

выполнение услуг по добровольной сертификации в соответствии с требованиями национальной системы стандартизации и способствовать повышению конкурентоспособности продукции на российском и международном рынках. В этой связи, как представляется авторам, нет необходимости создавать систему добровольной сертификации шерсти, и юридическим лицам, аккредитованным Росаккредитацией в качестве органа по сертификации и испытательной лаборатории шерсти, целесообразно принять участие в «Национальной системе сертификации».

Таким образом, основными направлениями совершенствования сертификации шерсти являются: аккредитация хозяйствующих структур одновременно в качестве органа по сертификации и испытательной лаборатории и их участие в системе добровольной сертификации Росстандарта «Национальная система сертификации». Также необходимо продолжить работу по замене в Общероссийском классификаторе термина «шерсть промытая руном» на термин «шерсть мытая» в соответствии с действующими национальными стандартами на шерсть, что позволит устранить различия в терминологии и в области аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко Н.К. О сертификации и качестве шерсти / Н.К. Тимошенко Н.Т. Разгонов И.А. Баженова И.Г. Елизарова Л.И. Третьякова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 1. – С. 28-31.
2. Абрамов А.В. России создают инфраструктуру качества / Г. Никитин А. Абрамов А. Лебедев И. Зубков // Вестник федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – 2016. – № 11. – С. 5-12.
3. ПР 50.1.024-2005. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов. – М.: Стандартинформ. – 2006. – С. 5.
4. Пилюгин Е.Ф. Комментарии к изменениям в Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» // Главный метролог. – 2018. – № 6. – С. 58-64.

5. ГОСТ Р ИСО / МЭК 17065-2012. Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг.

6. Федеральный закон «О сертификации продукции и услуг» от 27.12.1995 № 211-ФЗ (в редакции 31.07.1998 г. № 154-ФЗ).

7. Мезенцева О. Национальная система сертификации: пилотный этап реализации проекта // Вестник федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – 2017. – № 1. – С. 50-56.

8. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «О создании системы добровольной сертификации «Национальная система сертификации» от 29.12.2016 г. № 2033.

In the article considered a condition the voluntary wool certification and a possible tendentious her perfections: improving the appropriations of certification organs and testing laboratories of wool in single economic structures; necessity changes of terminology the wool Russian classifier products and the field of accreditation a legal entity in accordance with her terminology in GOST R: chance of accreditation national wool laboratories in international systems; methodology of selection a wool samples, their test and scheme of certification: necessity of participation the organs certification and test laboratories of wool in create Rosstadart National certification system.

Key words: wool, terminology, voluntary wool certification, accreditation, scheme, systems, methodology.

Тимошенко Николай Константинович, доктор эконо. наук, профессор, руководитель Органа по сертификации ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; 357101 г. Невинномысск, Ставропольского края, ул. Маяковского, 20, (865-54) 639-96. E-mail: filial@vniiook.ru.

Селионова Марина Ивановна, доктор биол. наук, профессор РАН, директор ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; 355017 г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 15 (8652) 37-10-39. E-mail: m_selin@mail.ru.

Елизарова Ираида Григорьевна, ст. науч. сотрудник ВНИИОК – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»; 357101 г. Невинномысск, Ставропольского края, ул. Маяковского, 20, (865-54) 639-96. E-mail: filial@vniiook.ru.

УДК 636.32.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

С.Л. БЕЛОПУХОВ¹, О.А. ЖАРКИХ¹, И.И. ДМИТРЕВСКАЯ¹, Е.А. ШАНАЕВА², К.Э. РАЗУМЕЕВ³

¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

² Калмыцкий государственный университет;

³ Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина

Проведено определение химического состава волокна овечьей шерсти и оценка качества поверхности волокон методом электронной микроскопии. Шерсть овцематки Грозненской породы различается по качеству поверхности волокон по длине и срезанных с различных частей (шея, спина, бок и ляжка). Чешуйки по длине волокна распределены

равномерно, их размер в поперечной части с бока 17 ± 1 мкм, продольная длина $(8-10) \pm 1$ мкм. Для волокна со среза шеи размер чешуйки в поперечной части с шеи $(17-20) \pm 1$ мкм, продольная длина $(6-7) \pm 1$ мкм. Волокно со среза шеи более тонкое с мелкими чешуйками по сравнению с волокном с боковой части, что подтверждает его высокое качество.

