

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧЕЙ ТЕКСТИЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Н.Г. Гинтибидзе, Н.Н. Тхелидзе

Кутаисский государственный университет им. Ак. Церетели, Грузия

Рассмотрены спектры поглощения инфракрасных лучей текстильными волокнами животного происхождения, в частности, тутового шелкопряда (*Bombyx mori*), овечьей шерсти (*Ovis aries*) и паука (*Araneae*). Для проведения эксперимента все три волокна были помещены в одинаковые климатические условия. Проведен сравнительный анализ химического состава всех трех нитей. Во всех рассмотренных волокнах имеются как схожие, так и различительные звенья, обуславливающие индивидуальность каждого волокна. Разработана программа в среде "MATCAD" для расшифровки спектров, произведена обработка спектрограмм по таблице, предложенной Г.Е. Кричевским.

Ключевые слова: текстильные волокна, тутовый шелкопряд, овечья шерсть, нить паука, спектр, инфракрасный луч.

Введение. Эксплуатационные свойства текстильных материалов и изделий во многом обусловлены физико-химическими характеристиками применяемых в них волокон. Работа посвящена изучению микроструктур текстильных волокон животного происхождения – тутового шелкопряда (*Bombyx mori*), овечьей шерсти (*Ovis aries*) и паука (*Araneae*), а также рассмотрению их спектров поглощения инфракрасных (ИК) лучей.

Структура и химический состав волокон

1. *Нить тутового шелкопряда (Bombyx mori).* Химический состав и структура шелка представлены на рис. 1.

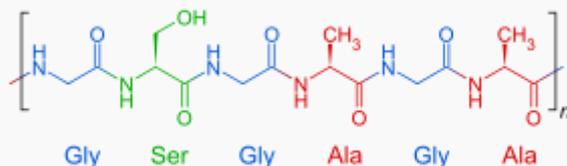


Рис. 1. Первичная структура фиброина

Шелк образован белками - фиброином (75%) и серицином, составляющими поверхностный слой шелкового волокна. Фиброин выделяется задней, а серицин - средней частью железы. Данные белки сильно отличаются друг от друга по

своему аминокислотному составу. Серицин отличается от фиброина меньшим содержанием в своем составе гликокола, аланина и тирозина и значительно большим содержанием серина и диаминокислот. Шелковое волокно сверху покрыто восковой пелликулой, по химическому составу сходной с кутикулином. Шелковые волокна, выделяемые разными расами тутового шелкопряда, характеризуются различным химическим составом. Шелковые волокна *Antheraea mylitta* и *Samia cynthia* содержат меньше гликокола, чем шелковые волокна тутового шелкопряда. Шелковые волокна мешочницы *Oeceticus platensis* не содержат в своем составе тирозина. Муравьиная кислота (40%) входит в состав секрета прядильных желез гусениц большой гарпии, из которого они сплетают прочный малопроницаемый кокон [1]. На рис. 2 представлена микроструктура нити тутового шелкопряда, а на рис. 3 - ИК спектр нити тутового шелкопряда.

