

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2019, №4, Том 4 / 2019, No 4, Vol 4 <https://kostumologiya.ru/issue-4-2019.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/21TLKL419.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Виноградова А.В., Котоменкова О.Г. Идентификация волокнистого состава изделий из ценных видов шерсти методом световой микроскопии // Научный журнал «Костюмология», 2019 №4, <https://kostumologiya.ru/PDF/21TLKL419.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Vinogradova A.V., Kotomenkova O.G. (2019). Detection of the fibrous composition of products from valuable types of wool by light microscopy. *Journal of Clothing Science*, [online] 4(4). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/21TLKL419.pdf> (in Russian)

УДК 677.3

Виноградова Анна Вячеславовна

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: ann-vin@yandex.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6039-429X>

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=288484

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/H-8802-2018>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57205391665>

Google Академия: https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&authuser=1&user=fBWt_7gAAAAJ&hl

Котоменкова Ольга Геннадьевна

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия
Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: kot-og@yandex.ru

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=620741

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/AAF-5638-2019>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57205389274>

Google Академия: <https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&authuser=1&user=JrjiUnYAAAAJ>

Идентификация волокнистого состава изделий из ценных видов шерсти методом световой микроскопии

Аннотация. Шерстяные волокна подвергаются фальсификации в изделиях из-за их высокой стоимости и популярности у потребителей. Наиболее сложным является количественное определение волокнистого состава в материалах, изготовленных из смесей овечьей шерсти с шерстью более ценных и редких видов: кашемиром, ангорой, мохером, верблюжьей шерстью и т. п. Стандартные методы исследования основаны на применении микроскопии, однако наиболее применяемый в лабораториях метод световой микроскопии критикуется за его субъективности, и отсутствия данных оценки его прецизионности.

В статье представлены данные исследования по определению погрешности результатов, получаемых методом световой микроскопии, при определении массовой доли волокон в двухкомпонентных смесях овечьей шерсти с ангорой и с кашемиром. Авторами в результате эксперимента установлено, что достоверность определения массовой доли различных видов волокон шерсти в их смесях зависит от видового состава смеси и обусловлена прежде всего различиями или сходством в их строении. Применение метода оптической микроскопии с изучением образцов на просвет рекомендовано для образцов, состоящих из волокон овечьей

шерсти в смесях с ангорой. Рекомендации основаны размером допустимого отклонения, равного 5 процентам, установленного техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности изделий лёгкой промышленности» для волокнистого состава изделий из текстиля. Авторы предполагают, что приемлемыми будут результаты, полученные с помощью световой микроскопии, также для смесей овечьей шерсти с мохером, шерстью верблюда и животных, семейства лам. Однако для текстильных материалов и изделий из них, в состав которых входят волокна овечьей шерсти и кашемира данный метод не может быть рекомендован из-за значительной погрешности.

Ключевые слова: шерстяное волокно; кашемир; ангора; фальсификация; методы идентификации; оптическая микроскопия; световая микроскопия

Введение

При изготовлении текстильных изделий наряду с овечьей шерстью (шерстью овцы или ягненка рода *Ovis aries*) используют волосяной покров других животных: кашемирских коз (*Capra hircus laniger*), яка (*Bos grunniens*), верблюда (*Camelus bactianus*), ламы (*Lama glama*), альпаки (*Lama pacos*), вигоны (*Lama vicugna*), гуанако (*Lama huanaco*), ангорского кролика (*Oryctolagus cuniculus*), ангорской козы (*Capra hircus aegagrus*). Стоимость изделий из этих видов текстильного сырья значительно более высока, что является причиной их фальсификации.

Случаи фальсификации изделий из ценных видов шерсти подтверждаются практически во всем мире.

