

Количество вторичных фолликулов незначительно выросло, большая их часть трансформируется в атретические фолликулы диаметром  $732,69 \pm 95,96$  мкм. Данный процесс выражен более четко в сравнении с контролем. Площадь вторичного фолликула возросла на 71 % и составила  $211846,87 \pm 92061,45$  мкм<sup>2</sup>, площадь ооцита – на 16% –  $11192,35 \pm 1691,15$  мкм<sup>2</sup>, с диаметром ядра  $25,25 \pm 2,86$  мкм. Показатели толщины блестящей оболочки и теки равняются  $9,88 \pm 1,07$  мкм и  $70,61 \pm 9,21$  мкм соответственно, что по отношению к контрольной группе остается практически неизменным.

Довольно значительно возрастает количество третичных фолликулов (до 7–8 шт. в каждом гистологическом срезе), которые расположены в корковой зоне практически под белочной оболочкой. Они крупные, площадью  $1161667,6 \pm 263969,02$  мкм<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), готовые лопнуть. Размер ооцита равен  $7846,88 \pm 831,86$  мкм<sup>2</sup>, с диаметром ядра  $22,99 \pm 2,46$  мкм. Толщина теки  $69,28 \pm 5,91$  мкм, блестящей оболочки –  $12,55 \pm 2,65$  мкм.

Желтые тела довольно крупного размера –  $574,41 \pm 89,94$  мкм, расположены на границе коркового и мозгового вещества, их количество невелико. Менее выражено диффузное разрастание желтого тела, которое в основном располагается в центральной части железы. Возрастает на 16 % диаметр гемокapилляра и составляет  $34,99 \pm 6,69$  мкм.

**Заключение.** Таким образом, витаминно-минеральный препарат «БАГ-Е-селен» стимулирует рост и развитие фолликулов яичников крольчих в период репродуктивной активности, при этом не оказывая негативного воздействия на ход физиологических процессов, протекающих в организме. При этом препарат «БАГ-Е-селен» способствует лучшей адаптации организма крольчихи, повышает ее иммунный статус, улучшает функционирование яичника, стимулирует рост фолликулов и их созревание посредством улучшения обменных процессов.

**Литература.** 1. Зеленецкая, В. С. Современные представления об эндокринной функции яичников в норме и при патологии / В. С. Зеленецкая // Проблемы эндокринологии. – 1986. – Т. 32. – № 6. – С. 72–80. 2. Эффективное кролиководство : учебное пособие / В. И. Комлацкий [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2014. – 238 с. 3. Кучинский, М. П. Биоэлементы – фактор здоровья и продуктивности животных : монография / М. П. Кучинский. – Минск : Бизнесофсет, 2007. – 372 с. 4. Организация гистологических исследований, техника изготовления и окраски гистопрепаратов : учебно-методическое пособие / В. С. Прудников, И. М. Луппова, А. И. Жуков, Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 28 с. 5. Соколова, А. П. Кролиководство: тенденции и перспективы развития / А. П. Соколова, В. Д. Можегова, Г. В. Соколова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2016. – № 5. – С. 760-761. 6. Федотов, Д. Н. Общая ветеринарная гистология : учебно-методическое пособие для студентов по специальностям 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина», 1 - 74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 58 с.

Поступила в редакцию 28.03.2023.

УДК 636.2.611.781.547.962.9.062

## СОДЕРЖАНИЕ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ КЕРАТИНОВ В ВОЛОСЯНОМ ПОКРОВЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА

Осипова В.Н., Ревякин И.М.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В статье представлены собственные исследования касательно морфологии и концентрации водорастворимого кератина в шерстном покрове крупного рогатого скота, содержащегося в хозяйстве Витебской области. Изучалось влияние на данные показатели фактора сезонности и топографического участка тела животного. На основании результатов можно заключить, что фактор сезонности оказывает выраженное влияние не только на густоту волосяного покрова крупного рогатого скота, но и на концентрацию в нем водорастворимого кератина, однако это влияние неодинаково. В свою очередь топографический участок тела животного не оказывает значимого влияния ни на плотность шерстного покрова, ни на концентрацию в нем низкомолекулярных кератинов. Что говорит о том, что терморегуляторная функция шерстного покрова осуществляется не только за счет увеличения количества волос на 1 см<sup>2</sup>, но и за счет химического состава волоса, который напрямую зависит от поступления в организм необходимых питательных веществ. **Ключевые слова:** волосяной покров, шерсть, крупный рогатый скот, покровный волос, кератин, водорастворимый белок, морфология.

