

Затем субстанция герани и экстракт корня солодки смешиваются до получения гомогенной массы, после чего добавляется стеарат кальция, и масса перемешивается (опудривается) в течение 7 минут. Качество полученной гранулируемой массы оценивается в соответствии с нормативной документацией. Полученные таблетки просеиваются (сортируются) и проходят контроль качества. Если показатели качества таблеток соответствуют требованиям, они упаковываются по 10 штук в блистеры, стеклянные флаконы или полимерные контейнеры с крышкой, а затем по 2 контурные ячейковые упаковки вместе с инструкцией по применению помещаются в коробку. Качество готовой продукции оценивается, после чего она отправляется на склад.

Заключение. На основании проведённых научных исследований оптимальным составом таблетки был признан состав № 8 (экстракт герани – 10 мг, экстракт корня солодки – 5 мг, сорбитол или маннит – 970 мг, ментол или ментоловое масло – 5 мг, стеарат кальция – 10 мг), и была разработана рациональная технология получения таблеток. Таблетки, полученные с данным составом, соответствовали требованиям по всем показателям качества, и для них был установлен срок годности 2 года при хранении в контурно-ячейковой упаковке, в сухом, защищённом от света месте при температуре не выше 25 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джалилов Х.К. и др. Производство лекарственных средств // НМИУ им. Чўлпон. – 2014. – Т. 1. – 368 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд-е. Том 1, 2.
3. Ivanov A.A. Технология таблетирования: теория и практика. Москва: Медицина, 2021.

УДК 582.286.292

В. В. Ревин, д-р биол. наук, проф.,
Е. В. Лияськина, канд. биол. наук, доц., Е. Ф. Кильмяшкина, студ.,
Д. А. Панина, студ., Я. А. Волкова, студ.,
Е. И. Кузнецова, студ., М. А. Деева, студ.
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», г. Саранск, Россия)

ПОЛУЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЫ

В настоящее время наблюдается стремительный рост научных исследований, посвященных бактериальным экзополисахаридам (ЭПС), которые благодаря уникальным свойствам используются в самых разных сферах человеческой деятельности: в медицине, фармацевтической, пищевой промышленности, в гидрометаллургии, при до-

быче нефти и в ряде других областей народного хозяйства [1]. На их основе можно получать новые функциональные и конструкционные материалы широкого спектра применения [2]. Особое внимание привлекает бактериальная целлюлоза (БЦ), которая имеет большой потенциал использования в медицине как биоматериал для тканевой инженерии, создания раневых покрытий и трансдермальных терапевтических систем [3,4]. Ксантан – важный промышленный биополимер, который благодаря своим уникальным реологическим свойствам нашел применение в пищевой, нефтяной, газодобывающей, лакокрасочной, фармацевтической, горнодобывающей, текстильной и других отраслях промышленности [4,5]. Леван также имеет большой потенциал использования в пищевой, косметической, фармацевтической, химической промышленности и особенно в медицине благодаря своей биосовместимости, антибактериальной, антиоксидантной, противовоспалительной, иммуномодулирующей и пребиотической активностям [4]. Он обладает высокими адгезивными свойствами и может использоваться в качестве биологического связующего с целью получения древесных биокпозиционных материалов.

Для успешного промышленного производства бактериальных ЭПС необходимы в первую очередь высокоэффективные технологии и высокопродуктивные штаммы. Поэтому является актуальным выделение новых продуцентов ЭПС, их полногеномный анализ с целью получения высокопродуктивных штаммов методами селекции и генетической инженерии. С целью удешевления процесса биосинтеза бактериальных ЭПС предлагается использовать среды, состоящие из отходов различных производств.

На кафедре биотехнологии и биохимии Национального исследовательского Мордовского государственного университета в течение длительного времени проводятся исследования в области производства бактериальных ЭПС и биокпозиционных материалов на их основе. В результате исследований были получены высокопродуктивные штаммы бактерий рода *Xanthomonas*, образующие до 28 г/л полисахарида ксанта [6], новые продуценты бактериальной целлюлозы *K. sucrofermentans* В-11267 и *K. hansenii* В-12950 [7], новый штамм *Paenibacillus polymyxa* В-3504Д, образующий большее количество полисахарида левана по сравнению с известными в мире штаммами данного вида (до 68 г/л) [8]. Проведен полногеномный анализ полученных штаммов, изучены их культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства. Исследована структура и свойства синтезируемых бактериями биополимеров. Продемонстрирована возможность высокоэффективного производства ЭПС с ис-

пользованием полученных штаммов и отходов пищевых производств [6,8,9].

На основе полученных полисахаридов созданы функциональные материалы широкого спектра применения, включая биокomпозиционные материалы медицинского назначения с антибактериальными, гемостатическими и регенерационными свойствами в форме пленок, гидрогелей и аэрогелей (рис.1) [10–12]. Изготовлен биокomпозиционный материал с высокой сорбционной способностью по отношению к ионам фтора (80,1 мг/г) на основе бактериальной целлюлозы, модифицированной нанослоем оксида алюминия [13].

