УДК 675.043.84:541.6

Л.А. Майстренко, О.А. Андреєва

ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖЕЛАТИНУ, ОБРОБЛЕНОГО ПОЛІМЕРНИМИ СПОЛУКАМИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Повідомлення 2

На підставі ІЧ-спектроскопічного аналізу плівок желатину, обробленого спочатку хромовим дубителем, а потім полімерними сполуками, встановлено зміну відносної оптичної густини смуг поглинання, що відповідають коливанням азотовмісних і гідроксильних груп протеїну та коливанням хрому (ІІІ). Зроблено припущення про те, що полімерні сполуки здатні не лише наповнювати дерму, а й взаємодіяти з колагеном та хромовим дубителем.

Вступ. Метод інфрачервоної спектроскопії у наш час є одним з найпоширеніших методів ідентифікації та структурного аналізу полімерів і полімерних композиційних матеріалів. Таке поширення цього методу, порівняно з іншими сучасними фізико-хімічними та хімічними методами, зумовлено доступністю та надійністю сучасних серійних ІЧ-спектрометрів, значною швидкістю виконання аналізу, високим рівнем експериментальної техніки спектрального дослідження полімерних систем. Важливим є і те, що під час аналізу не відбувається хімічного змінювання полімеру. Все це дозволяє легко отримувати ІЧ-спектри зразків полімеру у вигляді волокон, плівок, розчинів та порошків [1].

У попередній роботі [2] наведено результати ІЧ-спектроскопічних досліджень полімерних сполук нового покоління – похідних стиролу і малеїнової кислоти (продукт Kro) та акрилової кислоти (продукти TP, CP), а також плівок желатину, обробленого цими полімерами і (або) хромовим дубителем. Встановлено участь полімерних сполук у взаємодії з протеїном та з дубителем.

Постановка задачі. Виконаними раніше лабораторними та виробничими випробуваннями показана можливість використання полімерних сполук не лише на стадії хромового дублення [3], а й під час процесів рідинного оздоблення [4]. Внаслідок цього покращуються більшість споживчих властивостей шкір, використання матеріальних ресурсів. Оскільки в результаті дублення відбуваються суттєві зміни у структурі та властивостях колагену, виникає питання: яким чином вплине обробка дубильними сполуками хрому на характер взаємодії у системі «колаген-дубитель-полімер»?

Розв'язання задачі. Для одержання відповіді на поставлене питання виконали ІЧ-спектроскопічні дослідження плівок желатину (Ж), одержаних з 1,0 %-вих розчинів цього протеїну після обробки спочатку 2,0 % хромового дубителя (ХД), а потім 2,0 % полімерних сполук (ПС) у перерахунку відповідно на масу желатину, оксид хрому та сухий залишок полімерів. Дослідження проводили на просвіт на спектрофотометрі TENSOR 37 (фірма Brucer, Німеччина). Товщину плівок підбирали таким чином, щоб максимум робочих смуг коливання знаходився в області 20-80 % пропускання.

Повна інтерпретація коливальних спектрів досліджуваних систем не передбачалась, аналізували лише окремі спектральні інтервали, у яких могли з'явитись передбачувані хімічні взаємодії складових.

Основні результати та висновки. Одержані спектрограми поглинання в діапазоні 400-4000 $см^{-1}$ обробляли за методами «базової лінії» та «внутрішнього стандарту». Як і раніше [2], за внутрішній стандарт обрали смуги при частотах 2930 та 1337 $см^{-1}$, що відповідають валентним та деформаційним коливанням CH_3 і CH_2-груп, оскільки при цих частотах оптична густина досліджуваних речовин змінюється несуттєво. Належність смуг поглинання до тих чи інших типів сполук (груп атомів) визначали на підставі численних робіт в області інфрачервоної спектроскопії (табл. 1) [1, 5-8].

Таблиця 1

Основні частоти найважливіших смуг поглинання в ІЧ-спектрах желатину та хрому

Частота, $см^{-1}$	Інтенсивність	Тип сполуки, група	Частота, $см^{-1}$	Інтенсивність	Тип сполуки, група
3348	с	Амід А (пептидна)	1200	сл	Вторинні аміни (вCN); спирти (вCO)
3082	сл	Амід В (пептидна)			
2934	срд	Алкани (вCH_2)	1120	сл	Спирти (вCO)
1651	с	Амід І (пептидна)	975	сл	транс-Алкени (дCH)
1538	срд	Амід ІІ (пептидна)	874	сл	транс-Алкени (дCH)

