

## Исследование технологических параметров изготовления нановолокон ПВС-хитозан методом электроформования

*Ву Тхи Хонг Ньунг*

*Аспирант*

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: vuhongnhungs@gmail.com*

В работе исследовано влияние технологических параметров на изготовление ПВС-хитозан нановолокон методом электроформования. Результатом исследований является определение оптимальных параметров изготовления ПВС-хитозан нановолокон.

### **Введение**

Наноматериалы имея преимущество в силу своей размерности, всё чаще становятся многообещающими материалами с множеством различных применений. Среди многих разработок мы стремимся разработать систему адресной доставки лекарств с использованием двух полимеров, поливинилового спирта и хитозана.

Известно, что ПВС является одним из наиболее распространенных, нетоксичных, биобезопасных и высоко биосовместимых полимеров [1,2]. ПВС широко применяется в таких областях медицины, как глазные капли, контактные линзы, вкладыши для глаз, пленки для глазных капель, наночастицы, микросферы, плавающие микросферы, клеи для слизистых оболочек, системы для доставки лекарств, мягкие ткани, суставные хрящи, ядра дисков, искусственная кожа и голосовые связки, и др. [1,3]. Являясь полимером, обладающим гидрофильными свойствами и способным растворяться в воде [4-6], ПВС обеспечивает подвижность готового композиционного материала в среде организма.

Вторым полимером для композитной системы является хитозан из-за его особой молекулярной структуры. Хитозан — полисахарид, несущий положительный заряд и обладающий свойствами основания. *In vivo* микроокружение большинства больных клеток является кислым, со значениями рН от 4,7 до 6,5, и несет отрицательное значение заряда [7-9]. В то время как среда здоровых клеток нейтральная или слабощелочная с рН 7,1-7,4 [8,10]. Таким образом, хитозан является отличным выбором для полимерных систем, интегрированных с лекарственными средствами, из-за его базовой структуры и положительного заряда из-за присутствия нескольких аминогрупп вдоль молекулярной цепи. Кроме того, тот факт, что хитозан нерастворим в нейтральных и щелочных средах, а только в кислых средах, способствует тому, что система доставки лекарств на основе хитозана не только обеспечивает доставку лекарств, но и обеспечивает высвобождение лекарств в клетках-мишенях. Было проведено множество исследований, доказывающих, что хитозан не только безопасен, нетоксичен, разлагаем, биосовместим [11,12], но также обладает многими полезными биологическими свойствами, такими как антибактериальное, антиоксидантное, противовоспалительное и противовоспалительное действие [11,13]. Хитозан также является полимером, используемым в пищевых продуктах и медицине, таких как ортопедия и пародонтология, системы для доставки лекарств, заживление ран, тканевая инженерия и многое другое [14,15].

В данной работе исследованы технологические параметры процесса электроформования для изготовления нановолокон из водного раствора, содержащего 4 масс.% ПВС, 3 масс.% хитозана и 60 масс.% уксусной кислоты. Оптимальных параметры электропрядения включают: расстояние между иглой и коллектором 140 мм, скорость хода 0,1 мл/ч и напряжение 27 кВ. Полученное нановолокно ПВС-хитозан имеет размер  $111 \pm 32$  нм, а

ИК-спектр подтверждает образование композита между двумя полимерными материалами и отсутствие уксусной кислоты в полученной матрице нановолокна.

