

УДК 544.77

А.В. Плющенко^{1,2}, Л.Н. Боровикова², О.А. Писарев^{1,2}

(¹Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

²Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук)

СИНТЕЗ И РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ СЕЛЕНА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ХИМОТРИПСИНОМ

Наночастицы селена (Se) благодаря своим антиоксидантным и противоопухолевым свойствам представляют интерес для биотехнологии и медицины. Однако, ввиду своей гидрофобности наночастицы Se склонны к агрегации в водной среде. Использование биополимеров, в частности ферментов, в качестве стабилизаторов наночастиц Se позволяет создавать органо-неорганические нанокомпозиты, обладающие полифункциональной биологической активностью [1]. В качестве стабилизатора наночастиц Se был выбран протеолитический фермент химотрипсин, широко примен器ющийся в медицине, биотехнологии и промышленности.

Цель работы – исследование влияния химотрипсина на кинетику образования и размерные характеристики наночастиц Se.

Синтез наночастиц Se осуществлялся посредством реакции восстановления селенистой кислоты аскорбиновой кислотой в водной среде в присутствии ХТ в качестве стабилизатора при 20°C и атмосферном давлении.

Было исследовано влияние ХТ на кинетику образования наночастиц Se. Величины констант скорости (k) реакции формирования наночастиц и нанокомпозитов были рассчитаны по методу Гуггенгейма [2]. По мере образования нанокомпозитов значение оптической плотности при $\lambda = 280$ нм постепенно нарастало и в равновесии достигало постоянного значения. Время установления равновесия находилось в интервале от 18 до 24 часов.

Расчет k был проведен по формуле

$$k = \ln(D_k / (D_k - D_i)) / t_i,$$

где D_k – оптическая плотность в состоянии равновесия, D_i – оптическая плотность в определенный момент времени t_i .

На рис. 1 показаны зависимости константы скорости реакции образования наночастиц от весовой концентрации Se в отсутствии и присутствии ХТ. В присутствии стабилизирующего фермента наблюдался рост константы скорости, начиная с $C_{Se} = 0.01$ масс. %. До этой точки константы скорости были близки во всех изученных

образцах. При этой концентрации, по видимому, происходило насыщение адсорбционной емкости поверхности наночастиц Se.

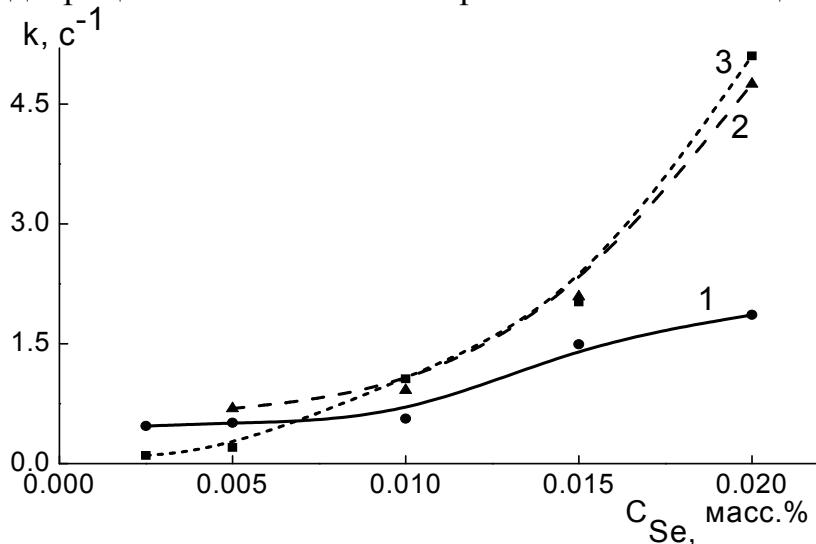


Рисунок 1 – Зависимости константы скорости реакции образования красного аморфного Se без XT (1) и в присутствии 0.1 масс. % (2) и 0.01 масс. % XT (3)

Размерные характеристики полученных наночастиц Se были оценены методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Концентрации Se и XT составляли 0.01 масс. %. Наночастицы Se, стабилизированные XT, представляли собой сферические частицы, изолированные друг от друга (рис. 2).