1450	срд	Спирти (дОН)	611	срд	Хром (III)
1338	сл	Алкани (дCH_3)	576	сл	Солі хрому
1238	срд	Вторинні аміни (вCN)	559	сл	Солі хрому

Із загального аналізу спектрограм (рис. 1) випливають такі основні моменти*: а)* наявність широкої сильної смуги поглинання в області частот 3200-3600 $см^{-1}$, яку можна пояснити утворенням міжмолекулярного водневого зв'язку полярних груп (амінної та гідроксильної); *б)* зменшення інтенсивності смуг поглинання при частотах 3082-3348, 1538-1651 та 1240 $см^{-1}$, які відповідають коливанням, притаманним Амідам А, В, І, ІІ.

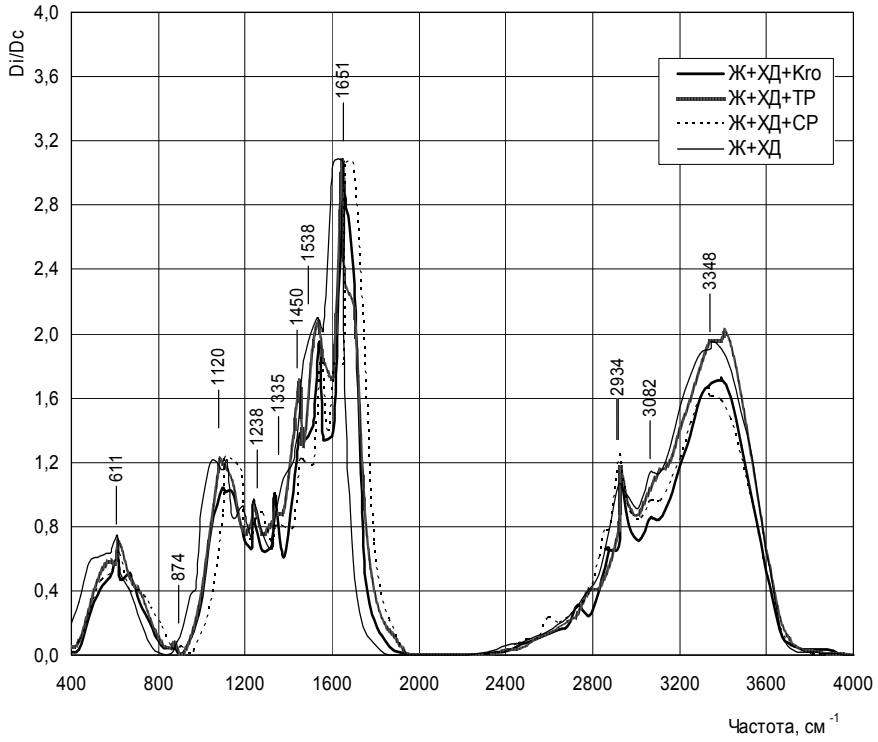

Рис. 1. ІЧ-спектри желатина, обробленого
хромовим дубителем та полімерними сполуками

Аналіз спектрограм хромованого желатину до та після обробки полімерами (рис. 1) виявляє певні зміни характеру та відносної оптичної густини деяких смуг поглинання.

Дані табл. 2 віддзеркалюють зміну показника відносної оптичної густини Z, яку визначали відношенням відносної оптичної густини хромованого желатину Di/Dc (Ж+ХД) до відносної оптичної густини того самого желатину вже після обробки полімерними сполуками Di/Dc (Ж+ХД+ПС).

На підставі величин показника Z встановлено, що *всі досліджувані полімери* активно взаємодіють з азотовмісними групами Аміду ІІ (частота 1538 $см^{-1}$) та вторинних амінів (частота 1200-1238 $см^{-1}$), а також з хромовими комплексами (частота 611 $см^{-1}$), оскільки відношення відносної оптичної густини хромованого желатину Di/Dc (Ж+ХД) до відносної оптичної густини хромованого желатину після обробки полімерними сполуками Di/Dc (Ж+ХД+ПС) досягає найбільшого значення (відповідно Z_{1538}=1,016-1,075, $Z_{1200\text{-}1238}$ =1,043-1,231; Z_{611}=1,050-1,223).

Окремі полімерні сполуки – продукти Kro та СР взаємодіють з азотовмісними групами Аміду А (частота 3348 $см^{-1}$; Z_{3348} Kro=1,128, Z_{3348} СР = 1,173) та Аміду В (частота 3082 $см^{-1}$; Z_{3082} Kro=1,345, Z_{3082} СР =1,171), а продукт Kro – ще й зі спиртами (частота 1450 та 1120 $см^{-1}$, Z_{1450} Kro=1,117, Z_{1120} Kro=1,187) і транс-алкенами (частота 874 $см^{-1}$, Z_{874} Kro=1,165).