Osipova V.N., Revyakin I.M.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article presents own research on the morphology and concentration of water-soluble keratin in the wool of cattle, which is produced in the economy of the Vitebsk region. The influence of the seasonal factor and the topographic area of the animal's body on these indicators was studied. Based on the results, it can be concluded that the seasonality factor has a pronounced effect not only on the density of the hair of cattle, but also on the concentration of water-soluble keratin in it, but this effect is not the same. In turn, the topographic area of the animal's body does not significantly affect either the density of the coat or the concentration of low-molecular keratins in it. Which suggests that the thermoregulatory function of the coat is carried out not only by increasing the amount of hair by 1 cm<sup>2</sup>, but also due to the chemical composition of the hair, which directly depends on the intake of necessary nutrients into the body.*

**Keywords:** hairline, wool, cattle, outer hair, keratin, water-soluble protein, morphology.

**Введение.** Не секрет, что ветеринарная медицина, как и классическая, имеет довольно большое количество специализаций. На современном этапе особо востребованными оказались такие направления, как хирургия, эндокринология, паразитология и т.д. Между тем, ряд специализаций, широко распространенных в обычной медицине, в ветеринарии не пользуется должным вниманием. К их числу относится и ветеринарная трихология – наука, занимающаяся болезнями волос. Основная причина данной ситуации заключается в том, что актуальность исследований и лечения волосяного покрова якобы ограничивается сравнительно небольшим количеством биологических объектов, для которых это востребовано. Сюда можно отнести собак, кошек и пушных зверей, разводимых ради ценного меха [2, 8, 9].

Исследования волосяного покрова крупного рогатого скота, на первый взгляд, менее актуальны, что обусловило его изучение только по двум основным направлениям. Первое из них касается его морфологии и, очевидно, связано с терморегулирующей функцией, что и определяет практическую пользу таких исследований [3, 4]. Второе направление, ставшее особенно популярным в последние годы, затрагивает минеральный состав волос. По этому направлению имеется значительное количество работ, авторы которых прослеживают связь аккумуляции микроэлементов в волосяном покрове со степенью их поступления и усвоения [7].

Между тем, как морфологические параметры волос (длина, толщина, густота), которые влияют на теплоизоляционные свойства, так, возможно, и их минеральная составляющая напрямую зависят от биохимических процессов, связанных с синтезом белка-кератина. Именно этот компонент, составляющий основную массу стержня волоса, и определяет многие из его свойств. По своему составу кератины волос не являются однородными белками. Среди них выделяют высокосерные с массой 10000-23000 дальтон, низкосерные (4600-5500 дальтон) и низкомолекулярные белки (10000 дальтон) с высоким содержанием глицина и тирозина. При этом роль каждого из этих белков в структуре волоса, а также факторы, влияющие на особенности их синтеза и процентное соотношение в стержне волоса, даже у человека до конца не выяснены [6].

Одной из причин слабой изученности факторов содержания различных типов кератинов в волосе является их крайняя устойчивость к различным растворителям. Исключением являются лишь низкомолекулярные белки, которые образуют матрикс вокруг фибрилл высокомолекулярных кератинов и легко растворяются в воде. В литературе имеются сведения, свидетельствующие о том, что на их синтез в волосяном фолликуле влияет клиническое состояние объекта. В частности, у пациентов с алопецией (более редким волосяным покровом) их обнаружено больше, чем у здоровых лиц [5].

У крупного рогатого скота выраженная сезонная линька отсутствует. Тем не менее, в зимнее время процессы образования волос ускоряются (волос становится гуще), а в летнее – снижаются (волос становится более редким), что позволяет животным адаптироваться к сезонным изменениям температуры. При этом, густота волосяного покрова подвержена влиянию не только сезонной изменчивости, но и ряду других факторов (породный, географический, топографический, половой и т.д.).

С учетом вышеизложенного, целью нашего исследования явилось установление количественного содержания низкомолекулярных кератинов в волосяном покрове крупного рогатого скота в зависимости от его густоты, обусловленной влиянием топографического, индивидуального и сезонного факторов.

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований послужил покровный волос крупного рогатого скота (n=10), содержащегося в условиях ОАО «Приозерный мир», в два периода: зимний стойловый и летний пастбищный. Отбор проб производился в верхней трети каудальной поверхности лопатки, на латеральной поверхности живота (уровень середины последнего ребра) и в бедренной области правой стороны тела.

Исследования проводились на кафедре анатомии животных и в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ. При этом, основными методами исследований являлись: классическая морфометрия и спектрофотометрия.

Классическая морфометрия проводилась по методике Арзуманяна Е.А. [1]. Для спектрофотометрического определения количества водорастворимого кератина была использована методика, предложенная Е.В. Михальчик с соавторами [5]. Исследования проводились на спектрофотометре UV-VISPB 2201.