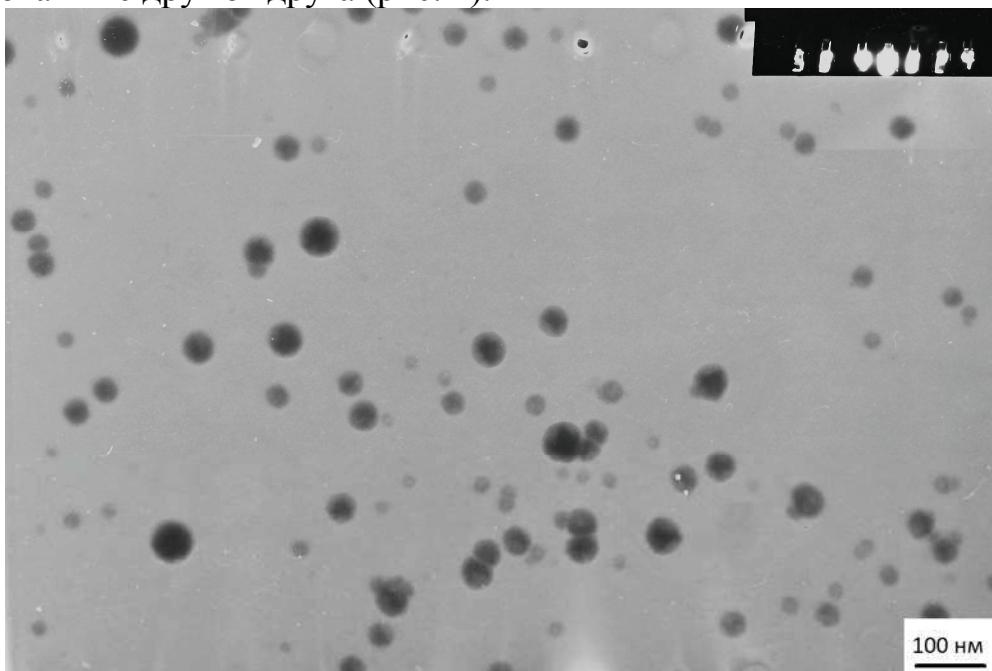


Рисунок 2 – ПЭМ изображение наночастиц Se, стабилизированных XT

На рис. 3 представлена гистограмма распределения наночастиц Se по размерам, полученная в результате обработки снимка ПЭМ в программе ImageJ 1.51j8.

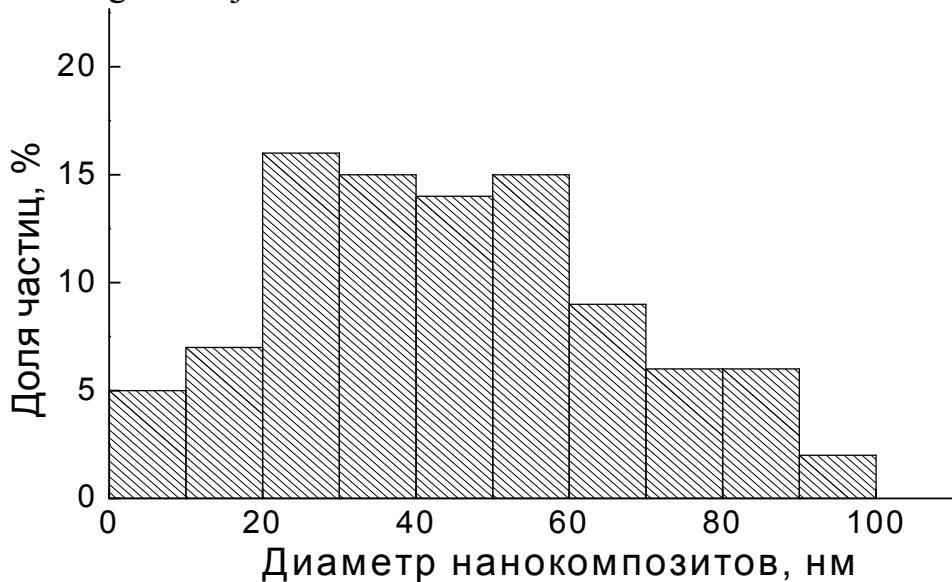


Рисунок 3 – Гистограмма их распределения по размерам, полученная в результате обработки снимка ПЭМ в программе ImageJ 1.51j8

Диаметр полученных наночастиц Se, стабилизированных ХТ, изменялся от ~ 5 до ~ 91 нм. Среднее значение диаметра наночастиц составляло ~ 45 нм.

Таким образом, использование ХТ в качестве стабилизатора наночастиц Se способствовало увеличению константы скорости их образования. Получаемые при этом наночастицы Se обладали средним диаметром ~ 45 нм и сохраняли агрегативную устойчивость в течение длительного времени.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Плющенко, А.В. Протеолитическая активность химотрипсина, иммобилизованного на наночастицах селена / А.В. Плющенко, Л.Н. Боровикова, О.А. Писарев // Прикладная биохимия и микробиология. – 2018. – Т. 54. – №4. – С. 362-365.
- 2 Березин, И.В. Практический курс химической и ферментативной кинетики / Березин И.В., Клесов А.А. – М.: МГУ, 1976. – 320 с.