

НАНОКОМПЗИТИ НА ОСНОВІ ПОЛІЕЛЕКТРОЛІТНИХ КОМПЛЕКСІВ ПЕКТИН – ХІТОЗАН ТА НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА

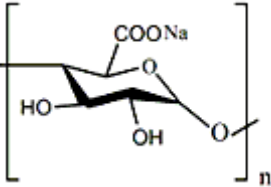
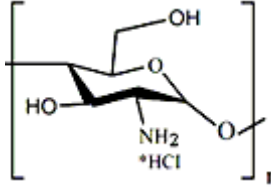
Демченко В.Л., Кобилінський С.М., Гончаренко Л.А., Рибальченко Н.П.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, dvaleriyl@ukr.net

Сьогодні поширені багато мікроорганізмів, зокрема *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, які є стійкими до безлічі антимікробних агентів. Тому існує потреба в екології, медицині та харчовій промисловості в нових матеріалах з вищою противірусною і бактерицидною дією, і меншою токсичністю для людини й довкілля. Перспективними є полімерні матеріали, які містять наночастинки металів такі як мідь, срібло, оксид цинку. Антимікробна активність полімерного матеріалу, наповненого наночастинками металів сильно залежить від розміру наночастинок та їх форми. Стабілізація наночастинок металу у поліелектролітних комплексах запобігає їх окисненню й агрегації і забезпечує контроль швидкості їхнього росту. Визначальними факторами, які дають змогу регулювати розмір і розподіл наночастинок у полімерній матриці поліелектролітних комплексів, є ефективна взаємодія макромолекул аніонного і катіонного поліелектролітів з поверхнею металу з подальшим формуванням наноконкомпозитів. На наше переконання значний потенціал для створення поліелектролітних комплексів мають поліелектроліти природного походження, а саме полісахариди. По-перше, з погляду хімічної будови це жорстколанцюгові полімери, для яких окрім наявності іоногенних груп властива також висока концентрація реакційноздатних ОН-груп, що відкриває можливість їх подальшої спрямованої функціоналізації, а також груп і фрагментів, здатних до донорно-акцепторної взаємодії і утворення водневих зв'язків. По-друге, вони відзначаються високою біологічною активністю і при цьому є нетоксичними, біосумісними і біодеградабельними речовинами. Тому на наше переконання значним потенціалом для створення ефективних антимікробних наноконкомпозитних матеріалів є поліелектролітні комплекси на основі полімерів природного походження (пектин, хітозан, Na-КМЦ). Це дасть змогу отримати наноконкомпозитні полімерні матеріали з наночастинками ультрадисперсного розміру ($d < 10$ нм).

Отже, метою даної роботи є синтез поліелектролітних комплексів пектин–хітозан, поліелектроліт-металічних комплексів пектин– Ag^+ –хітозан та срібловмісних наноконкомпозитів пектин– Ag –хітозан.

Загальна будова полімерів на основі яких формували поліелектролітні комплекси приведена нижче:

Na-пектин ($C_{COONa} = 2,9$ ммоль/г)	Хітозан гідрохлорид ($C_{NH_2} = 4,5$ ммоль/г)
Вагове співвідношення Na-Пектин–Хітозан–Cl – 1/0,644, г/г	
	

Поліелектролітні комплекси формували шляхом змішування 5% водних розчинів натрієвої солі пектину та хітозану гідрохлориду за стехіометричного мольного співвідношення функціональних груп. На наступному етапі плівками поліелектролітних комплексів проводили сорбцію іонів срібла із водного розчину солі $AgNO_3$ протягом 24 год. І на останньому етапі проводили відновлення іонів срібла шляхом нагрівання плівок пектин– Ag^+ –хітозан за температури $150\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 30 хв [1].

Методом ширококутової рентгенографії було встановлено, що зразки поліелектролітних комплексів пектин–хітозан та поліелектроліт-металічних комплексів пектин–Ag⁺–хітозан характеризуються аморфною структурою. Було виявлено, що для зразка пектин–Ag⁺–хітозан при $2\theta_m \sim 11,8^\circ$ спостерігається дифракційний максимум дифузного типу, який характеризує комплексоутворення між іонами срібла і протилежно зарядженими поліелектролітами пектину і хітозану. Ступінь відновлення іонів срібла у плівках контролювали за зменшенням інтенсивності вказаного максимуму. Було встановлено, що при термохімічному відновленні іонів Ag⁺ у плівках пектин–Ag⁺–хітозан за температури 150 °C протягом 30 хв утворюються срібловмісні наноконізати, про що свідчить присутність на рентгенівських дифрактограмах максимумів при $2\theta_m \sim 38,0^\circ$ і $44,0^\circ$, які підтверджують наявність металічного срібла в полімерній системі. Методом трансмісійної електронної мікроскопії було встановлено, що середній розмір наночастинок срібла становить 4,7 нм (рис. 1). Наночастинки статистично розподілені у полімерній матриці пектин–хітозан.

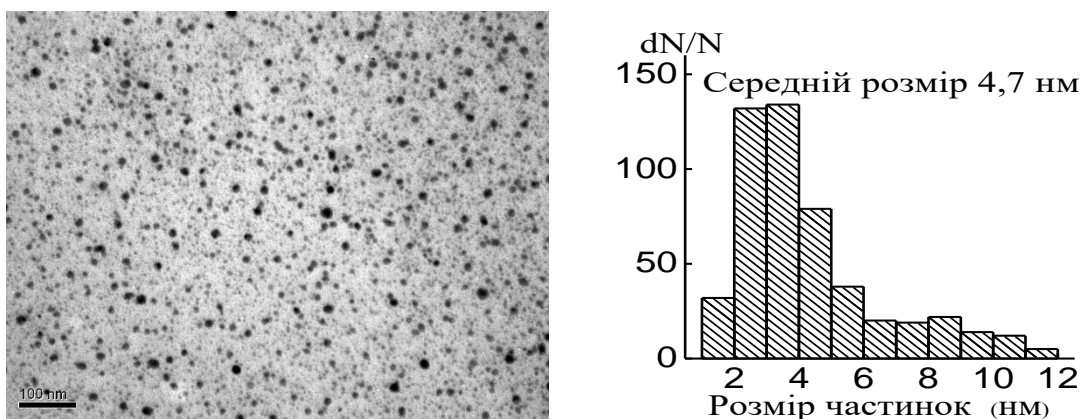


Рис. 1 Мікрофотографія та гістограма наноконізату пектин–Ag–хітозан.

Дослідження антимікробних властивостей срібловмісних наноконізатів щодо мікроорганізми *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli*, показали що діаметр зон затримки росту щодо цих мікроорганізми становить $19,7 \pm 0,9$ та $32,6 \pm 1,2$ мм відповідно. Контролем слугувала плівка пектин–хітозан, яка не проявляла антимікробної активності (діаметр зразків становив 10 мм).

Висновки

В результаті проведених досліджень були розроблені нові плівкові срібловмісні матеріали на основі поліелектролітних комплексів пектин–хітозан з ефективною антимікробною дією. Розроблені плівкові матеріали можуть бути перспективними як перев'язувальні матеріали для інфекційних ран різної природи.

1. Demchenko V., Riabov S., Sinelnikov S., Radchenko O., Kobylinskyi S., Rybalchenko N. Novel approach to synthesis of silver nanoparticles in interpolyelectrolyte complexes based on pectin, chitosan, starch and their derivatives //Carbohydrate Polymers. - 2020. - Vol. 242. - P. 1–13.