

АДСОРБЦІЯ ЛЕВАМІЗОЛУ НА КРЕМНЕЗЕМАХ З РЕГУЛЬОВАНОЮ ГІДРОФОБНІСТЮ

Л.М. Патеї, П.О. Кузема

*Інститут хімії поверхні Національної академії наук України
вул. Ген. Наумова 17, 03680 Київ-164; e-mail: sci-worker@yandex.ru*

Досліджено адсорбцію левамізолу на кремнеземах, модифікованих диметилдихлорсиланом і триметилхлорсиланом. Методом мас-спектрометрії проаналізовано перебіг термічної деструкції одержаних композитів.

Adsorption of levamisole on silicas modified with dimethyldichlorosilane and trimethylchlorosilane has been studied. The routes of thermal destruction were analyzed for composites obtained by mass spectrometry method.

Вступ

Завдяки своїй фізіологічній нешкідливості і високій сорбційній здатності щодо молекул різного типу, зокрема біомолекул [1], ефективним сорбентом є кремнезем. Закріплюючи антибіотик на поверхні високодисперсних кремнеземів, можна досягти зниження його дози і підсилити ефект лікування.

В цій роботі досліджено адсорбцію левамізолу (антигельмінтик та імунномодулятор, що підвищує загальну стійкість організму) на кремнеземах, на поверхні яких частина гідроксильних груп була заміщена на метилсилільні, і вивчено властивості такого комплексу методами термопрограмованої десорбційної мас-спектрометрії (ТПД МС) [2].

Експериментальна частина

У дослідженні використано левамізолу гідрохлорид, високодисперсний пірогенний кремнезем А-300 та продукти його модифікації диметилдихлорсиланом (АМД) та триметилхлорсиланом (АМТ) зі ступенем заміщення силанольних груп 20 та 40%. Вихідний кремнезем А-300 хімічно модифікували в реакторі з перемішуванням при 300°C. Ступінь заміщення силанольних груп на метилсилільні контролювали методом інфрачервоної спектроскопії [3].

Адсорбцію досліджували в статичних умовах при 20–22°C. Розчини одержували шляхом розведення концентрованого спиртового розчину левамізолу, а їхню концентрацію визначали за допомогою спектрофотометра SPECORD М-40 за поглинання при 215 нм. Для видалення адсорбента проводили центрифугування зі швидкістю 3000 об/хв протягом 25 хв.

Мас-спектрометричні дослідження проводились на приладі МХ 7304А (Суми).

Результати та їхнє обговорення

Як відомо, антибіотики мають здатність вибірково пригнічувати ріст збудників захворювань і затримувати розвиток злоякісних пухлин [4]. Як лікувальний засіб антибіотик має використовуватися в малій дозі, не викликати дисбактеріоз, бути нетоксичним. Засіб не повинен знижувати імунологічні реакції організму.

Аналізуючи ізотерми адсорбції спиртового розчину левамізолу (рис. 1), бачимо, що, згідно із класифікацією Гільса [5, 6], перші чотири криві відповідають моделі мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Лише зразок АМТ-0,4 (крива 5) має інший характер ізотерми адсорбції.

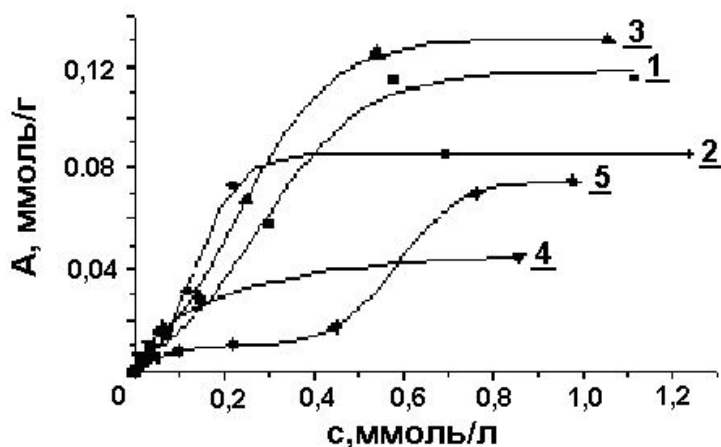


Рис. 1. Ізотерми адсорбції левамізолу на зразках кремнезему: 1 – А-300; 2 – АМД-0,2; 3 – АМД-0,4; 4 – АМТ-0,2; 5 – АМТ-0,4.

Найбільшу адсорбцію виявляє модифікований кремнезем АМД-0,4. Кремнезemi із ступеню гідрофобності 40% адсорбують краще, ніж 20%. Результати експерименту свідчать (таблиця), що гідрофобність модифікованих кремнеземів істотно впливає на їхню сорбційну здатність.

