.
12. Razvedenie raznykh genotipov pukhovyykh i molochnogo tipa koz [Breeding different genotypes of downy and dairy type goats] / Al'meev I.A., Abdurasulov A.Kh., Zheenbekova B., Zhumagulov Zh. *Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skryabina*, 2018, no. 2(47), pp. 153-157.
13. Sandak-khuurak O.O.O., Mongush S.D., Dvalishvili V.G. Vesovoy rost i sherstnaya produktivnost' molodnyaka koz sovetskoy sherstnoy porody [Weight growth and wool productivity of young goats of the Soviet wool breed]. *Ovtsy,kozy, sherstyanoe delo*, 2018, no. 1, pp. 26-27.



14. Sandak-Khuurak O.O., Oorzhak R.T. Produktivnye kachestva tuvinskikh koz sovetsoy sherstnoy porody [Productive qualities of Tuva goats of the Soviet wool breed]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 2017, vol. 7, no. 4, pp. 164-168.
15. The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling. Rome. FAO, 2007.
16. Khayitov A.Kh., Stanishevskaya O.N., Safarov T.S. Biologicheskie i khozyaystvennye priznaki mestnykh koz [Biological and economic signs of local goats]. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2016, no. 45, pp. 139-145.
17. Kharakteristika produktivnykh priznakov koz raznykh genotipov [Characteristics of productive traits of goats of different genotypes] / Al'meev I.A., Abdurasulov A.Kh., Muratova R.T., Zhumagulov Zh.Kh. *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2021, vol. 2, no. 2, pp. 19-26.
18. Chikalev A.I., Kargachakova T.B. Sostoyaniye i perspektivy nauchnykh issledovaniy v kozovodstve Respubliki Altay [State and prospects of scientific research in goat breeding in the Republic of Altai]. *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 2014, vol. 3, no. 7, pp. 156-159.
19. Ergashev D.E. Osobennosti otbora koz po kachestvu shersti [Features of the selection of goats for wool quality]. *Sel'skoe khozyaystvo Tadzhikistana*, 2009, no. 2, pp. 37-39.
20. Food and Agriculture Organization / Production Year Book, Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, 2012.
21. Masoni I.L. Wild goats and their distribution. *Goat Production*, 1981, pp. 35-55.
22. Morphological Composition of Wool of Tuva Coarse-Wooled Breeding Goats / Irgit R.Sh., Khodusov A.A., Ponomareva M.E., Ondar S.N., Salburyn R.S. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Veliky Novgorod, 07 oktyabrya 2021 goda. Veliky Novgorod*, 2021, 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012038>
23. Reist-Marti S.B., Simianer H., Gibson J., Hanotte O., Rege J.E.O. Weitzman's approach and conservation of breed diversity: an application to African cattle breeds. *Conserv Biol.*, 2003, no. 17, pp. 1299-1311. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01587.x>
24. Ryder M.L. Cashmere, Mohair and Other Luxury Fibres for the Breeder and Spinner / Southampton: White Rose II, 1987.
25. Taberlet P., Coissac E., Pansu J. et al. Conservation genetics of cattle, sheep, and goats. *C R Biol.*, 2011, no. 334 (3), pp. 247-254. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.007>

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Иргит Раиса Шугууровна**, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры ветеринарии и зоотехнии  
*ФГБОУ ВО Тувинский государственный университет*  
*ул. Ленина, 36, г. Кызыл, 667000, Республика Тыва, Российская Фе-*  
*дерация*  
*raisairgit@gmail.com*

**Ходусов Александр Анатольевич**, доцент, кандидат ветеринарных наук,  
доцент базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведе-  
ния животных  
*ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ*  
*пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, 355017, Российская Федерация*  
*hoalan@mail.ru*

**Пономарева Мария Евгеньевна**, доцент, кандидат ветеринарных наук,  
доцент кафедры кормления животных и общей биологии  
*ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ*  
*пер. Зоотехнический, 12, г. Ставрополь, 355017, Российская Феде-*  
*рация*  
*m-ponomareva-st@mail.ru*

**Ондар Светлана Начыновна**, доцент, кандидат сельскохозяйственных  
наук, доцент кафедры ветеринарии и зоотехнии  
*ФГБОУ ВО Тувинский государственный университет*  
*ул. Ленина, 36, г. Кызыл, 667000, Республика Тыва, Российская Фе-*  
*дерация*  
*ondarsn@mail.ru*

**Салбырын Рада Шолбан-ооловна**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
лаборант кафедры ветеринарии и зоотехнии  
*ФГБОУ ВО Тувинский государственный университет*  
*ул. Ленина, 36, г. Кызыл, 667000, Республика Тыва, Российская Фе-*  
*дерация*  
*sulbyrynrada16@gmail.com*

**Оюн Галина Ланзыевна**, старший преподаватель кафедры ветеринарии  
и зоотехнии

*ФГБОУ ВО Тувинский государственный университет  
ул. Ленина, 36, г. Кызыл, 667000, Республика Тыва, Российская Фе-  
дерация  
galinalansy1963@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Raisa Sh. Irgit**, Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, As-  
sociate Professor of the Department of Veterinary Medicine and Animal  
Science

*Tuva State University  
36, Lenin Str., Kyzyl, 667000, Tyva Republic, Russian Federation  
raisairgit@gmail.com  
SPIN-code: 9694-9598  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8038-6075>  
ResearcherID: HHS-1400-2022  
Scopus Author ID: 57219412439*

**Alexander A. Khodusov**, Associate Professor, Candidate of Veterinary Scienc-  
es, Associate Professor of the Basic Department of Private Zootechnics,  
Selection and Breeding of Animals

*Stavropol State Agrarian University  
12, per. Zootechnicheskyy, Stavropol, 355017, Russian Federation  
hoalan@mail.ru  
SPIN-code: 1056-5470  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3497-0913>  
ResearcherID: K-3356-2018  
Scopus Author ID: 56768214700*

**Maria E. Ponomareva**, Associate Professor, Candidate of Veterinary Sciences,  
Associate Professor of the Department of Animal Feeding and General  
Biology

*Stavropol State Agrarian University  
12, per. Zootechnicheskyy, Stavropol, 355017, Russian Federation  
m-ponomareva-st@mail.ru  
SPIN-code: 1725-2026  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4161-4722>  
ResearcherID: C-4931-2013  
Scopus Author ID: 57188722439*

**Svetlana N. Ondar**, Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine and Animal Science

*Tuva State University*

*36, Lenin Str., Kyzyl, 667000, Tyva Republic, Russian Federation*

*ondarsn@mail.ru*

*SPIN-code: 3497-5720*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1206-8518>*

*ResearcherID: HIR-1315-2022*

*Scopus Author ID: 57301878000*

**Rada Sh. Salbyryn**, Candidate of Agricultural Sciences, laboratory assistant of the Department of Veterinary Medicine and Animal Science

*Tuva State University*

*36, Lenin Str., Kyzyl, 667000, Tyva Republic, Russian Federation*

*sulbyrynrada16@gmail.com*

*SPIN-code: 3497-5720*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5401-3542>*

*ResearcherID: HHS-4791-2022*

*Scopus Author ID: 57302359300*

**Dongak Mariya Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine and Animal Science

*Tuva State University*

*36, Lenin Str., Kyzyl, 667000, Tyva Republic, Russian Federation*

*dongakmariya@mail.ru*

*Spin-code 5453-6489*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7333-8385>*

*ResearcherID: AID-8165-2022*

Поступила 17.12.2022

После рецензирования 25.12.2022

Принята 10.01.2023

Received 17.12.2022

Revised 25.12.2022

Accepted 10.01.2023