Качественные отличия проявляются в разном элементном составе волокон, как по металлам: Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, так и по неметаллам: C, O, S, Si, Cl.

Ключевые слова: шерсть, волокно, химический состав, сканирующая электронная микроскопия.

Натуральные волокна (шерсть, хлопок, лён, конопля, джут и др.) находят все большее применение в изготовлении швейно-текстильных изделий, объем производства таких волокон в России и мире ежегодно увеличивается [1]. Эти натуральные волокна характеризуются особой микроструктурой, которую можно использовать для проектирования и создания новых продуктов. Важность понимания этих поверхностных и микроструктур помогает в разработке и конструировании конкретного продукта в текстильной науке и технике [2].

В последнее десятилетие волокна стали широко использоваться в полимерных смесях, композитах, как армирующие волокна, в пластмассах, биомедицинском текстиле и во многих других подобных высокотехнологичных изделиях. При этом белковые волокна, например, овечья шерсть, обладают высокими теплоизоляционными и влагопоглощающими свойствами, прочностными характеристиками, в том числе прочностью на растяжение, которая на четверть больше, чем у хлопка.

Прочность шерсти зависит от химического состава и структуры шерстяного волокна [3]. От прочности зависит устойчивость волокон при первичной обработке, а также длительность использования готовых шерстяных тканей и изделий из них.

Поверхность волокон в значительной степени определяет естественную мягкость шерсти и ее свойство как одного из самых гладких текстильных волокон и материалов. Качество поверхности волокон зависит от размеров и формы чешуек: чем меньше чешуек на поверхности волокон, тем качественнее и прочнее будет ткань [4]. Если чешуйки маленькие и расположены близко друг к другу, то поверхность становится шероховатой. Увеличенное расстояние между чешуйками приводит к изменению оптических характеристик, и волокно выглядит более гладким и блестящим.

Шерсть – это натуральное белковое волокно животного происхождения, типичный кератин. Подобно другим белкам, в состав кератина входят (в масс.%): углерод- 49-52; водород 6-7; кислород- 21-25; азот- 15-21. Особенностью кератина, в отличие его от других протеинов, является высокое содержание серы на уровне 2-5% [5]. Сера в шерсти присутствует в виде различных серосодержащих соединений, но наибольшее её количество в цистине (около 74%). Значительно меньший процент приходится на цистеин, метионин, лантионин. Шерстяное волокно представляет собой сетку полипептидных цепей, соединенных между собой ковалентными и нековалентными связями. Важнейшими среди них являются дисульфидные мостики, образованные серосодержащей аминокислотой цистином. Серусодержащие связи образуются в процессе формирования волокна, как правило, на последней стадии кератинизации. Благодаря

этим связям кератиновые волокна нерастворимы в воде и устойчивы к воздействию химических и физических факторов по сравнению с другими белками [6], но растворимы в щелочах и кальцинированной соде.

Таким образом, о качестве шерсти можно судить по поверхности волокон и их химическому составу. Такая информация необходима для проведения последующих технологических операций по очистке, мытью, крашению, прядению и т.д. Учитывая это, целью нашей работы было исследовать микроструктуру шерсти овцематки № 3681 Грозненской породы, как один из физико-химических показателей качества шерсти, и её химический состав.

По нашему мнению, одним из экспресс-методов оценки качества шерсти может стать сканирующая электронная микроскопия, которая позволяет одновременно получать электронные микрофотографии, определять химический состав волокон, благодаря рентгеновской приставке – детектору EDS. Сканирующий электронный микроскоп визуализирует поверхность волокон при различном увеличении. Полученные микрофотографии дают информацию о качественном и количественном составе шерсти, помогают выявить структурные свойства волокон, использовать эту информацию для управления процессом и этапами переработки волокна при изготовлении текстильных материалов.

