

УДК: 539.23+691.175.2

В. В. Николаичук, асп.,
В. И. Куликовская, канд. хим. наук, зам. дир.
(ИХНМ НАН Беларуси, г. Минск);
Д. В. Стрельченя, студ. (БГУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НАНОКОМПОЗИТА ХИТОЗАН-СЕРЕБРО С ПЕКТИНОМ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫМИ

Интерполиэлектродитные комплексы (ИПЭК) представляют собой особый класс полимерных соединений, образующихся чаще всего в результате взаимодействия противоположно заряженных полиэлектролитов. Уникальность ИПЭК заключается в возможности получения на их основе различных композиционных материалов с заданными свойствами (деформационно-прочностными, сорбционными, структурно-механическими и др.) путем варьирования их состава. На основе ИПЭК можно получать широкий спектр функциональных материалов (в том числе макропористые матрицы), физико-химические и биологические свойства которых будут определяться природой и структурой используемых полиэлектролитов (молекулярной массы, конформации макромолекул, плотности заряда), а также условиями их формирования (рН и ионной силы раствора, температуры, концентрации и соотношения компонентов) [1]. Особое внимание уделяется потенциалу применения ИПЭК на основе полисахаридов в качестве раневых покрытий в медицине, что обусловлено их высокой гемо- и биосовместимостью, ранозаживляющим действием, а также схожестью по структурной организации с биологическими материалами [2].

Целью данной работы являлось получение и изучение закономерностей формирования интерполиэлектродитных комплексов на основе наноконпозитов хитозан-серебро с пектином и его производными.

В качестве поликатиона в работе использовали наноконпозит хитозан-Ag (Хит-Ag, гидродинамический диаметр 111 ± 57 нм, дзета-потенциал 47 ± 6 мВ), а качестве полианиона – пектин (Пект, Classic, 89 кДа, степень этерификации 38%), окисленный пектин (Пект-8, 8 ммоль альдегидных групп на 1 г пектина), наноконпозит пектин-Ag (Пект-Ag, гидродинамический диаметр 22 ± 6 нм, дзета-потенциал -61 ± 5 мВ).

Интерполиэлектролитные комплексы Хит-Аг/Пект, Хит-Аг/Пект-8 и Хит-Аг/Пект-Аг получали путем сливания растворов в объемном соотношении полианион:поликатион от 0,1 до 2 (концентрация растворов по полимеру 1 мг/мл). Молярное соотношение NH_2 -групп хитозана к СНО-группам пектина, рассчитанное на основании степени деацетилирования хитозана и величины йодного числа пектина, составило от 0,19 до 3,76 (Пект) и от 0,06 до 1,27 (Пект-8). Спустя 3 часа после сливания отмечали помутнение растворов и выпадение грубодисперсного осадка (рисунок 1).

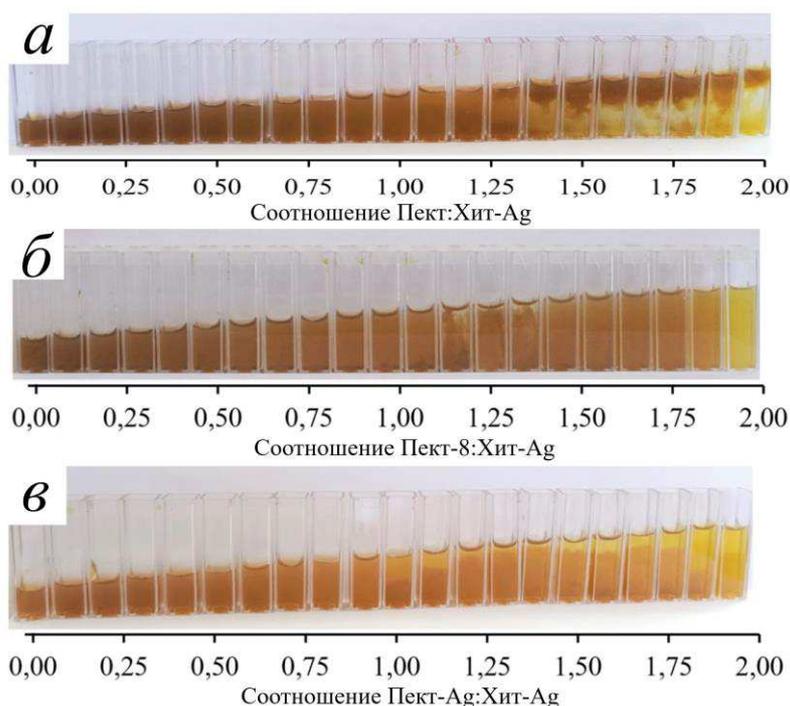


Рисунок 1 – Внешний вид комплексов Хит-Аг/Пект (а), Хит-Аг/Пект-8 (б) и Хит-Аг/Пект-Аг (в)