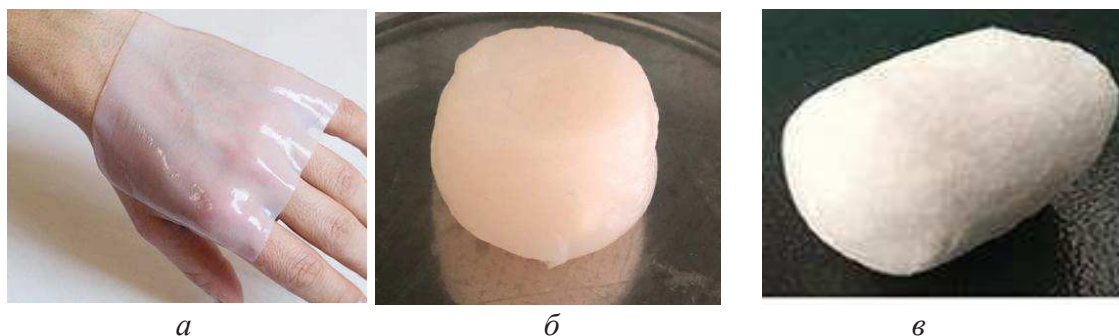


Рисунок 1 – Функциональные материалы на основе бактериальной целлюлозы в форме гель-пленки (а), гидрогеля (б) и аэрогеля (в)

Изучены структура, физико-химические и физико-механические свойства полученных материалов методами ИК-, ЯМР-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, рентгено-структурного и термогравиметрического анализа и т. д. Результаты исследований подтверждают высокий потенциал бактериальных ЭПС и функциональных материалов на их основе для биомедицины и различных отраслей промышленности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке в рамках реализации программы социально-экономического развития Республики Мордовия на 2022-2026 годы и программы «Приоритет 2030».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ревин В. В., Лияськина Е. В. Биотехнология бактериальных экзополисахаридов: учеб. пособие. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 192 с.

2. Лияськина Е. В., Ревин В. В., Мухаммад Ваджид Улла, Гуанг Янг, Сабу Томас. Выделение и характеристика продуцентов бактериальных экзополисахаридов и получение функциональных материалов на их основе: монография. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2022. – 212 с.

3. Revin V. V., Liyaskina E. V., Parchaykina M. V., Kuzmenko T. P., Kurgaeva I. V., Revin V. D., Ullah M. W. Bacterial Cellulose-Based Poly-

mer Nanocomposites: A Review // *Polymers*. 2022, Vol. 14. – P. 4670.

4. Netrusov A. I., Liyaskina E. V., Kurgaeva I. V., Liyaskina A. U., Yang G., Revin V. V. Exopolysaccharides Producing Bacteria: A Review // *Microorganisms*. 2023, Vol. 11. – P. 1541.

5. Revin V. V., Liyaskina E. V., Parchaykina M. V., Kurgaeva I. V., Efremova K. V., Novokuptsev N.V. Production of Bacterial Exopolysaccharides: Xanthan and Bacterial Cellulose // *Int. J. Mol. Sci.* 2023, Vol. 24. – P. 14608.

6. Ревин В. В., Лияськина Е. В., Покидько Б. В., Пименов Н. В., Марданов А. В., Равин Н. В. Характеристика нового штамма *Xanthomonas campestris* М 28 – продуцента ксантана, исследование генома, условий культивирования и физико-химических и реологических свойств полисахарида // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2021. Т. 57, № 3. С. 251–261.

7. Ревин В. В., Лияськина Е. В., Сапунова Н. Б., Богатырева А. О. Выделение и характеристика штаммов - продуцентов бактериальной целлюлозы // *Микробиология*. 2020. Том 89, № 1. – С. 88–98.

8. Liyaskina E. V., Rakova N. A., Kitykina A. A., Rusyaeva V. V., Toukach P. V., Fomenkov A., Vainauskas S., Roberts R. J., Revin V. V. Production and characterization of the exopolysaccharide from strain *Paenibacillus polymyxa* 2020 // *PLoS ONE*. 2021. Vol.16. e0253482.

9. Revin V., Liyaskina E., Nazarkina M., Bogatyreva A., Shchankin M. Cost-effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products // *Braz. J. Microbiol.* 2018, Vol. 49. P. 151 – 159.

10. Revin V. V., Liyaskina E. V., Bogatyreva A. O., Nazarova N. B., Upyrkina E. S., Kurgaeva I. V., Vasilov R. G. Bacterial cellulose based nanocomposites // *Nanobiotechnology Reports*. 2023, Vol. 18. № 1. P. 56–63.

11. Revin V. V., Parchaykina M. V., Upyrkina K.S., Liyaskina E.V., Kurgaeva I. V., Grunyuushkin I. P., Novozhilova O. S., Tairova M. R., Devyatkin A. A. Effect of Biocomposites on Bacterial Cellulose-Based Hydrogel and Physiologically Active Compounds on Regeneration Processes in the Skin's Lipid Phase After Burn Injury // *Opera Medica et Physiologica*. 2022. №4. P. 72–91.

12. Revin V. V., Nazarova N. B., Tsareva E. E., Liyaskina E. V., Revin V. D., Pestov N. A. Production of Bacterial Cellulose Aerogels With Improved Physico-Mechanical Properties and Antibacterial Effect // *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2020, Vol. 8. P. 603407.

13. Revin V. V., Dolganov A. V., Liyaskina E. V., Nazarova N. B., Balandina A. V., Devyataeva A. A., Revin V. D. Characterizing Bacterial Cellulose Produced by *Komagataeibacter sucrofermentans* H-110 on Molasses Medium and Obtaining a Biocomposite Based on It for the Adsorption of Fluoride // *Polymers*. 2021, Vol.13. – P. 1422.