Полученные результаты были проанализированы и обработаны статистически с использованием критериев достоверности Уилкинсона и Ньюмена-Кейлса.

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований нами было установлено, что показатели густоты волосяного покрова и концентрации водорастворимого кератина связаны с топографической областью и сезоном года. Однако характер этой связи различный, что отражено в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели плотности и концентрации водорастворимого белка в покровном волосе крупного рогатого скота в зависимости от фактора сезонности и топографического участка**

Область	Зимне-стойловый период			Летне-пастбищный период		
	густота	количество белка		густота	количество белка	
	шт/см <sup>2</sup>	мг/г	мг/100 ед.	шт/см <sup>2</sup>	мг/г	мг/100 ед.
Лопатки	1194,6 ± 163,53	31,06 ± 5,04	0,17 ± 0,025	571,0 ± 41,03	33,36 ± 2,96	0,10 ± 0,018
Живота	1323,4 ± 154,47	41,00* ± 4,35	0,24 ± 0,044	576,3 ± 43,85	28,48 ± 2,21	0,09 ± 0,017
Бедра	1236,5 ± 131,21	46,06 ± 5,65	0,20 ± 0,025	479,5 ± 33,67	28,50 ± 5,17	0,15 ± 0,064

*Примечание: \* - разница значима, по отношению к соответствующему показателю в летний пастбищный период, при p ≤ 0,05.*

По данным таблицы хорошо заметно, что густота покровного волоса в зимний стойловый период значительно превышает количество волос в летний пастбищный период во всех топографических областях. Наиболее выражено в области бедра, где густота зимой превысила таковую летом на 757 шт. Аналогичная разница в областях живота и лопатки составила 741 и 623 шт., соответственно.

В отличие от ярких сезонных изменений густоты волосяного покрова, применительно к различным топографическим участкам, данный показатель демонстрирует лишь некоторую тенденцию. Так, в зимний стойловый период самый густой волос расположен в области живота, где плотность волос на см<sup>2</sup> превышает таковую на бедре всего на 86,9 шт. Самый же редкий волосяной покров имеет место в области лопатки. Количество волос на обозначенной площади здесь на 128,8 штук меньше, чем на животе, и на 41,9 - по сравнению с бедром. В летний пастбищный период топографическая область с наиболее густым волосяным покровом сохранилась. Однако здесь количество волос превышает таковое на лопатке всего на 5,3 штуки, что практически уравнивает данные области. В области же бедра, где количество волос на 91,5 шт. и 96,8 шт. уступило показателям областей лопатки и живота, волосяной покров оказался наиболее редким.

Количество водорастворимого кератина как одного из элементов матрикса волоса, также подвержено влиянию сезонности и топографической области. Однако, по сравнению с густотой волосяного покрова, степень такого влияния незначительно сглажена. В частности, при пересчете количества водорастворимого белка на 1 г волоса с учетом сезонности выявлены следующие статистически значимые различия: в волосяном покрове, расположенном в области живота и бедра, количество водорастворимого кератина в зимний период превышает соответствующие показатели летом на 12,52 мг/г и 17,56 мг/г соответственно. Исключением является содержание водорастворимого кератина в волосе на лопатке, где различие между сезонами года составляет 2,3 мг/г в пользу летнего периода, однако это является лишь тенденцией.

Относительно влияния топографического фактора на количество водорастворимого белка в волосе необходимо отметить, что в зимний стойловый период наибольшая концентрация зарегистрирована в области бедра, где она превышает аналогичные показатели на животе и лопатки на 5,06 мг/г и 15 мг/г соответственно. Летом же в данной топографической области концентрация оказалась минимальной, максимума этот показатель достиг в области живота, где содержание белка в волосе превысило соответствующий показатель в области бедра на 6,55 мг/г, а в области лопатки - на 1,69 мг/г. Однако ни в одном из случаев различия оказались статистически не значимыми. Это позволяет заключить, что выявлена лишь тенденция влияния топографического участка тела животного на концентрацию водорастворимого белка в пересчете на грамм волоса.

Однако пересчет количества низкомолекулярного кератина на вес волоса, на наш взгляд, не отражает истинную картину, поэтому было принято решение о пересчете количества водорастворимого белка на 100 ед. волос. Проанализировав полученные показатели, представленные в таблице 1, можно заключить, что в зимний пастбищный период исследуемый показатель оказался наибольшим в области живота, превысив на 0,04 мг/100 ед. и 0,08 мг/100 ед. соответствующие показатели в

области бедра и лопатки, в то время как в летний пастбищный период наблюдается обратная тенденция. Данный показатель в области живота оказался наименьшим, составив 0,09 мг/100 ед. волоса. Наибольший же показатель выявлен в области бедра, превысив количество водорастворимого белка на 100 ед. волос в области лопатки на 0,05 мг; а в области живота - на 0,06 мг/100 ед. Однако, как и при пересчете количества водорастворимого белка на массу волос, вышеперечисленные различия оказались статистически недостоверными, что позволяет окончательно заключить лишь о тенденции влияния топографического участка на количество водорастворимого белка в зависимости от плотности волосяного покрова.