Материалы и методы. Объектом исследований были образцы шерсти овцематки № 3681 Грозненской породы из Республики Калмыкия. Для выпаса овец были использованы естественные пастбища, стрижка проведена в 2017 г. Необходимо отметить, что водоемы для питья в данной местности характеризуются повышенной концентрацией солей, что должно влиять на химический состав шерсти. Образцы шерстяного волокна были отобраны по всей длине среза шерсти в разных местах: шея, спина, бок, ляжка.

В наших исследованиях использован сканирующий электронный микроскоп COXEM EM-30AX PLUS (Корея), источник электронов – электронная пушка с термоэлектронным типом эмиссии, оснащенная эмиттером на основе вольфрамовой нити накаливания (W). Микроскоп имеет 2 режима работы вакуумной системы: высокий и низкий вакуум, оснащен тремя детекторами: SE (для получения изображения с информацией о морфологии поверхности.), BSE (для получения изображения с информацией о вариациях состава на основе контраста по среднему атомному номеру), EDS (для элементного анализа состава образцов). Преимуществом данного микроскопа по сравнению с аналогами является возможность проводить анализ без дополнительной специальной пробоподготовки. Шерсть предварительно не промывали и не удаляли жиропот.

Результаты исследований. Микрофотографии с увеличением 500X, 1,0kX и 2,0kX поверхности шерстяных волокон овцематки № 3681 Грозненской породы, (продольный вид) представлены на рисунке 1.

Видно, что на микрофотографии волокна у основания среза (рис. 1 а.) присутствуют выделения жиропота,

которые не наблюдаются в средней части (рис. 1 б.) и на внешнем краю среза (рис. 1 в.). Аналогичная картина наблюдается на микрофотографиях шерстяного волокна у оснований среза с ляжки, шеи и бока (рис. 2).

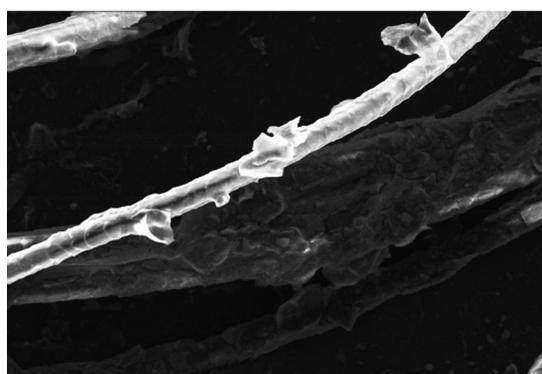
Поверхностные структуры волокон шерсти состоят из чешуек, которые хорошо видны на всех изображениях. На рисунке 3 представлены микрофотографии поверхности шерстяных волокон, отобранных из середины среза шерсти овцематки № 3681 грозненской породы средней части бока (а) и шеи (б).

Из рисунку 3 видно, что чешуйки по длине волокна распределены практически равномерно. Размер чешуйки в поперечной части с бока составляет $17 \pm 1 \mu\text{m}$, (это соответствует толщине волокна), а продольная длина чешуйки составляет $(8-10) \pm 1 \mu\text{m}$. Для волокна со среза шеи размер чешуйки в поперечной части

с шеи составляет $(17-20) \pm 1 \mu\text{m}$, (это соответствует толщине волокна), а продольная длина чешуйки составляет $(6-7) \pm 1 \mu\text{m}$. Необходимо отметить, что волокно со среза шеи более тонкое с более мелкими чешуйками по сравнению с волокном с боковой части и подтверждает, что волокно с шеи более высокого качества.

Наши данные по поперечным и продольным размерам коррелируют с результатами работы [3], где исследовалось шерстяное волокно овец казахской тонкорунной породы.

Применение в наших исследованиях новой модификации электронного микроскопа позволило значительно (в 2-3 раза) уменьшить время проведения анализа за счет исключения операции сушки путем лиофилизации образца волокна в специальной лиофилизационной установке.