Для примера можно привести ситуацию с кашемиром. На мировом рынке выявлена тенденция увеличения стоимости кашемира, и в погоне за прибылью некоторые недобросовестные изготовители или продавцы выдают за кашемир изделия, состоящие преимущественно из овечьей шерсти. На долю кашемира выпадает совсем ничтожный процент в составе. Такие случаи были зафиксированы в Японии. Под видом стопроцентного кашемира выдавали изделия, содержащие всего лишь 10–30 % данного вида волокна [1; 2].

В Италии были конфискованы 12 тысяч фальсифицированных кашемировых шалей [3].

В Китае одна из местных компаний была уличена в изготовлении поддельных трикотажных жилетов, в маркировке которых был заявлен 100 % кашемир, а фактически содержалось всего лишь 35,8 % кашемира; 64,2 % волокнистого состава пришлось на овечью шерсть [3].

Аналогичные случаи были зафиксированы в Германии. При этом покупателей вводили в заблуждение путем недостоверной маркировки и использования нестандартных названий ("овечий кашемир", "пашмина") [4].

Объектом фальсификации является также и верблюжья шерсть. В большинстве случаев за данное волокно выдают овечью шерсть, обработанную особым способом и имеющую более низкую стоимость [4].

Подобные случаи встречаются и на российском рынке, о чем свидетельствуют результаты исследований, полученные авторами ранее [2; 5; 6] а также в настоящей работе, однако официальных данных по данному вопросу при обзоре информации установить не удалось.

Случаи фальсификации снижают доверие потребителей и наносят урон репутации текстильной отрасли отдельных стран и как следствие вызывают необходимость применения

точных методов идентификации волокнистого состава текстильных изделий, применяемых в экспертной практике.

Количественный анализ волокнистого состава текстильных изделий из ценных видов шерсти в смесях с овечьей шерстью имеет определённые сложности. Волосяной покров животных всех видов состоит из белка кератина, что делает невозможным использование стандартных химических методов, для количественного определения видового состава волокнистых смесей шерсти, так как растворимость этих волокон одинакова. Также в процессе изготовления текстильного изделия сырьё подвергается ряду механических и химических воздействий, что может вносить дополнительные сложности в процесс идентификации из-за изменения структуры волокон.

В последние десятилетия активно ведутся научные исследования, направленные на совершенствование существующих и создание альтернативных методов идентификации кашемира, верблюжьей шерсти и других специальных волокон в смесях с овечьей шерстью.

Стандарты количественного определения волокнистого состава смесей овечьей шерсти с волосом других животных основаны на применении микроскопического метода. Стандартные методики, описанные в ISO 17751:2007 «Textiles – Quantitative analysis of animal fibres by microscopy – Cashmere, wool, speciality fibres and their blends», ГОСТ Р ИСО 17751-2016 «Материалы текстильные. Количественный анализ волокон животного происхождения методом микроскопии. Кашемир, шерсть, специальные волокна и их смеси»; ААТСС Test Method 20A «Fiber Analysis. Quantitative», IWTO 58-00 «Scanning Electron Microscopic Analysis of Speciality Fibres and Sheep's Wool and their Blends». рекомендуют применение растрового электронного микроскопа, оптических микроскопов, работающих в проходящем свете (так называемая «световая микроскопия») и проекционных микроскопов.

Исследования, проводимые ранее, например, исследование Y.A. Zhong [7], показывают, что количественный анализ шерстяных смесей волокон с использованием оптической микроскопии является субъективным. Этот метод требует значительных временных затрат, высококвалифицированной работы оператора, имеет высокую стоимость исследований в аккредитованных лабораториях в основном благодаря высоким трудозатратам. Также возможна трудность при идентификации волокон, подвергнутых значительному химическому или физическому воздействию в процессе их переработки в изделия.

