

УДК 691.175

## ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЯ РАСТВОРИТЕЛЕЙ УКСУСНАЯ КИСЛОТА-ЭТАНОЛ НА СВОЙСТВА НАНОВОЛОКОН ПВС-ХИТОЗАН

Бу Тхи Хонг Ньунг (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Морозкина С.Н. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Успенская М. В.  
(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Введение.** В данной работе сообщается об исследовании влияния соотношения растворителей уксусная кислота-этанол на свойства нановолокон ПВС-хитозан. Показано, что добавление этанола к исходным растворам для электропрядения оказало влияние на кристаллическую структуру нановолокон ПВС-хитозан, что, в свою очередь, повлияло на их механические и термические свойства.

В последнее время в центре внимания находится создание систем адресной доставки лекарств. Одной из потенциальных систем для адресной доставки лекарств являются нановолокна ПВС-хитозана.

ПВС является одним из наиболее широко используемых синтетических полимеров, используемых в настоящее время [1]. Помимо широкого спектра применений в промышленности, ПВС также используется в медицине в различных формах, таких как биоуплотняющие агенты, медицинские перевязочные материалы, искусственные органы, материалы для замены тканей, суставные хрящи и глазные капли [1–3]. Благодаря растворимости в воде [4–6], ПВС используется в качестве материала для доставки лекарственных средств пероральным, трансдермальным или внутримышечным путями [7,8]. Хитозан представляет собой полисахарид природного происхождения с характеристиками основания и положительным зарядом [9,10]. Положительный заряд и основная структура хитозана делают его нерастворимым в нейтральной и щелочной среде здоровых клеток, но растворимым только в кислой среде больных клеток [9,11,12]. Таким образом, хитозан, с точки зрения его молекулярной структуры, является отличным выбором для полимерных систем, интегрирующих лекарственные средства, из-за его структурной гибкости.

Комбинация ПВС и хитозана представляет собой превосходное сочетание полимерных носителей для создания систем адресной доставки лекарств. Обычно исследования нановолокон ПВС-хитозан проводились в водных растворах уксусной кислоты [13,14]. Эти растворы обладают довольно высокой электропроводностью, что приводит к изготовлению нановолокон, требующих более строгих параметров электроформования.

Этанол — нетоксичный, летучий, недорогой растворитель, который можно использовать для растворения широкого спектра органических молекул. Добавление этанола к водной уксусной кислоте для создания многокомпонентной системы растворителей имеет два преимущества. Во-первых, позволяет увеличить растворимость лекарственного средства в растворе полимера, что увеличивает содержание лекарственного средства, включенного в нановолокно. Во-вторых, уменьшить электропроводность раствора ПВС-хитозан, что делает его более подходящим для электроформования.

**Основная часть.** При тех же технических параметрах изучали химическую структуру и структуру решетки нановолокон ПВС-хитозан, изготовленных из растворов 4% ПВС, 3% хитозана и 60% смеси уксусной кислоты и этанола. Были исследованы механические и термические характеристики нановолокон ПВС-хитозан. Показано влияние соотношения растворителей в исходном растворе для электроспиннинга на характеристики нановолокон ПВС-хитозан.

**Выводы.** Добавление этанола в растворы ПВС-хитозан не изменило характер химических связей, но изменило кристаллическую структуру полученных нановолокон. При увеличении соотношения этанол-уксусная кислота объём элементарных ячеек решетки нановолокон ПВС-хитозан уменьшался, но был больше, чем в решетке нановолокон ПВС-хитозан, полученных из водных растворов. Термические и механические свойства нановолокон ПВС-хитозан существенно не изменились. Температуры кристаллизации и плавления несколько повышались, но температура разложения оставалась постоянной при увеличении доли этанола. Удлинение при разрыве нановолокон немного уменьшалось, когда в растворе для электропрядения присутствовал этанол.

#### **Список использованных источников:**

1. Teodorescu, M. Biomaterials of PVA and PVP in medical and pharmaceutical applications: Perspectives and challenges / M. Teodorescu, M. Bercea, S. Morariu // *Biotechnology Advances* – 2019. – V. 37. – No. 1. – P. 109–131.
2. DeMerlis, C.C. Review of the oral toxicity of polyvinyl alcohol (PVA) / C.C. DeMerlis, D.R. Schoneker // *Food and Chemical Toxicology*. – 2003. – V. 41. – No. 3. – P. 319–326.
3. Marin, E. A review of polyvinyl alcohol derivatives: Promising materials for pharmaceutical and biomedical applications / E. Marin, J. Rojas, Y. Ciro. // *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. – 2014. – V. 8. – No. 24. – P. 674–684.
4. Properties and Applications of Polyvinyl Alcohol, Halloysite Nanotubes and Their Nanocomposites / Gaaz T.S. et al. // *Molecules*. – 2015. – V. 20. – No. 12. – P. 22833–22847.
5. Polymer blending effects on the physicochemical and structural features of the chitosan/poly(vinyl alcohol)/fish gelatin ternary biodegradable films / Ghaderi J. et al. // *Food Hydrocolloids*. – 2019. – V. 95. – P. 122–132.
6. Polyvinyl Alcohol/Soursop Leaves Extract Composite Nanofibers Synthesized Using Electrospinning Technique and their Potential as Antibacterial Wound Dressing / Aruan N.M. et al. // *Procedia Eng.* 2017. Vol. 170. P. 31–35.
7. Khor, E. Implantable applications of chitin and chitosan / E. Khor, L.Y. Lim // *Biomaterials*. – 2003. – V. 24. – No. 13. – P. 2339–2349.
8. di Martino, A. Chitosan: A versatile biopolymer for orthopaedic tissue-engineering / A. di Martino, M. Sittinger, M. V. Risbud // *Biomaterials*. – 2005. V. 26. – No. 30. – P. 5983–5990.
9. Ibrahim, H. M. Chitosan as a Biomaterial — Structure, Properties, and Electrospun Nanofibers / H. M. Ibrahim, E.M.R. El- Zairy // *Concepts, Compounds and the Alternatives of Antibacterials*. – Varaprasad Bobbarala, IntechOpen, 2015. – P. 81–101.
10. Croisier, F. Chitosan-based biomaterials for tissue engineering / F. Croisier, C. Jérôme // *European Polymer Journal*. – 2013. – V. 49. – No. 4. – P. 780–792.
11. Pillai, C.K.S. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation / C.K.S. Pillai, W. Paul, C.P. Sharma // *Prog Polym Sci*. – 2009. – V. 34. – No. 7. – P. 641–678.
12. Bioresponsive materials / Y. Lu, A.A. Aimetti, R. Langer, Z. Guet // *Nature Reviews Materials*. – 2016. – V. 2. – No. 1. – P. 16075.
13. Li, L. Chitosan bicomponent nanofibers and nanoporous fibers / L. Li, Y.-L. Hsieh // *Carbohydrate Research*. – 2006. – V. 341. – No. 3. – P. 374–381.
14. Morphological Study of Chitosan/Poly (Vinyl Alcohol) Nanofibers Prepared by Electrospinning, Collected on Reticulated Vitreous Carbon / Sanchez-Alvarado D.I. et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2018. – V. 19. – No. 6. – P. 1718.