У взаємодії з Амідом І (частота 1651 $см^{-1}$) досліджувані полімери не виявляють активності, оскільки 80 % у ньому припадають на СО-групу і лише 20 % – на азотовмісні CN та NH групи.

Таблиця 2

Зміна відносної оптичної густини хромованого желатину після обробки полімерними сполуками

Частота, $см^{-1}$	Тип сполуки, група	Зміна відносної оптичної густини Z		
		Kro	TP	CP
3348	Амід А (100 % вNH)	1,128	0,968	1,173
3082	Амід В (100 % вNH)	1,345	0,583	1,171
2934	Алкани ($вCH_2$)	0,943	0,894	0,832
1651	Амід I (80 % вCO, 10 % вCN, 10 % дNH)	1,003	0,997	1,003
1538	Амід II (40 % вCN, 60 % дNH)	1,075	1,016	1,024
1450	Спирти (дOH)	1,117	0,899	0,965
1335	Алкани ($дCH_3$)	1,005	0,939	0,956
1238	Вторинні аміни (вCN)	1,149	1,043	1,089
1200	Вторинні аміни (вCN)	1,231	1,170	1,195
1120	Спирти (вCOC)	1,187	0,994	0,984
874	транс-Алкени (дCH)	1,165	0,699	0,870
611	Хром (III)	1,223	1,050	1,144

Одержані результати дозволяють зробити припущення про те, що під час обробки колагену, видубленого сполуками хрому, досліджувані полімерні матеріали здатні не лише наповнювати дерму [4], а й взаємодіяти з активними (насамперед, азотовмісними, гідроксильними) групами колагену та з дубителем з утворенням різноманітних зв'язків. При цьому між полімерами і сполуками хрому можлива конкуренція за взаємодію з білком. Утворення хімічних зв'язків між компонентами системи «колаген-хімічні матеріали» пояснює покращення багатьох показників шкіри (міцності, видовження, термостійкості і т.і.) у разі використання полімерних сполук під час та після хромового дублення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Б. И. Лирова. Анализ полимерных композиционных материалов / Б. И. Лирова, Е. В. Русинова. – Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2008. – 187 с.
2. Майстренко Л. А. ІЧ-спектроскопічні дослідження желатину, обробленого полімерними сполуками нового покоління. Повідомлення 1 / Л. А. Майстренко, О. А. Андреєва // Вісник ХНТУ. – 2011. – № 4(43) – С. 143 –147.
3. Лук'янець Л. А. Виробництво високоякісної шкіри шляхом застосування сучасних полімерних сполук / Л. А. Лук'янець, О. А. Андреєва // Вісник КНУТД. – 2010. – № 4. – С. 246–250.
4. Лук'янець Л. А. Дослідження властивостей хромових шкір, наповнених сучасними полімерними матеріалами / Лук'янець Л. А., Андреєва О. А., Антипов О. В. // Вісник КНУТД. − 2008. − № 5(43). − С. 81–85.
5. Миронов В. А. Спектроскопия в органической химии / В. А. Миронов, С. А. Янковский. – М. : Химия, 1985. – 232 с.
6. Тарутина Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина. – Л. : Химия, 1986. – 248 с.
7. Адсорбционная молекулярная спектроскопия полимеров : метод. указания к лаб. раб. по курсу «Современные методы исследования полимеров» / сост. : Н. М. Иголинская, О. В. Костенко. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет, 2006. – 24 с.
8. Капля А. А. Активность Na+K+-АТР-азы в колоректальной карциноме человека / А. А. Капля, А. Г. Кудрявцева, В. Ф. Горчев, Д. С. Осинский, С. В. Хижняк // Укр. біохім. журн. − 2006. − Т. 78, № 2. − С. 143.

МАЙСТРЕНКО (ЛУК'ЯНЕЦЬ) Леся Анатоліївна – магістр, аспірант кафедри технології шкіри та хутра Київського національного університету технологій та дизайну.

Наукові інтереси:

– удосконалення технологій шкіряно-хутрового виробництва.

АНДРЕЄВА Ольга Адіславівна – д.т.н., професор, професор кафедри технології шкіри та хутра Київського національного університету технологій та дизайну.

Наукові інтереси:

– розробка ресурсозбережних технологій шкіряно-хутрового виробництва з метою створення конкурентоспроможної продукції.