Что касается влияния на концентрацию белка периода года и условий содержания животных, выявлены следующие закономерности: наименьшей разница между показателями оказалась в области бедра, составив 0,05 мг/100 ед. волоса. В области лопатки разница составила 0,07 мг/100 ед. волоса. В обоих случаях наибольшие показатели зарегистрированы в зимний стойловый период. Однако и в области лопатки, и в области бедра зарегистрированные различия не явились достоверными, что не касается исследуемого показателя в области бедра, где разница оказалась достоверно наибольшей, составив 0,15 мг/100 ед. волоса. Сопоставив два исследованных выше показателя влияния плотности волос на концентрацию водорастворимого белка видно, что результаты различны. На наш взгляд, пересчет количества водорастворимого белка на 100 ед. волоса наиболее актуален в случае сравнения в зависимости от периода года.

**Заключение.** Результаты морфологической части исследований подтверждают ранее опубликованные данные о влиянии фактора сезонности на плотность волосяного покрова крупного рогатого скота. Что напрямую связано с приспособительной способностью организма животного к условиям внешней среды. По результатам исследований во всех случаях плотность волос в зимний стойловый период значительно превысила таковую в летний пастбищный период.

На концентрацию водорастворимого белка при пересчете на массу волоса фактор сезонности оказывает влияние в двух из трех случаев. Так, в области бедра концентрация водорастворимого белка в зимний период на 17,56 мг/г больше, чем в летний, а в области живота - на 12,52 мг/г соответственно. Однако при пересчете количества водорастворимого белка на 100 ед. волос данное влияние сохраняется частично. Выявляется разница только между концентрациями данного показателя в области живота, где она на 0,15 мг/100 ед. волоса больше в зимний период, чем в летний, в бедренной же области достоверных различий не выявлено.

Также выявлено, что топографический участок тела животного не оказывает влияния ни на плотность волосяного покрова, ни на концентрацию в нем водорастворимого белка.

Таким образом, проведенное нами исследование, впервые иллюстрирующее взаимосвязь плотности волосяного покрова с количеством кератина низкой молекулярной массы, указывает на то, что терморегуляторная функция шерстного покрова осуществляется не только за счет увеличения количества волос на 1 см<sup>2</sup>, но и за счет изменения химического состава волоса, который должен быть связан с уровнем поступления в организм необходимых питательных веществ.

**Литература.** 1. Арзуманян, Е. А. Основы интерьера крупного рогатого скота / Е. А. Арзуманян. – Москва : Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1957. – 96 с. 2. Белова, С. Патологии, сопровождающиеся гиперпигментацией шерсти у собак и кошек / С. Белова // Современная ветеринарная медицина. – 2016. – № 2. – С. 40–43. 3. Гогаев, О. К. Особенности волосяного покрова скота калмыцкой породы при отгонно-горном содержании // Зоотехния : материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Владикавказ, 09-11 ноября 2021 года. – Владикавказ, 2021. – С.103-105. 4. Емельяненко, А. В. Морфология кожно-волосяного покрова мясных пород скота в зависимости от сезона года / А. В. Емельяненко, Ф. Г. Каюмов, Р. Ф. Третьякова // Зоотехния. – 2020. – № 4 (84). – С. 267-269. 5. Оценка количества слабосвязанных белков стержня волоса при алопеции / Е. В. Михальчик [и др.] // Клиническая дерматология и венерология. – 2013. – № 3. – С. 14–18. 6. Мяделец, О. Д. Морфофункциональная дерматология / О. Д. Мяделец, В. П. Адашкевич. – Москва : Медлит, 2006. – 752 с. 7. Нотова, С. В. Содержание макро- и микроэлементов в шерсти коров из различных регионов России / С. В. Нотова, О. В. Маршинская, Т. В. Казакова // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, № 3. – С. 8-16. 8. Ревякин, И. М. Дефекты волосяного покрова у норок / И. М. Ревякин, В. А. Герасимчик // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 22. – С. 74–77. 9. Слесаренко, Н. А. Сравнительная характеристика волосяного покрова у длинноволосяных и коротковолосяных пород кошачьих / Н. А. Слесаренко, П. С. Загорец, Е. О. Широкова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2. – С. 67– 73.

Поступила в редакцию 27.02.2023.