### Источники и литература

- 1) Teodorescu, M.; Bercea, M.; Morariu, S. Biomaterials of PVA and PVP in medical and pharmaceutical applications: Perspectives and challenges. *Biotechnol. Adv.* 2019, 37, 109–131, doi:<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.008>.
- 2) Nataraj, D.; Reddy, R.; Reddy, N. Crosslinking electrospun poly (vinyl) alcohol fibers with citric acid to impart aqueous stability for medical applications. *Eur. Polym. J.* 2020, 124, 109484, doi:10.1016/j.eurpolymj.2020.109484.
- 3) Kita, M.; Ogura, Y.; Honda, Y.; Hyon, S.-H.; Cha, W.-I.; Ikada, Y. Evaluation of polyvinyl alcohol hydrogel as a soft contact lens material. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 1990, 228, 533–537, doi:10.1007/BF00918486.
- 4) Nasibi, S.; Nargesi khoramabadi, H.; Arefian, M.; Hojjati, M.; Tajzad, I.; Mokhtarzade, A.; Mazhar, M.; Jamavari, A. A review of Polyvinyl alcohol / Carboxy methyl cellulose (PVA/CMC) composites for various applications. *J. Compos. Compd.* 2020, 2, 68–75, doi:10.29252/jcc.2.2.2.
- 5) Gaaz, T.S.; Sulong, A.B.; Akhtar, M.N.; Kadhum, A.A.H.; Mohamad, A.B.; Al-Amiery, A.A. Properties and Applications of Polyvinyl Alcohol, Halloysite Nanotubes and Their Nanocomposites. *Molecules* 2015, 20, 22833–22847, doi:10.3390/molecules201219884.
- 6) Aruan, N.; Sriyanti, I.; Edikresnha, D.; Suciati, T.; Munir, M.M.; Khairurrijal, K. Polyvinyl Alcohol/Soursop Leaves Extract Composite Nanofibers Synthesized Using Electrospinning Technique and their Potential as Antibacterial Wound Dressing. *Procedia Eng.* 2017, 170, 31–35, doi:10.1016/j.proeng.2017.03.006.
- 7) Lu, Y.; Aimetti, A.A.; Langer, R.; Gu, Z. Bioresponsive materials. *Nat. Rev. Mater.* 2016, 2, 16075, doi:10.1038/natrevmats.2016.75.
- 8) Koltai, T. Cancer: fundamentals behind pH targeting and the double-edged approach. *Onco. Targets. Ther.* 2016, 9, 6343–6360, doi:10.2147/OTT.S115438.
- 9) Le, W.; Chen, B.; Cui, Z.; Liu, Z.; Shi, D. Detection of cancer cells based on glycolytic-regulated surface electrical charges. *Biophys. Reports* 2019, 5, 10–18.
- 10) You, J.S.; Jones, P.A. Cancer genetics and epigenetics: two sides of the same coin? *Cancer Cell* 2012, 22, 9–20, doi:10.1016/j.ccr.2012.06.008.
- 11) Lizardi-Mendoza, J.; Argüelles Monal, W.M.; Goycoolea Valencia, F.M. Chapter 1 - Chemical Characteristics and Functional Properties of Chitosan. In; Bautista-Baños, S., Romanazzi, G., Jiménez-Aparicio, A.B.T.-C. in the P. of A.C., Eds.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2016; pp. 3–31 ISBN 978-0-12-802735-6.
- 12) Aam, B.B.; Heggset, E.B.; Norberg, A.L.; Sørli, M.; Vårum, K.M.; Eijsink, V.G.H. Production of chitooligosaccharides and their potential applications in medicine. *Mar. Drugs* 2010, 8, 1482–1517, doi:10.3390/md8051482.
- 13) Zairy, H. M. Ibrahim, E.M.R.E.-Z. Chitosan as a Biomaterial — Structure, Properties, and Electrospun Nanofibers, Concepts, Compounds and the Alternatives of Antibacterials. Varaprasad Bobbarala, IntechOpen 2015, 81–101, doi:10.5772/61300.
- 14) Li, Q.; Dunn, E.T.; Grandmaison, E.W.; Goosen, M.F.A. Applications and Properties of Chitosan. *J. Bioact. Compat. Polym.* 1992, 7, 370–397, doi:10.1177/088391159200700406.

- 15) Di Martino, A.; Sittinger, M.; Risbud, M. V Chitosan: A versatile biopolymer for orthopaedic tissue-engineering. *Biomaterials* 2005, 26, 5983–5990, doi:<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.03.016>.