а)



б)



в)

Рис. 1. Микрофотографии поверхности шерстяных волокон, срез со спины: а) основание, б) середина, в) внешний край

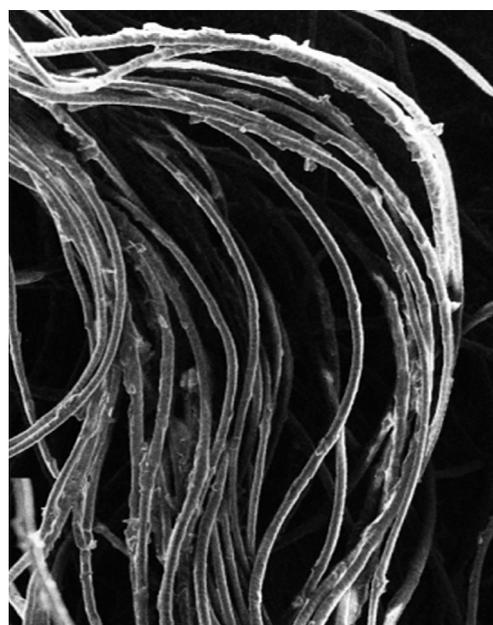
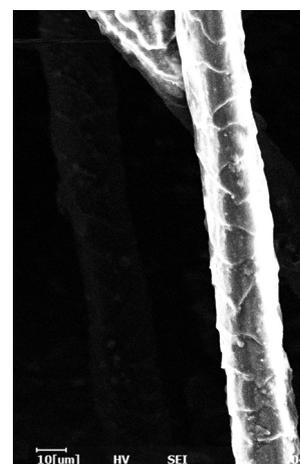


Рис. 2. Микрофотография поверхности шерстяных волокон, срез с бока, у основания



а)



б)

Рис. 3. Микрофотография поверхности шерстяных волокон, срез со средней части бока (а) и шеи (б)

Результаты элементного анализа образцов шерстяного волокна

		C	O	S	Si	Cl	Na	K	Ca	Mg	Al	Fe
Шея	Спектр 1	58,0	30,1	2,0	3,1	0,3	0,1	2,5	1,1	0,2	0,9	1,7
	Спектр 2	67,6	26,8	1,3	0,9	0,5	0,2	1,7	0,4	0,1	0,2	0,3
	Спектр 3	65,9	27,8	1,8	1,3	0,2	0,1	1,4	0,5	0,1	0,4	0,5
Спина	Спектр 1	63,0	24,2	1,2	0,1	0,3	0,3	10,3	0,3	0,1	0,1	0,0
	Спектр 2	66,7	26,0	0,8	0,8	1,3	0,5	2,5	0,6	0,1	0,3	0,3
	Спектр 3	64,8	28,9	3,2	0,5	0,5	0,1	1,4	0,3	0,1	0,1	0,0
Бок	Спектр 1	67,5	26,9	1,5	1,2	0,5	0,2	1,1	0,3	0,1	0,4	0,4
	Спектр 2	70,9	26,8	0,5	0,4	0,3	0,1	0,5	0,2	0,0	0,2	0,2
	Спектр 3	66,6	28,7	1,2	1,0	0,2	0,2	0,8	0,6	0,1	0,4	0,3
Ляжка	Спектр 1	66,1	25,8	1,7	0,4	0,3	0,1	4,9	0,2	0,1	0,2	0,2
	Спектр 2	53,8	27,5	1,4	0,4	0,5	0,1	15,1	0,4	0,1	0,2	0,1
	Спектр 3	69,3	26,4	0,4	1,0	0,6	0,2	1,2	0,3	0,1	0,2	0,3
НСР ₀₅		3,8	1,9	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1

Примечание: Спектр 1 – волокно у основания среза,
Спектр 2 – середина волокна,
Спектр 3 – конец волокна.

Рентгеновский анализ образцов шерстяных волокон показал, что в них присутствует 11 химических элементов с концентрацией более 0,1 мас.%. Наличие в образцах углерода, серы и кислорода в определенных массовых долях, за исключением водорода и азота, соответствует формуле кератина $C_{39}H_{65}N_{11}SO_{13}$. Наши результаты также близки к результатам химического состава шерсти, полученным в работе [3]. Необходимо отметить, что в исследованных нами образцах шерсти в повышенных количествах присутствуют катионы кальция и калия, что, вероятно, связано с тем, что овец поили высокоминерализованной водой.