Институтом производителей кашемира и верблюжьей шерсти (ССМІ) проводилось тестирование 28 лабораторий из разных стран мира, осуществляющих определение волокнистого состава текстильных изделий, изготовленных из смесей шерсти по стандартным методикам. Целью испытаний было узнать, насколько точно лаборатории могут обнаружить волокна различных животных и определить их массовую долю в исследуемых образцах. Правильным считался результат определения с точностью $\pm 3\%$. Двадцать пять лабораторий использовали при тестировании световую микроскопию и большинство специалистов при проведении эксперимента ошиблось на десять и более процентов при количественном определении массовой доли волокон в образцах, состоящих из смесей кашемира и овечьей шерсти.

Однако микроскопический метод определения волокнистого состава является общепризнанным, и ряд научных исследований, например, работа [8; 9] показывают достоверные отличия морфологического строения волос различных видов животных.

На сегодняшний день сведения по изучению прецизионности данных, полученных световой микроскопией при количественном определении массовой доли смесей волокон шерсти различных видов животных, отсутствуют, о чем свидетельствует текст ГОСТ Р ИСО 17751-2016.

Так как метод световой микроскопии более доступен большинству исследовательских лабораторий по сравнению с электронной микроскопией, авторами было принято решение о проведении исследования, целью которого являлась оценка достоверности определения массовой доли волокон животного происхождения в смесях именно названным методом. Результаты данного исследования являются актуальными и имеют практическое значение для материаловедческих исследований текстильных материалов в экспертной практике.

Также в статье приведены данные по оценке соответствия фактического волокнистого состава текстильных изделий, состоящих из шерстяных волокон разных видов и их смесей, реализуемых на российском рынке, сведениям, указанным в маркировке.

Объекты и методы исследования

Определение соответствия фактического волокнистого состава текстильных изделий маркировке проводилось на образцах пряжи для ручного вязания, содержащих в своем составе овечью шерсть, мохер, ангору и другие волокна в различных сочетаниях, а также на носках, в маркировке которых заявлялось содержание верблюжьей шерсти. Все образцы для исследования приобретались в розничной сети Санкт-Петербурга.

Количественное определение волокнистого состава проводилось с использованием химического метода определения массовой доли шерсти по ГОСТ 4659-79 «Ткани и пряжа чистошерстяные и полшерстяные. Методы химических испытаний», ГОСТ 30387-95 «Полотна и изделия трикотажные. Методы определения вида и массовой доли сырья», а также методом световой микроскопии по ААТСС Test Method 20А «Fiber Analysis. Quantitative» в случае определения массовой доли волокон шерсти ценных видов в смесях с овечьей шерстью.

Для оценки погрешности определения массовой доли шерстяных волокон методом оптической микроскопии использовали волокнистые смеси, компонентами которых являлись пух ангорского кролика, кашемир и овечья шерсть (пух).

Готовились двухкомпонентные волокнистые смеси, содержащие волокна в соотношениях 1:1 (ангора 50 %, овечья шерсть 50 %) и 2:1 (кашемир 67 %, овечья шерсть 33 %). Количество волокнистых смесей каждого вида составляло по 10 грамм.

Определение волокнистого состава, отбор и подготовка проб проводились по стандартной методике American Association of Textile Chemists and Colorists TM20A с использованием эталонных волокон.

Для приготовления проб, волокна подготовленной смеси измельчали с помощью микротомы Delta Optical на отрезки до 1 мм, и непосредственно перед микроскопированием часть измельченной пробы, предназначенную для непосредственной работы на текущий день, смешивали с глицерином. Смесь волокон с глицерином исследовалась в день приготовления и хранению не подвергалась. Волокнисто-глицериновую смесь отбирали из средней части подготовленной пробы, предварительно тщательно перемешав пробу. Готовили препараты "раздавленная капля" для микроскопии.

Подготовленные препараты для микроскопического исследования помещали на предметный столик светового микроскопа Микмед 4, оснащённого видеоокуляр, и просматривали с увеличением 300х. Осмотр препарата начинали с верхнего левого угла, постепенно сдвигая осмотр вправо до правого края препарата. В каждом поле зрения идентифицировали и измеряли все волокна, проходящие через центр перекрестия поля зрения. После просмотра препарата в горизонтальной плоскости, смещали положение препарата относительно линзы объектива по вертикали на 2 мм и продолжали осмотр в горизонтальном, но противоположном предыдущему направлению. (осмотр «змейкой»). Повтор операций

продолжали до тех пор, пока препарат не просматривался полностью. Для каждой пробы должно быть проанализировано не менее 1000 волокон.

