

УДК 532.135; 541.64

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРА СТРУКТУР  
(БИО)ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНОГО КОМПЛЕКСА МЕЖДУ ХИТОЗАНОМ И  
ЖЕЛАТИНОМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА**

**Кашурин А.И.** (Университет ИТМО), **Литвинов М.Ю.** (Университет ИТМО),  
**Подшивалов А.В.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – к.х.н., Подшивалов А.В.**  
(Университет ИТМО)

**Введение.** В современной медицинской промышленности существует тенденция к созданию новейших материалов на основе (био)полиэлектролитных комплексов ((био)ПЭК) для улучшения потребительских свойств выходного продукта. Основная стратегия создания таких комплексов в жидкой фазе заключается в смешивании индивидуальных растворов - полиэлектролитов с частично диссоциированными функциональными группами с их последующей самосборкой при взаимодействии противоположно заряженных функциональных групп. Одними из наиболее перспективных биополимеров для получения (био)ПЭК являются хитозан и желатин, благодаря их широкой распространенности, низкой стоимости и биосовместимости. Однако на данный момент в научной литературе имеется недостаточное количество научной и воспроизводимой информации о процессах образования структур (био)ПЭК между хитозаном и желатином [1,2]. Таким образом, целью работы явилось исследование формы и размера структур (био)ПЭК хитозана и желатина при варьировании рН и соотношения компонентов смеси.

**Основная часть.** Объектами исследования были желатин тип Б (175 г сила по Блуму) производства Sigma–Aldrich (США), с молекулярной массой  $25,5 \pm 1,8$  кДа, изоэлектрической точкой  $pI = 4,7 \div 5$  рН и хитозан производства ЗАО «Биопрогресс» со средневязкостной молекулярной массой 206 кДа, степенью деацетилирования равной 83,1 % и показателем константы диссоциации  $pK = 6,35$ . Приготовление растворов полимеров осуществлялось согласно следующим соотношениям:  $pH < 3$ ,  $pH = pI$ ,  $pH > pI$ . Приготовление (био)полиэлектролитных комплексов хитозан/желатин производилось в следующих соотношениях: 3:1, 1:1, 1:3, соответственно. Исследование формы и размера молекул биополимеров и структур (био)ПЭК осуществлялось методом динамического рассеяния света с использованием анализатор размера частиц HORIBA LB-550 (США) в растворах с концентрацией 0,1 масс. % для хитозана и 0,5 масс. % для желатина при температуре 25 °С.

В ходе работы установлено, что добавление желатина в растворы хитозана приводит к формированию структур (био)полиэлектролитного комплекса, что оказывает сильное влияние на агрегационную способность хитозана в растворе. Во-первых, отдельные макромолекулы хитозана со средним диаметром в растворе 76 нм покрываются низкомолекулярным желатином за счёт электростатического притяжения и связывания протонированных аминогрупп хитозана и диссоциированных кислотных остатков в составе желатина, что приводит к повышению среднего диаметра данных структур на 51 % от первоначального. Во-вторых, агрегированная часть макромолекул хитозана со средним диаметром в растворе 3905 нм снижается на 24 % от первоначального при введении желатина в раствор.

Такое поведение макромолекул полимеров в растворе может быть следствием их электростатического взаимодействия с формированием простых сферических структур (био)ПЭК, состоящих из макромолекул хитозана покрытых молекулами более низкомолекулярного желатина, а также кластеризации этих структур в более сложные конструкции. Важно отметить, что кластеры (био)ПЭК обладают меньшими размерами по сравнению с агрегатами чистого хитозана ввиду их разрушения из-за эффекта электростатического отталкивания равнозаряженных простых сферических структур (био)ПЭК.

**Выводы.** Интерпретация полученных экспериментальных данных позволяет количественно оценить размеры образовавшихся структур (био)ПЭК в сравнении с индивидуальными растворами хитозана. Добавление желатина, с одной стороны, приводит к формированию сферических структур (био)ПЭК, покрывая поверхность отдельных макромолекул хитозана молекулами желатина. С другой стороны, смешивание полимеров приводит к уменьшению среднего диаметра агрегатов хитозана и формированию кластеров (био)ПЭК. Такое поведение частично подтверждает образование (био)ПЭК, а также дает представление о роли желатина в системе, который выступает в качестве агента, ингибирующего самопроизвольную агрегацию хитозана. Результаты текущих и последующих экспериментов позволят внести существенный вклад в понимание образования (био)полиэлектролитных структур в растворе, а также внедрить полученные знания в процесс производства материалов медицинского назначения.

**Список использованных источников:**

1. Philippova O. E., Korchagina E. V. Chitosan and its hydrophobic derivatives: Preparation and aggregation in dilute aqueous solutions // *Polymer Science Series A*. – 2012. – Т. 54. – С. 552-572.
2. Korchagina E. V., Philippova O. E. Multichain aggregates in dilute solutions of associating polyelectrolyte keeping a constant size at the increase in the chain length of individual macromolecules // *Biomacromolecules*. – 2010. – Т. 11. – №. 12. – С. 3457-3466.