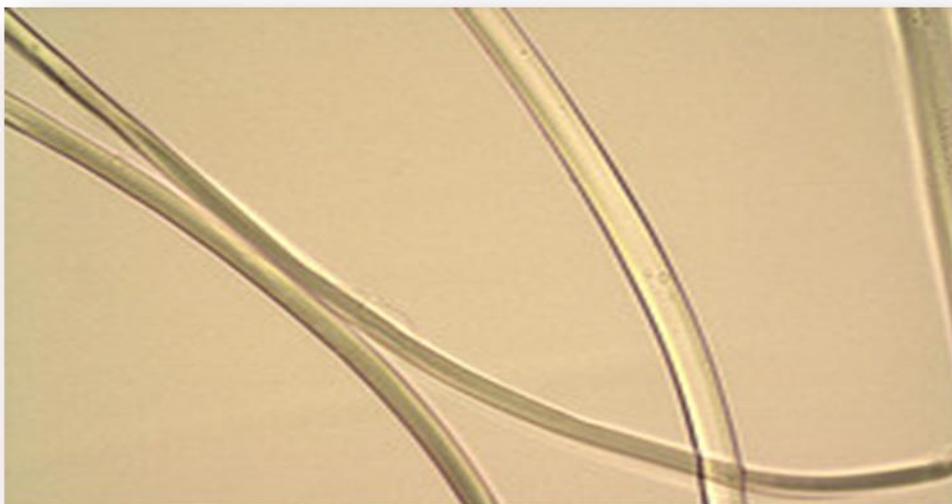


Рис. 2. Микроструктура нити тутового шелкопряда

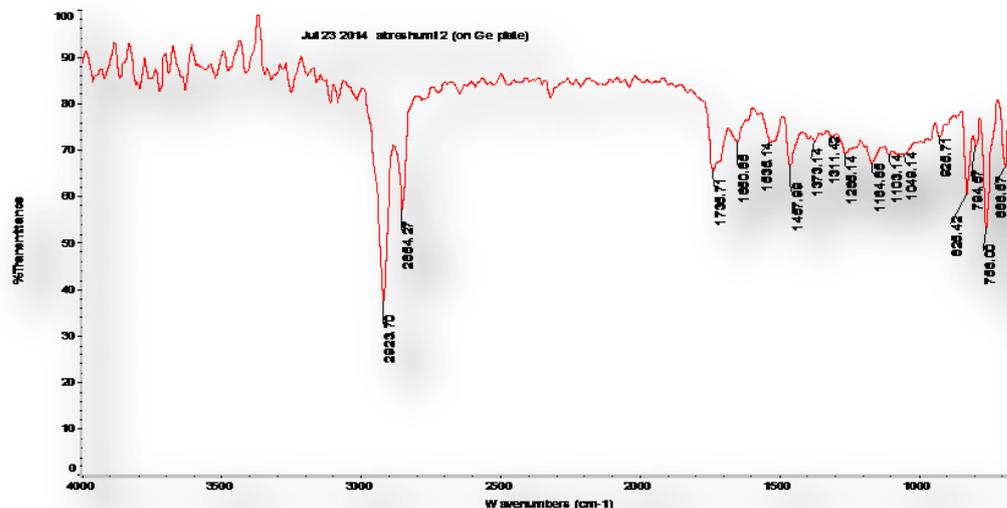


Рис. 3. Инфракрасный спектр нити тутового шелкопряда

2. Овечья шерсть (*Ovis aries*). Состав и строение шерстяных волокон (рис. 4, 5). Основным веществом, из которого состоит волокно шерсти, является белок кератин. Кератин, так же как и другие белки, состоит из аминокислот. Отличительная особенность этого вещества в том, что в его состав входит аминокислота цистин, содержащая серу. Общее содержание серы в кератине достигает 2...5% от его состава. Наличие серы в кератине повышает его твердость и химическую устойчивость. Элементарные звенья кератина, состоящие из остатков различных аминокислот, соединяются между собой пептидной связью (—CO—NH—). В отличие от других волокнообразующих полимеров, кератин шерсти имеет трехмерную или сетчатую структуру. Поперечные связи образуются посредством цистиновых мостиков, солевых, водородных и других связей. Кератин шерсти может существовать в двух модификациях: α - и β -формах. В α -кератине цепи главных валентностей имеют извитость наподобие тонкого волокна шерсти. В β -кератине макромолекулы почти полностью распрямлены. Возможен переход из одной модификации в другую при наличии необходимых условий. Например, при нагревании горячей водой или паром α -кератин легко переходит в β -модификацию. Последняя легко фиксируется в процессе сушки. Это свойство шерстяных волокон широко используется при утюжке и оттяжке швейных изделий из шерсти.