Измерение диаметра волокон проводилось с помощью программного обеспечения ScorePhoto. Изображение поля зрения захватывалось видеоокуляром. В поле зрения измеряли диаметры всех волокон по наименьшему расстоянию между краями волокна по его толщине и переводили значения в мкм. Калибровка изображения проводилась с помощью объект-микрометра.

Массовую долю волокон в смеси определяли по формуле (1), справедливой для волокон с круглым поперечным сечением:

$$X_R = \frac{N_R \cdot D_R^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot S_R}{\sum (N \cdot D_R^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot S)} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где:

X_R – массовая доля волокна R-типа, %;

N_R – относительное количество волокон R-типа;

D_R – средний диаметр волокна R-типа, мкм;

S_R – удельный вес волокна R-типа (справочные данные, приводятся в стандарте);

$\sum (N \cdot D_R^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot S)$ – сумма всех типов волокон, составляющих смесь.

Для расчета выборочной совокупности при доверительной вероятности 0,95 использовали следующую формулу (2):

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}}, \quad (2)$$

где n – объём выборки;

Δ – доля величины допустимой ошибки результатов исследования;

N – объём генеральной совокупности (N = 1015).

Исходя из фактических данных, объём выборки составил – 287.

Границы исследования в работе ограничены пятью параллельными повторностями измерений. Исследователям не был известен состав исследуемых волокнистых смесей.

Результаты исследований

Результаты определения соответствия фактического волокнистого состава текстильных изделий, реализуемых в розничной сети Санкт-Петербурга данным, указанным в маркировке представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты идентификации волокнистого состава изделий из шерсти

Производитель (страна)	Волокнистый состав (по маркировке), массовая доля, %	Фактическая массовая доля волокон шерсти (сумма), %	Массовая доля наиболее ценного компонента, %
<i>Образцы, содержащие овечью шерсть:</i>			
Россия	50 % шерсть; 50 % акрил	50,3	50,3
Россия	50 % шерсть; 50 % акрил	50,0	50,0

Производитель (страна)	Волокнистый состав (по маркировке), массовая доля, %	Фактическая массовая доля волокон шерсти (сумма), %	Массовая доля наиболее ценного компонента, %
Турция	35 % шерсть; 65 % акрил	35,5	35,5
Германия	51 % шерсть; 49 % акрил	52,3	52,3
Италия	50 % шерсть; 50 % акрил	21,3	21,3
<i>Образцы, содержащие шерсть верблюда:</i>			
Россия	15 верблюжья шерсть; 55 шерсть; 24 акрил; 6 полиамид	47,5	0
Россия	60 верблюжья шерсть; 40 полиамид	45,5	5,0
Монголия	95 верблюжья шерсть; 5 эластан	95,5	95,5
Россия	70 шерсть (на этикетке рисунок верблюда); 20 полипропилен; 10 эластан	0	0
<i>Образцы, содержащие мохер:</i>			
Россия	15 мохер; 25 шерсть; 15 акрил	42,4	15,5
Великобритания	50 мохер; 50 акрил	50,6	49,6
Турция	60 мохер; 24 акрил; 16 метанит	45,2	45,2
Италия	70 кид мохер; 20 шелк; 10 люрекс	90,6 (суммарно по шерсти и шелку)	70
Финляндия	80 кид мохер; 20 полиамид	81,2	81,2
<i>Образцы, содержащие ангор:</i>			
Италия	100 ангора	100,0	100,0
Франция	70 ангора; 30 шерсть	100,0	100,0
Турция	70 ангора; 30 акрил	39,1	39,1
Турция	70 ангора; 30 акрил	49,1	49,1
Россия	30 ангора; 12 шерсть; 41 акрил; 17 капрон	42,6	30
Россия	30 ангора; 70 акрил	33,9	30
Франция	80 ангора; 20 меринос (овечья шерсть)	100,0	80,0
Китай	80 ангора; 20 нейлон	56,0	56,0
Италия	70 ангора; 10 меринос (овечья шерсть); 20 полиамид	63,0	55,0
Китай	40 ангора; 60 акрил	28,0	10,0
Китай	35 ангора; 40 меринос (овечья шерсть); 15 нейлон	68,0	35,0

