

УДК 677.076

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЛИЗАТА КЕРАТИНА,  
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КЕРАТИНОВЫХ ОТХОДОВ,  
МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ**

**RESEARCH OF KERATIN HYDROLYSATE  
RECEIVED FROM FT-IR KERATINOUS WASTE**

*Г.К. ЕЛДИЯР, С. ЧОЛАК, Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, Г.Ш. АШИРБЕКОВА*  
*G.K. ELDIYAR, S. CHOLAK, ZH.U. MYRHALYKOV, G.SH. ASHIRBEKOVA*

**(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Казахстан,  
Университет Эгэ, г. Измир, Турция)**

**(South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Kazakhstan;  
Ege University, Izmir, Turkey)**

E-mail: [koncel@ukgu.kz](mailto:koncel@ukgu.kz)

*В предлагаемом исследовании окислительный метод был использован для получения гидролизата кератина из отходов козьей шерсти в кожевенной промышленности. По данным ИК-Фурье полученные результаты гидролизата кератина указывают, что структура альфа-спирали превратилась в бета-структуру слоя вместе с деформацией естественной структуры кератина с NaOH и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.*

*The study presents the oxidative method used for obtaining keratin hydrolysate from goat hair waste in leather industry. According to the FT-IR results the obtained keratin hydrolysate proves the fact that the structure of alpha helix has*

*turned into the layer beta structure together with deformation of the natural structure of keratin with NaOH and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.*

**Ключевые слова:** кератиновые отходы, гидролизат кератина, ИК Фурье-спектроскопии,  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -слой структура.

**Keywords:** keratinous waste, keratin hydrolysate, FT-IR spectroscopy,  $\alpha$ -helix,  $\beta$ -layer structure.

Козий волос (далее – шерсть) имеет большую по объему сердцевинную часть и обладает большой жесткостью. Эти особенности не позволяют использовать данное волокно при производстве текстильных изделий. Шерсть состоит из кератиновых протеинов, содержащих дисульфидные связи. Кератин относится к медленно разрушаемым протеинам, которые встречаются в естественных условиях. Однако при разрыве дисульфидных связей кератин легко разлагается. Для разрыва связей используются восстановители и окислители. [1], [2].

В данном исследовании для получения гидролизата кератина из козьей шерсти в условиях кожевенного производства использовался метод окисления. Козья шерсть, полученная в процессе стрижки, после крашения подвергалась окислению и гидролизу с помощью гидроксида натрия (NaOH) и перекиси водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Вто-

ричная структура протеина определялась с помощью инфракрасной спектроскопии на основе преобразования Фурье (ИК-Фурье).

ИК Фурье-спектры определяли с помощью модели Perkin Elmer Spectrum 100 на спектрометре FT-IR+ATR. ИК Фурье-спектры на образцах определяли при комнатной температуре в частотном диапазоне 4000...400 см<sup>-1</sup> и 4 см<sup>-1</sup> с помощью 64 сканирований.

В ИК Фурье-спектрах область 4000...400 см<sup>-1</sup> использовалась для определения особых функциональных групп, и эта область получила название области функциональных групп. Область справа от 1400 см<sup>-1</sup> называется идентифицирующей областью, и эта область способствует поглощению как в режиме растяжения, так и в режиме сгибания. Идентифицирующую область следует проверить в соответствии с [3].

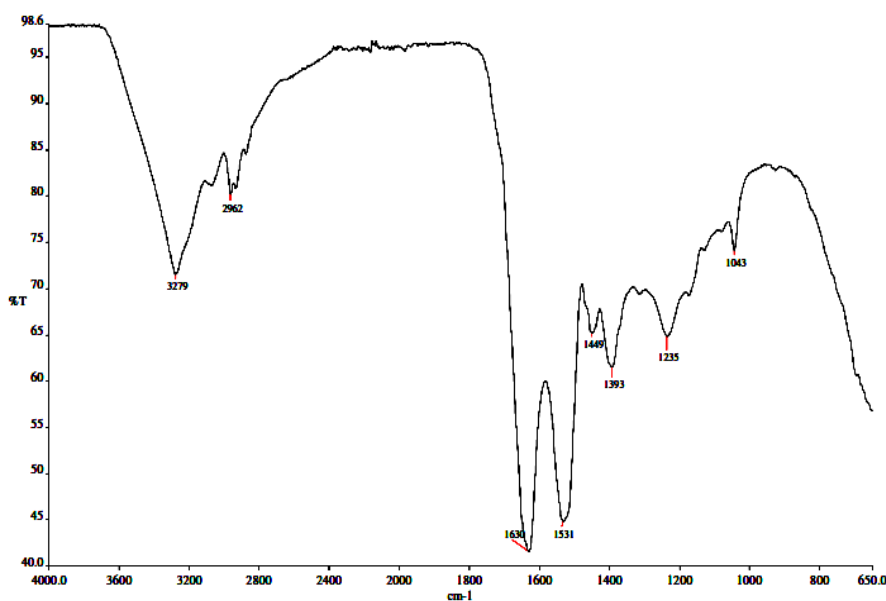


Рис. 1

Спектры ИК-Фурье гидролизата кератина, представленные на рис. 1, позволяют понять значения характеристик трансмиссии связей и относительную спектральную интенсивность (Т%) образцов.