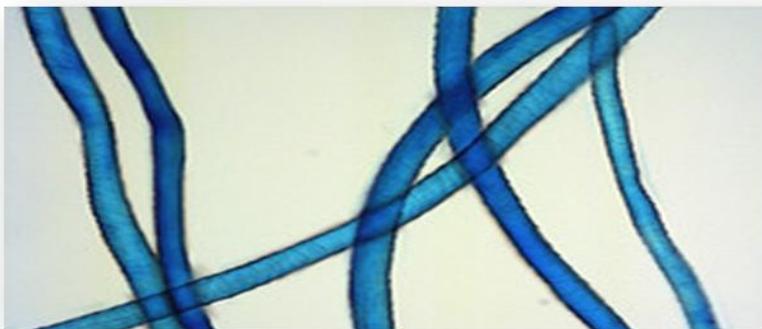


Рис. 4. Микроструктура овечьей шерсти

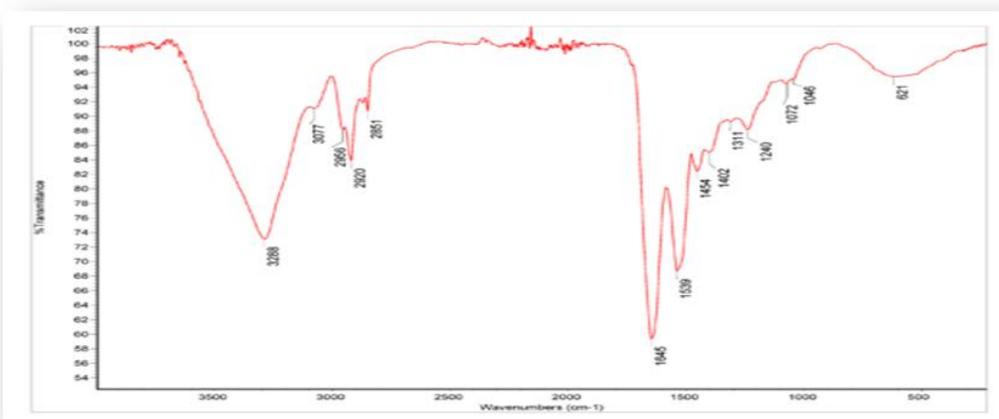


Рис. 5. Инфракрасный спектр овечьей шерсти

3. *Нить паука (Araneae)* (рис. 6, 7). Основные составные части паутины - простейшие аминокислоты: глицин $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ и аланин $\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$. В паутине содержатся и неорганические вещества – гидрофосфат калия и нитрат калия. Их функции сводятся к защите паутины от грибков и бактерий и, вероятно, созданию условий для образования самой нити в железах. Нить паутины состоит из внутреннего ядра (белка), называемого фиброином, и окружающих это ядро концентрических слоев гликопротеидных нановолокон. Фиброин составляет примерно 2/3 массы паутины (а также, кстати, и натурального шелкового волокна). Это вязкая, сиропообразная жидкость, полимеризующаяся и затвердевающая на воздухе.

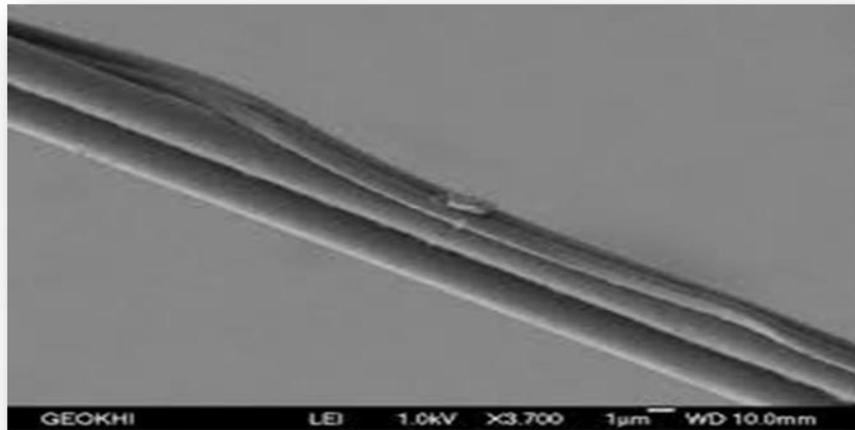


Рис. 6. Микроструктура нити паука (Araneae)