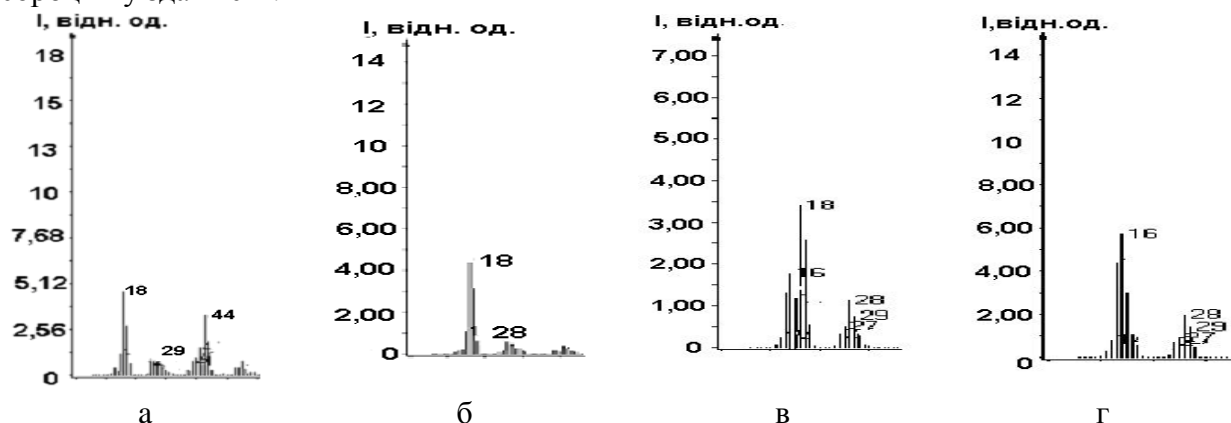


Рис. 2. Мас-спектри продуктів десорбції левамізолу при 90 (а), 340 (б), 520 (в) і 761°C (г).

Таблиця. Фізико-хімічні параметри адсорбції левамізолу на кремнеземах регульованої гідрофобності (модель адсорбції Ленгмюра)

Зразок	A_{∞} , ммоль/г	$K_p \times 10^{-3}$, л/моль	P
А-300	$0,235 \pm 0,055$	$1,015 \pm 0,232$	$0,882^*$
АМД-0,2	$0,106 \pm 0,012$	$4,099 \pm 0,503$	$0,978$
АМД-0,4	$0,235 \pm 0,050$	$1,367 \pm 0,369$	$0,906$
АМТ-0,2	$0,052 \pm 0,003$	$7,778 \pm 0,425$	$0,997$
АМТ-0,4	не відповідає моделі	—	—

A_{∞} – гранична адсорбція; K_p – константа адсорбційної рівноваги; ρ – коефіцієнт кореляції для лінійної форми рівняння Ленгмюра.

* - невелике значення ρ пояснюється малою кількістю вимірювань.

Наступним етапом роботи було вивчення отриманих комплексів методом ТПД МС. На рис. 2 наведено мас-спектри продуктів десорбції левамізолу при різних температурах. У всіх спектрах наявні лінії 18, 27, 28, 29 а.о.м. і у високотемпературній області лінії 16 а.о.м.

З термограм зміни інтенсивностей піків відповідних мас випливає, що виділення води із зразка проходить в три етапи з максимумами при температурах 90, 170 та 285°C. Перший етап ідентифікується як виділення фізично адсорбованої води з поверхні носія. Другий і третій етапи – ймовірно, відповідають видаленню води і продуктів термічного розкладу антибіотиків. Основна деструкція левамізолу на поверхні кремнезему відбувається при температурі близько 300°C. В інтервалі 510-530°C присутні лінії, що відповідають атомним масам 27, 28 та 29. Згідно із раніше проведеними дослідженнями [7], тут відбувається термічна деструкція поверхневих етоксигруп, що утворились при взаємодії етилового спирту із силанольними групами кремнезему. Ділянка високотемпературного інтервалу відповідає розкладу метилсилоксанового покриття носіїв, що узгоджується із даними [8].

Висновки

Встановлено, що введення метилсилільних груп впливає на сорбційну здатність кремнеземів щодо левамізолу. Більшість ізотерм відповідають моделі мономолекулярної адсорбції Ленгмюра, за винятком зразка АМТ-0,4. Проаналізовано основні продукти термодеструкції адсорбованого антибіотика в широкому інтервалі температур.

Автори висловлюють подяку Покровському В.А., Галаган Н.П., Лисиці А.В., Головковій Л.П. за допомогу в проведенні експериментів.

Література

1. Воронков М.Г., Кузнецов И.Г. Кремний в живой природе. – Новосибирск: Наука, 1984. – 155 с.
2. Лисичкин Г.В., ред. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии. - М.: Химия, 1985. – 248 с.
3. Мас-спектрометрия: Навч. посібник для магістрів хім. факультету. – Київ: ВЦ КУ, 1999. – 44 с.
4. Шемякин М.М., Хохлов А. С., Колосов М.Н., Бергельсон Л. Д., Антонов В. К. Химия антибиотиков. Т.1. - Москва: Изд-во АН СССР, 1961. – 774 с.
5. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. – Москва: Высшая школа, 1973. - 206 с.
6. Митрофанов П.П. Практикум по физической и коллоидной химии. – Москва: Медгиз, 1950. – 182 с.
7. Гаврилюк К.В., Горлов Ю.И. Масс-спектрометрические исследования термодесорбции воды метанола с поверхности триметилсилилаэросила // Теорет. эксперим. химия. - 1983. – Т. 19, № 3. – С.364-367.
8. Козик О.И., Гаврилюк И.М., Покровский В.А., Чуйко А.А. Особенности термических превращений этанола на поверхности кремнезема в исследованиях процесса термолита адсорбированных красителей // Теорет. эксперим. химия.- 1992.- Т. 28, № 1. - С.87–91.