Образование комплексов за счет электростатического взаимодействия между компонентами было подтверждено изменением дзета-потенциала комплексов, который исследовали методом электрофоретической подвижности на Zetasizer Nano ZS (Рис. 2 а-в). Средняя величина дзета-потенциала исходного нанокompозита Хит-Аг составляла $47,0 \pm 1,3$ мВ, при взаимодействии с полианионом наблюдалось его постепенное снижение. Изoeлектрическая точка (полная нейтрализация зарядов компонентов) наблюдалась при объемном соотношении Пект:Хит-Аг=1,63, Пект-8:Хит-Аг=1,23 и Пект-Аг:Хит-Аг=1,24.

Методом динамического рассеяния света установлено, что с увеличением количества полианиона в реакционной смеси увеличивался гидродинамический диаметр частиц, и при объемных отношениях полианион:поликатион 1,3, 1,2 и 0,8 в комплексах Хит-Аг/Пект,

Хит-Аг/Пект-8 и Хит-Аг/Пект-Аг соответственно размер частиц превышал 1 мкм.

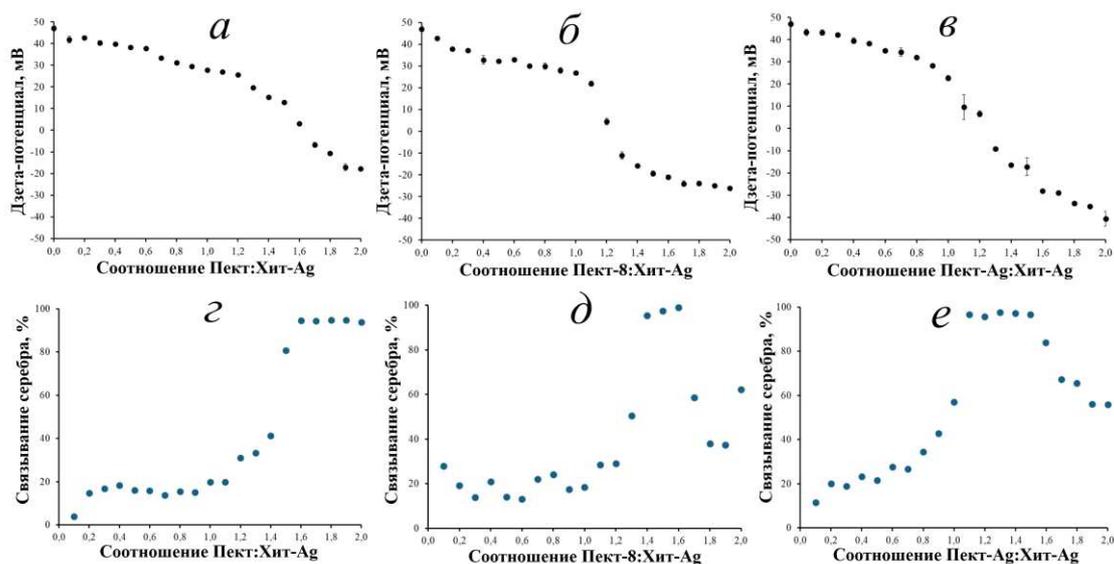


Рисунок 2 – Дзета-потенциал (а-в) и связывание серебра (г-е) для комплексов Хит-Аг/Пект (а, г), Хит-Аг/Пект-8 (б, д) и Хит-Аг/Пект-Аг (в, е)

При взаимодействии нанокompозита Хит-Аг с пектином и его производными наблюдалось связывание серебра в нерастворимый комплекс. Количество связанного серебра оценивали спектрофотометрически по площади пика до и после центрифугирования (рисунок 2 г-е). Так, при объемных отношениях Пект:Хит-Аг $\geq 1,6$, Пект-8:Хит-Аг от 1,4 до 1,6 и Пект-Аг:Хит-Аг от 1,1 до 1,5 доля связанного серебра составляла более 95%.

На основе полученных данных выбраны соотношения полианион:поликатион для дальнейшего получения структурированных матриц на основе ИПЭК.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (проект X24B-002).

ЛИТЕРАТУРА

1. Интерполиэлектrolитные комплексы: достижения и перспективы применения / В. А. Изумрудов, Б. Х. Мусабаева (Кушикбаева), Ж. С. Касымова [и др.] // Успехи Химии. – 2019. – Т. 88, № 10. – С. 1046–1062.
2. Pharmaceutical and Tissue Engineering Applications of Polyelectrolyte Complexes / S. Raj, P. Kumar Sharma, R. Malviya // Current Smart Materials. – 2018. – Т. 3, № 1. – С. 21–31.