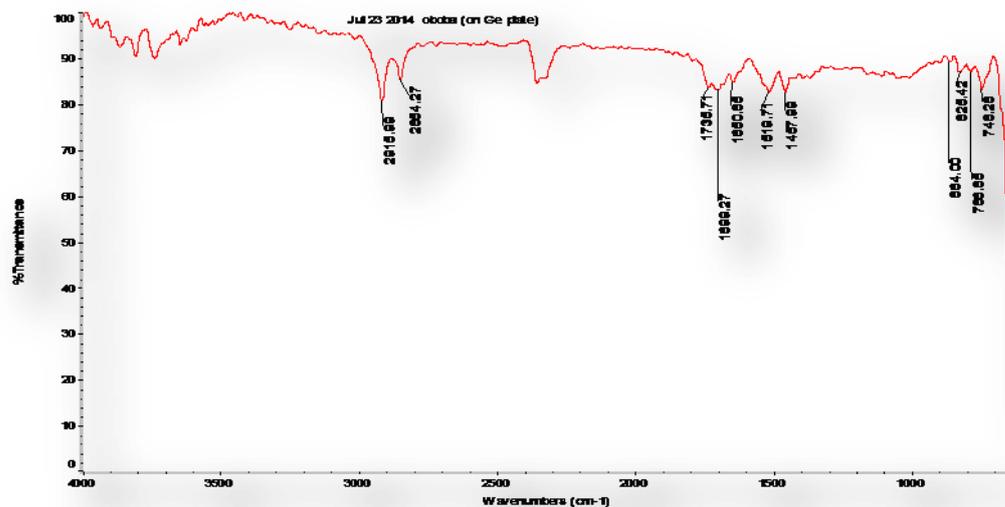


Рис. 7. Инфракрасный спектр нити паука

Проведение эксперимента и обсуждение результатов. Для проведения эксперимента все три волокна были помещены в одинаковые климатические условия и далее задержаны в климатической камере в течение 24 часов при температуре воздуха 25°C и влажности $\phi 25\pm 5\%$. Были сняты ИК спектры на спектрометре FTIR, Фурье инфракрасном спектрометре TERMO NICOLET, AVATAR 370, в диапазонах $4000\text{...}400\text{ см}^{-1}$; точность измерения: $0,5\text{ см}^{-1}$; спектры сняты на окне германиума (Avatar Multi-Bounce Flat Plate 45 degree Ge).

Разработана программа в среде "MATCAD" для расшифровки спектров, на

основе которой стала возможной обработка спектрограммы по данным таблицы Г.Е. Кричевского. Установлены схожие и различительные звенья, обуславливающие их свойства [2]. Расшифровки спектров даны в таблице.

Таблица

Расшифровка спектров

Нить паука (Araneae)	Нить тутового шелкопряда (Bombyx mori)	Овечья шерсть (Ovis aries)
1.4. дизамещенные	1.4. дизамещенные	1.4. дизамещенные
1.4. дизамещенные	1.4. дизамещенные	1.4. дизамещенные
1.4.и 1.2.3. замещенные	1.4. дизамещенные	
связанные	1.4.и 1.2.3. замещенные	
связанные	связанные	связанные
	связанные	связанные
	связанные	связанные
	-RSO ₃ -H-	связанные (цис. транс.)
	-RSO ₃ -H-	-RSO ₃ -H-
		-RSO ₃ -H-
C-Сарилы	C-S	C-S
	C-Сарилы	C-Сарилы
= C-H	= C-H монозамещенные	
монозамещенные		
C-H звенья	C-H звенья	
	C-H звенья	
дикарбонические оа	дикарбонические оа	
аминокислоты	аминокислоты	
	ионизированные	
Пиридны и хиноны	свободный OH	Пиридны и хиноны
	Содержание группы NH ₂	NH ₂ Содержание группы
	C=C и C=N	
	Первичные амиды	Первичные амиды
	В сульфамиды R-SO ₂ N	
	В сульфамиды R-SO ₂ N	
	произвольная	
		-P-O алкиль
		-P-O ариль

Как видно из таблицы, во всех рассмотренных волокнах имеются как схожие, так и различительные звенья, обуславливающие индивидуальность каждого волокна. Схожими являются: только 1.4. дизамещенные и связанные звенья.