Составлено авторами

Оценка соответствия волокнистого состава маркировке показывает наличие фальсификации по волокнистому составу текстильных изделий на российском рынке. Для всех видов изделий – пряжа для ручного вязания, чулочно-носочные изделия несоответствие маркировке по волокнистому составу было выявлено, но в различной степени. Наибольшая доля фальсификата установлена для изделий, содержащих верблюжью шерсть и ангор (рисунок 1) – 55 % и 75 % от числа исследованных образцов данного вида.

Наибольшее число случаев несоответствия фактического волокнистого состава образцов сведениям, указанным в маркировке, выявлено для изделий производства Турции и Китая, однако была выявлена фальсификация волокнистого состава и у изделий, изготовленных в России, Италии.

Выявлен случай введения в заблуждение потребителей относительно волокнистого состава. На этикетке носков был изображен верблюд, хотя ни в составе волокнистого сырья на этикетке, ни в фактическом составе волокнистой смеси данного образца верблюжьей шерсти не выявлено.



Рисунок 1. Доля выявленного фальсификата при тестировании волоконистого состава изделий, содержащих шерстяные волокна

Результаты оценки точности определения массовой доли волоконистой смеси, содержащей специальные волокна в смесях с овечьей шерстью оптической микроскопией приведены в таблице 2.

Установлено, что в случае с идентификацией смеси, состоящей из волокон ангоры и овечьей шерсти в равном соотношении 1:1 ошибка составила 2,4 %. При подсчете массовой доли волокон, составляющих смесь из кашемира и овечьей шерсти в соотношении 2:1 – 8,8 %.

Таблица 2

Результаты определения массовой доли пуха ангорского кролика, кашемира и овечьей шерсти в образцах

Номер образца	Виды волокон, составляющих смесь	Фактическое соотношение волокон в смеси, %	Результаты, полученные экспериментально, %	Ошибка результатов исследования
1	Пух ангорского кролика / овечья шерсть	50:50	ангора 52,4 овечья шерсть 47,6	2,4
2	Кашемир / овечья шерсть	67:33	кашемир 58,2 овечья шерсть 41,8	8,8

Составлено авторами

Ошибку полученных результатов, значение которой находится в пределах 5 % можно считать допустимой для применения методики на практике, так как в целях технического регулирования в соответствии со статьёй 9 ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности» допустимым считается отклонение фактического содержания волоконистого сырья ± 5 %.

Более значительное отклонение результатов определения массовой доли волокон от фактического значения для образца, состоящего из смеси кашемира и овечьей шерсти связано с тем, что данные волокна имеют близкое строение (см. рисунок 2). Толщина волокон также не может являться идентификационным признаком, так как овечья шерсть значительно варьируется по данному признаку. В этой связи для смесей кашемира с овечьей шерстью рекомендуется применение других методов анализа волоконистых смесей.

Учеными разных стран ведутся исследования по созданию альтернативных методик количественного определения состава смесей шерсти различных животных в текстильных

изделиях, но пока они не имеют статус стандартных методов. Приведём примеры нескольких работ, позволяющих идентифицировать волокна кашемира в смесях.