Пики поглощения  $3279\text{ см}^{-1}$ ,  $2962\text{ см}^{-1}$ ,  $1634\text{ см}^{-1}$ ,  $1536\text{ см}^{-1}$ , и  $1449\text{ см}^{-1}$  видны в области функциональной группы гидролизата кератина, а пики поглощения  $1353\text{ см}^{-1}$ ,  $1235\text{ см}^{-1}$  и  $1043\text{ см}^{-1}$  – в идентифицирующей области.

Кардамон и другие, используя метод ИК-Фурье, провели исследование гидролизата кератина, полученного из шерсти в результате окислительных реакций в процессе гидролиза, и идентифицировали Амид I в области  $1680\text{--}1645\text{ см}^{-1}$ . Амид II –  $1550\text{--}1515\text{ см}^{-1}$  и Амид III при  $1435\text{ см}^{-1}$  для областей амида; соли бунте, цистеин-сера-сульфонат ( $\text{Cy-S-SO}^3$ ) при  $1012\text{ см}^{-1}$ , цистеиновую кислоту ( $\text{CySO}_3\text{H}$ ) при  $1045\text{ см}^{-1}$ , цистеин-сера-монооксид ( $\text{Cy-SO-S-Cy}$ ) при  $1080\text{ см}^{-1}$  и цистеин-сера-диоксид ( $\text{CySO}_2\text{-S-Cy}$ ) при  $1137\text{ см}^{-1}$  для областей окиси серы [4].

На спектрах ИК-Фурье полученного гидролизата кератина в области Амида наблюдались следующие пики поглощения: для Амида I – при  $1634\text{ см}^{-1}$ , для Амида II – при  $1536\text{ см}^{-1}$  и для Амида III – при  $1449\text{ см}^{-1}$ . В области окиси серы пик поглощения цистеиновой кислоты ( $\text{CySO}_3\text{H}$ ) наблюдался при  $1043\text{ см}^{-1}$ .

Область поглощения карбониламида меняется в зависимости от количества Н-связей между молекулами. Пик карбонила (пик  $\text{C=O}$ ), при котором амид имеет больше всего водородных связей в жидком состоянии, называется полосой Амида I, и он наблюдается приблизительно при  $1650\text{ см}^{-1}$ . Если образец амида разводится растворителем, который не способен образовывать

Н-связи, количество их сокращается и пик  $\text{C=O}$  смещается на более высокую частоту  $1700\text{ см}^{-1}$ . Полоса Амида II видна лишь с правой стороны полосы  $\text{C=O}$  в области  $1515\text{--}1670\text{ см}^{-1}$ . Это поглощение вызвано искажением (деформацией) NH. В полученном гидролизате кератина пик Амида I наблюдался при  $1634\text{ см}^{-1}$ .

По данным ряда источников [5] пики поглощения кератиновой цепочки Амида I ( $1650\text{ см}^{-1}$ ) и Амида II ( $1547\text{ см}^{-1}$ ) имеют структуру альфа-спирали, Амид I ( $1638\text{ см}^{-1}$ ) и Амид II ( $1515\text{ см}^{-1}$ ) имеют бета-структуру слоя. Полученный гидролизат кератина показывает, что структура альфа-спирали перешла в бета-структуру слоя одновременно с деформацией естественной структуры кератина под действием NaOH и  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Yeldiyar, G. Colak, S.M.* The potential usage fields of hair wastes from leather industry. II International Aspects for Leather Industry, 89-93, 2011
2. *Feughelman M.* Keratin. Encyclopedia of polymer science and engineering, J.I. Kroschwitz (ed), Vol 8, Wiley, New York, 566-600, 1985.
3. *Fessenden R.J. Fessenden J.S.* Organic Chemistry(4th edition), Brooks/Cole, California, pp 1137, 1990.
4. *Cardamone J.M. Nunez A. Garcia R.A. Ramos M.A.* Characterizing wool keratin. Research Letters in Materials Science, Article ID 147175, 5 pages, doi:10.1155/2009/147175, 2009.
5. Anonymous. Image Library of Biological Macromolecules., Determination of Secondary Structure in Proteins by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), [http://www.imb-jena.de/ImgLibDoc/ftir/IMAGE\\_FTIR.html.html](http://www.imb-jena.de/ImgLibDoc/ftir/IMAGE_FTIR.html.html), 2012.

Рекомендована кафедрой технологии текстильных материалов и изделий легкой промышленности. Поступила 28.11.13.