Заключение. Таким образом, метод электронной микроскопии может быть рекомендован как экспресс-метод оценки качества шерсти по поверхности волокон и их химическому составу. Применение электронных микроскопов с рентгеновской приставкой (детектор EDS) позволяет с высокой точностью определять размеры, строение волокон и их химический состав. На примере шерсти овцематки Грозненской породы проведено определение химического состава волокна и оценка качества поверхности волокон. Показано, что шерсть различается по качеству поверхности волокон по длине и срезанным с различных частей тела (шея, спина, бок и ляжка). Чешуйки по длине волокна распределены равномерно, их размер в поперечной части с бока $17 \pm 1 \mu\text{m}$, продольная длина $(8-10) \pm 1 \mu\text{m}$. Для волокна со среза шеи размер чешуйки в поперечной части с шеи $(17-20) \pm 1 \mu\text{m}$, продольная длина $(6-7) \pm 1 \mu\text{m}$. Волокно со среза шеи более тонкое с мелкими чешуйками по сравнению с волокном с боковой части, что подтверждает его высокое качество. Качественные отличия проявляются в разном элементном составе волокон, как по металлам: Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, так и по неметаллам: C, O, S, Si, Cl.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумеев К.Э. Современное состояние и динамика производства и переработки шерсти в мире // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 4. – С. 30-33.
2. Ткачук В.М. Сравнительная характеристика макроструктуры, химического состава и физических показателей шерсти овец разных пород / В.М. Ткачук П.В. Стапай // Біологія тварин. – 2014. – т. 16. – № 4. – С. 166-170.
3. Нуржанова К.Х. Физико-механические свойства и химический состав шерсти тонкорунных овец / К.Х. Нуржанова Н.Б. Бурамбаева // Шәкәрім атындағы СМУ ХА-БАРШЫСЫ. – 2011. – № 2, (54). – С. 18-20.
4. Czaplicki Z. Properties and Structure of Polish Alpaca Wool. Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2012. – № 1 (90). – PP. 8-12.
5. Kùpker K. Investigation of human hair carbohydrates and development of a new active: Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

im Fachbereich Chemie und Pharmazie. Der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Deutschland, 2002. 92 s.

6. Kozo A. Cross-linking structure and mechanical properties of wool and hair. Journal Society of Cosmetic Chemists of Japan. – 2003. – 37. – № 2. – PP 63-83.

The determination of the chemical composition of sheep wool fibers and the assessment of the surface quality of fibers by electron microscopy were carried out. The wool fiber of the Grozny ewe breed varies in surface quality along its length and cut from various parts (neck, back, side and thigh). The flakes along the fiber length are evenly distributed, their size in the transverse part from the side is $17 \pm 1 \mu\text{m}$, the longitudinal length $(8-10) \pm 1 \mu\text{m}$. For fiber from a slice of the neck, the size of the scale in the transverse part of the neck is $(17-20) \pm 1 \mu\text{m}$, the longitudinal length $(6-7) \pm 1 \mu\text{m}$. The fiber from the slice of the neck is thinner with small scales compared to the fiber from the side, which confirms its high quality. Qualitative differences are manifested in different elemental composition of fibers, as for metals: Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, and nonmetals: C, O, S, Si, Cl.

Key words: wool, fiber, chemical composition, scanning electron microscopy.

Белопухов Сергей Леонидович, доктор с.-х. наук, профессор, профессор кафедры химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, тел.: 8 (499) 976 32 16, e-mail: SBelopuhov@rgau-msha.ru

Жарких Ольга Андреевна, аспирант кафедры химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, тел.: 8 (499) 976 32 16, e-mail: garkix-olia@mail.ru

Дмитревская Инна Ивановна, канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, тел.: 8 (499) 976 32 16, e-mail: dmitrevskie@mail.ru

Шанаева Елена Анатольевна, аспирант Калмыцкого государственного университета, г. Элиста, ул. Пушкина д. 11.

Разумеев Константин Эдуардович, доктор технических наук, профессор, директор Текстильного института имени А.Н. Косыгина, Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина 117997, г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр.1. тел.: 8 (495) 951 31 48.