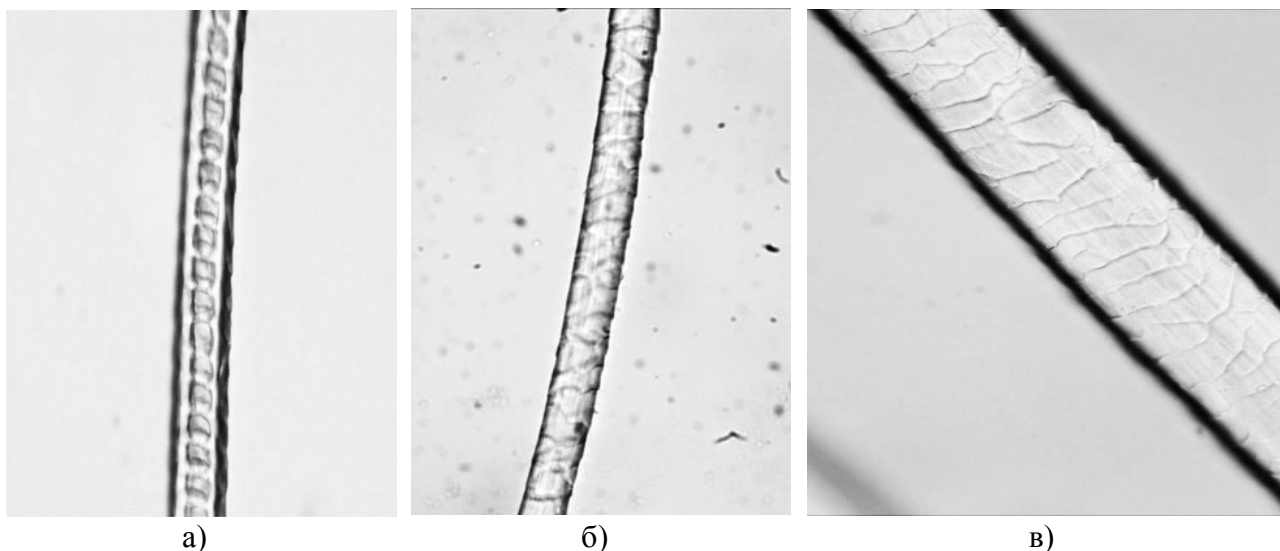


Рисунок 2. Микрофотографии волокон шерсти, 600х:
а) ангора; б) кашемир; в) овечья шерсть (составлено авторами)

Авторами статьи [10] рассмотрены возможности применения инфракрасной спектроскопии в ближней области при идентификации различных волокон шерсти, в том числе и кашемира.

В работе [11] описывается метод количественной оценки смеси кашемира и овечьей шерсти на основе анализа митохондриальной ДНК. М. Танг, В. Чжан и Х. Чжоу подобрали два набора праймеров и зондов полимеразной цепной реакции, которые могут специфически реагировать на гены коз и овец. Для проверки метода использовался кашемир, полученный от коз разного возраста, из разных географических мест, сырой и подвергнутый обработке, в том числе вытягиванию. Существенной разницы результатов не установлено, что позволило авторам рекомендовать применение метода для проверки качества продукции из кашемира на мировом рынке.

Группой авторов Института макромолекулярных исследований (Бьелла, Италия) предложен метод [12], основанный на сверхэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с электрораспылительной масс-спектрометрией (UPLC/ESI-MS), для идентификации и количественного определения волокон шерсти, кашемира и пуха яка. Метод был протестирован на многих известных и неизвестных смесях шерсти/ кашемира/ яка на разных этапах производства и с различными обработками (окрашенные, депигментированные, отбеленные, готовые изделия, сырьё).