Сравнительный анализ волокон шелка и паука показал, что схожими звеньями являются - 1.4. дизамещенные, 1.4. и 1.2.3 замещенные, связанные, C-Сарилы, дикарбонические α аминокислоты. Различительные звенья: у паутины - пириды и хиноны; у шелковой нити - RSO_3-H , свободный OH . Содержание группы NH_2 , $C=C$ и $C=N$, первичные амиды, В сульфамиды, $R-SO_2N$ произвольная. Сравнительный анализ паука и шерсти показал, что схожими звеньями являются 1.4. дизамещенные, связанные, пириды и хиноны, у паутины нет различающихся звеньев, у шерсти - связанные (цис. транс.), RSO_3-H , содержание группы NH_2 , первичные амиды, -P-Оалкиль, -P-Оариль. Сравнительный анализ шелковой нити и шерсти показал, что схожими звеньями являются - 1.4. дизамещенные, связанные, $-RSO_3-H-$, C-S, C-Сарилы, первичные амиды, содержание группы NH_2 , а различительные звенья у шелковой нити - дикарбонические α аминокислоты, ионизированные, свободный OH , $C=C$ и $C=N$, В сульфамиды $R-SO_2N$, произвольная, а различительные звенья у шерсти - пириды и хиноны, связанные (цис. транс.), -P-Оалкиль, -P-Оариль [3].

Выводы. Рассмотрены спектры поглощения ИК лучей текстильными волокнами животного происхождения – тутового шелкопряда (*Bombux mori*), овечьей шерсти (*Ovis aries*) и паука (*Araneae*). Проведен сравнительный анализ химического состава всех трех нитей. Во всех рассмотренных волокнах имеются как схожие, так и различительные звенья, обуславливающие индивидуальность каждого волокна.

Литература

1. **Кричевский Г.Е.** Основные виды текстильных волокон: Справочник. - М.: Легкая индустрия, 2002. - 250 с.
2. **Гилярова М.С.** Большая Российская энциклопедия. – М.: Энциклопедия, 1998. - 102 с.
3. **Кричевский Г.Е.** Химическая технология текстильных материалов. Т.1. - М.: Информполиграф, 2000. – 362 с.

*Поступила в редакцию 16.09.2015.
Принята к опубликованию 17.12.2015.*

ԿԵՆԴԱՆԱԿԱՆ ԾԱԳՄԱՄԲ ՏԵՔՍՏԻԼ ՄԱՆՐԱԹԵԼԵՐԻ՝ ԻՆՖՐԱԿԱՐՄԻՐ
ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՄԱՆ ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ն.Գ. Գինթիբիձե, Ն.Ն. Թխելիձե

Դիտարկված են կենդանական ծագմամբ տեքստիլ մանրաթելերի, մասնավորապես՝ շերամի (*Bombyx mori*), ոչխարի բրդի (*Ovis aries*) և սարդի (*Araneae*)՝ ինֆրակարմիր ճառագայթների կլանման սպեկտրները: Փորձարկումների կատարման համար բոլոր մանրաթելերը տեղադրվել են միևնույն կլիմայական պայմաններում: Կատարվել է բոլոր երեք թելերի քիմիական բաղադրության համեմատական վերլուծություն: Դիտարկված բոլոր մանրաթելերում առկա են ինչպես նույնանման, այնպես էլ իրարից տարբերվող օղակներ, որոնք պայմանավորում են յուրաքանչյուր մանրաթելի առանձնահատկությունը: Սպեկտրների վերծանման համար մշակված է ծրագիր MATCAD միջավայրում, սպեկտրագրերը վերլուծվել են Գ.Ե. Կրիչևսկու կողմից առաջարկված աղյուսակի միջոցով:

Առանցքային բառեր. տեքստիլ մանրաթելեր, շերամորդ, ոչխարի բրդ, ոստայնաթել, սպեկտր, ինֆրակարմիր ճառագայթ:

COMPARATIVE ANALYSIS OF ABSORPTION RANGES OF INFRARED BEAMS
BY TEXTILE FIBERS OF ANIMAL ORIGIN

N.G. Gintibidze, N.N. Tkhelidze

The absorption ranges of infrared beams by textile fibers of animal origin are considered, in particular, mulberry silkworm (*Bombyx mori*), sheep wool (*Ovis aries*) and spider (*Araneae*). For carrying out the experiment, all the three fibers were placed in the same climatic conditions. A comparative analysis of the chemical composition of all the three fibers is carried out. All the considered fibers have similar and varying links conditioning the individuality of each fiber. A program in the environment MATCAD for spectra identification is developed, the spectrograms are processed by the table proposed by G.E. Krichevski.

Keywords: textile fibers, mulberry silkworm, sheep wool, spider, range, infrared beam.