Заключение

Таким образом, экспериментальным путем установлено, что достоверность определения массовой доли различных видов волокон шерсти в их смесях методом оптической микроскопии зависит от видового состава смеси и обусловлена прежде всего различиями или сходством в морфологии волокон. Применение метода оптической микроскопии с изучением образцов на просвет можно рекомендовать для изделий, состоящих из волокон овечьей шерсти в смесях с ангорой. Можно предположить, что приемлемыми будут результаты и для смесей овечьей шерсти с мохером, шерстью верблюда и животных, семейства лам. Однако для смесей, в состав которых входят волокна овечьей шерсти и кашемира данный метод не может быть

рекомендован из-за значительной погрешности. В таких случаях следует применять метод электронной микроскопии или другие альтернативные методы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guifang W.U. and Yong H.E. Identification of Cashmere by Vis / NIR spectroscopy technology // Proceedings Volume 6625, International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging 2007: Related Technologies and Applications; 66251T (2008) <https://doi.org/10.1117/12.791231>.
2. Белова К.Ю., Виноградова А.В. Контрафакция изделий лёгкой промышленности на российском рынке // Международный научный журнал. 2015. № 3. С. 49–53.
3. Виноградова А.В., Котоменкова О.Г. Выявление фальсификации текстильных материалов из ценных видов шерсти на российском рынке // Международный научный журнал. 2017. № 4. С. 61–66.
4. Vinogradova A., Kotomenkova O., Pankova N., Kotomenkov D. Identification of goods made of valuable wool sorts with the use of remote technologies // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019. С. 012–113.
5. Виноградова А.В. Экспертиза волокнистого состава шерстяной вязальной пряжи // Вестник КЭУ: экономика, философия, педагогика, юриспруденция. Караганда (Казахстан). 2012. № 3 (25). С. 66–68.
6. Герасименко В.С., Виноградова А.В. Использование микроскопии при идентификации изделий из ценных видов шерсти // Неделя науки СПбПУ материалы научной конференции с международным участием. 2017. С. 354–357.
7. Zhong Y. A Case Study on Master Students with the Textile Background in Tackling Fiber Identification Problems // International Conference on Education Reform and Management Science (ERMS 2018). 201876-80 <https://doi.org/10.2991/erms-18.2018.17>.
8. Атлас волос млекопитающих. Тонкая структура остевых волос и игл в сканирующем электронном микроскопе / Чернова О.Ф., Целикова Т.Н. [и др.] – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 429 с.
9. Горбачева М.В., Есепенок К.В., Бобылева О.В., Семенова А.В. К вопросу об идентификации шерсти представителей семейства верблюдовых // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 10–2 (52). С. 17–20.
10. Zoccola M., Lu N., Mossotti R., Innocenti R., Montarsolo A. Identification of wool, cashmere, yak, and angora rabbit fibers and quantitative determination of wool and cashmere in blend – A near infrared spectroscopy study // Fibers Polymers. 2013. Т. 14. v 8, pp. 1283–1289.
11. Tang, M., Zhang W., Zhou H., Fei J., Yang J., lu W., Zhang S., and Wang X A real-time PCR method for quantifying mixed cashmere and wool based on hair mitochondrial DNA // Textile Research Journal. 2014. 84 (15). pp. 1612–1621.
12. Tonetti C., Sanchez R., Carletto R.A. and Varesano A. Validation of UPLC/ESI-MS method used for the identification and quantification of wool, cashmere and yak fibres // J. of the Textile Institute. 2017. v.108 pp. 2180–2183.

Vinogradova Anna Vyacheslavovna

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: ann-vin@yandex.ru

Kotomenkova Olga Gennad'evna

Peter the great Saint Petersburg polytechnic university, Saint Petersburg, Russia
E-mail: kot-og@yandex.ru

Detection of the fibrous composition of products from valuable types of wool by light microscopy

Abstract. Woolen fibers are falsified in products due to their high cost and popularity among consumers. The most difficult is the quantitative determination of the fibrous composition in materials made from blends of sheep's wool with wool of more valuable and rarer types: cashmere, angora, mohair, camel hair, etc. Standard research methods are based on the use of microscopy, however, the method of light microscopy most used in laboratories is criticized for its subjectivity, and the lack of data for evaluating its precision.

The article presents research data on determining the error of the results obtained using light microscopy in determining the mass fraction of fibers in two-component blends of sheep wool with angora and cashmere. As a result of the experiment, the authors found that the reliability of determining the mass fraction of various types of wool fibers in their mixtures depends on the species composition of the mixture and is primarily due to differences or similarities in their structure. The use of the method of light microscopy is recommended for samples consisting of fibers of sheep wool in mixtures with angora. The recommendations are based on a tolerance of 5 percent established by the technical regulation of the Customs Union "On the safety of light industry products" for the fibrous composition of textile products. The authors suggest that the results obtained using light microscopy will also be acceptable for mixtures of sheep's wool with mohair, camel hair and animal hair and the llama family. However, for textile materials and their products, which include sheep's wool and cashmere fibers, this method cannot be recommended due to a significant error.

Keywords: wool; cashmere; angora; falsification; identification methods; optical microscopy; light microscopy

REFERENCES

1. Guifang W.U. and Yong H.E. Identification of Cashmere by Vis / NIR spectroscopy technology // Proceedings Volume 6625, International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging 2007: Related Technologies and Applications; 66251T (2008) <https://doi.org/10.1117/12.791231>.
2. Belova K.Yu., Vinogradova A.V. Kontrafaktsiya izdeliy lyogkoy promyshlennosti na rossiyskom rynke // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. 2015. № 3. S. 49–53.
3. Vinogradova A.V., Kotomenkova O.G. Vyyavlenie fal'sifikatsii tekstil'nykh materialov iz tsennykh vidov shersti na rossiyskom rynke // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. 2017. № 4. S. 61–66.
4. Vinogradova A., Kotomenkova O., Pankova N., Kotomenkov D. Identification of goods made of valuable wool sorts with the use of remote technologies // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019. S. 012–113.

5. Vinogradova A.V. Ehkspertiza voloknistogo sostava sherstyanoy vyazal'noy pryazhi // Vestnik KEHU: ehkonomika, filosofiya, pedagogika, yurisprudentsiya. Karaganda (Kazakhstan). 2012. № 3 (25). S. 66–68.
6. Gerasimenko V.S., Vinogradova A.V. Ispol'zovanie mikroskopii pri identifikatsii izdeliy iz tsennykh vidov shersti // Nedelya nauki SPbPU materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. 2017. S. 354–357.
7. Zhong Y. A Case Study on Master Students with the Textile Background in Tackling Fiber Identification Problems // International Conference on Education Reform and Management Science (ERMS 2018). 201876-80 <https://doi.org/10.2991/erms-18.2018.17>.
8. Atlas volos mlekopitayushchikh. Tonkaya struktura ostevykh volos i igl v skaniruyushchem ehlektronnom mikroskope / Chernova O.F., Tselikova T.N. [i dr.] – M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2004. – 429 s.
9. Gorbacheva M.V., Esepenok K.V., Bobyleva O.V., Semenova A.V. K voprosu ob identifikatsii shersti predstaviteley semeystva verblyudovykh // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2016. № 10–2 (52). S. 17–20.
10. Zoccola M., Lu N., Mossotti R., Innocenti R., Montarsolo A. Identification of wool, cashmere, yak, and angora rabbit fibers and quantitative determination of wool and cashmere in blend – A near infrared spectroscopy study // *Fibers Polymers*. 2013. T. 14. v 8, pp. 1283–1289.
11. Tang, M., Zhang W., Zhou H., Fei J., Yang J., lu W., Zhang S., and Wang X A real-time PCR method for quantifying mixed cashmere and wool based on hair mitochondrial DNA // *Textile Research Journal*. 2014. 84 (15). pp. 1612–1621.
12. Tonetti C., Sanchez R., Carletto R.A. and Varesano A. Validation of UPLC/ESI-MS method used for the identification and quantification of wool, cashmere and yak fibres // *J. of the Textile Institute*. 2017. v.108 pp. 2180–2183.