

УДК 676.168

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В АКТИВНОЙ УПАКОВКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*А.В. Борисова**ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Россия*

Активная упаковка пищевых продуктов – новое направление в развитии пищевой и упаковочной промышленности. Способность такой упаковки влиять на срок годности пищевого продукта, устраняя негативные лимитирующие факторы, является востребованной как для производителей, так и потребителей. В основе механизма действия активной упаковки лежат различные физико-химические процессы, одним из которых является введение антимикробного или антиокислительного агента в состав пищевой упаковки и постепенное высвобождение его в окружающую среду. При этом высвобождении угнетается жизнедеятельность патогенных микроорганизмов, замедляются процессы поверхностного окисления жировых продуктов, предотвращается появление плесени на поверхности продуктов. В качестве антимикробных агентов чаще всего применяют наночастицы металлов, в частности серебра [1], химические соединения, например, гидроксид магния, сорбиновую кислоту, азосоединения [2], фенольные вещества в чистом виде (карвакрол), и в виде экстрактов растений.

В последние годы наряду с появлением активной упаковки большой интерес и актуальность имеет подбор упаковочного материала, обладающего свойствами биологического разложения, прочности, функциональности [1–5]. В качестве полимерных материалов часто используют полилактид, полибутиленадипаттерфталат, поливиниловый спирт, хитозан, а также водорастворимые полисахариды – альгинат натрия, желатин, агар, крахмал и проч. В основном первую группу разлагаемых полимеров применяют для создания тонких пленок, выдерживающих вакуумирование, твердых лотков и другой тары, водорастворимые полимеры используют для создания съедобных покрытий. И в первом, и во втором случаях непосредственное введение антимикробных агентов в полимерную матрицу трудноосуществимо. В случае гидрофобных полимеров активный агент прочно связывается внутри полимерной матрицы и его миграция в окружающую среду возможна только с внешних слоев, что существенно снижает эффективность композиции. Для водорастворимых полисахаридных матриц основной проблемой является их полное растворение в воде, что делает невозможным длительное хранение таких пленок и соответственно, активный компонент пленки может не успеть проявить свои свойства, в то время как полимерная матрица растворится под воздействием влажного воздуха или в случае кратковременного хранения продукта. Поэтому многие исследователи склоняются в сторону создания композитных материалов для активной упаковки пищевых продуктов. И одним из компонентов такой упаковки является бактериальная целлюлоза.

Бактериальная целлюлоза (БЦ) представляет собой полимер с размерами волокон 12–24 нм и обладает уникальными свойствами. Благодаря особенностям культивирования волокна БЦ имеют трехмерную структуру, закрученную в спирали, что отличает БЦ от других видов целлюлоз. Высокая степень кристалличности и полимеризации одновременно придают БЦ свойства сверхвысокой прочности и гибкости [6–8]. Такие свойства, полная пищевая безопасность делают БЦ крайне привлекательной для разработки пищевой упаковки.

В лаборатории технологии биоупаковки Самарского государственного технического университета проводятся разработки составов упаковочных материалов из полилактида и альгината натрия, обладающих антиоксидантными и антимикробными свойствами, с бактериальной целлюлозой в качестве матрицы для антимикробного агента. В качестве антиоксидантных и антимикробных агентов использованы экстракты лекарственных растений: подорожника, пижмы, ромашки; экстракт шелухи чеснока, кожуры граната. Экстракт добавляли к БЦ и выдерживали при температуре 25 ± 3 °C в течение 24 ч. Затем БЦ измельчали, высушивали в случае использования полилактида и добавляли в виде гидрогеля в случае использования водорастворимых полисахаридов.

На рис. 1 показан график ингибирования свободного радикала 2,2' – дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH) активными компонентами пленки.

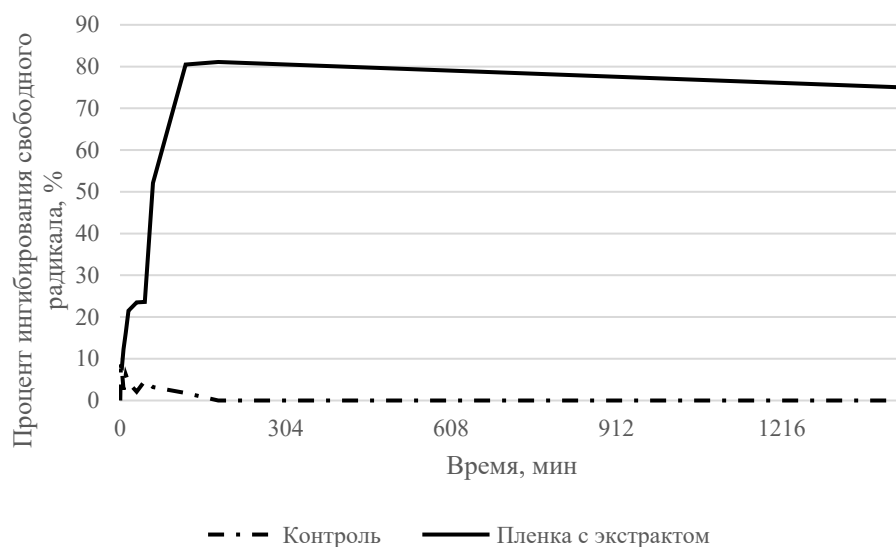


Рис. 1. Процент ингибирования свободного радикала DPPH

Как видно из графика на рис. 1, пленка из альгината натрия, содержащая в своем составе бактериальную целлюлозу и экстракт граната выделяет активное действующее вещество в раствор непрерывно, в течение суток в то время, как пленка только с бактериальной целлюлозой без экстракта, не проявляет активности в отношении свободного радикала. Это еще раз подтверждает инертность бактериальной целлюлозы и возможность ее использования для доставки активного компонента экстрактов растений в пищевой упаковке для придания ей антимикробных и антиоксидантных свойств.

Литература

1. Sarwar M.S., Niazi M.B.K., Jahan Z., Ahmad T., Hussain A. Preparation and characterization of PVA/nanocellulose/Ag nanocomposite films for antimicrobial food packaging // Carbohydrate Polymers. – 2018. – V.184. – P. 453–464. DOI: 10/1016/j.carbpol.2017.12.068
2. Concilio S., Iannelli P., Sessa L., Olivieri R., Porta A., De Santis F., Pantani R., Piotto S. Biodegradable antimicrobial films based on poly(lactic acid) matrices and active azo compounds // Journal of Applied Polymer Science. – 2015. – V. 132, № 33. DOI: 10/1002/APP.42357
3. Ounkaew A., Kasemsiri P., Kamwilaisak K., Saengprachatanarug K., Mongkolthanaruk W., Souvanh M., Pongsa U., Chindaprasit P. Polyvinyl Alcohol (PVA)/ Starch Bioactive Packaging Film Enriched with Antioxidants from Spent Coffee Ground and Citric Acid // Journal of Polymers and the Environment. – 2018. – V. 26, № 9. – P. 3762–3772. DOI: 10/1007/s10924-018-1254-z
4. Vishnuvarthanam M., Dharunya R., Jayashree S., Karpagam B., Sowndharya R. Environment-friendly packaging material: banana fiber/cowdung composite paperboard // Environmental Chemistry Letters. – 2019. – V.17, № 3. – P. 1429–1434. DOI: 10/1007/s10311-019-00879-9
5. Şen F., Kahraman M.V. Preparation and characterization of hybrid cationic hydroxyethyl cellulose/sodium alginate polyelectrolyte antimicrobial films // Polymers Advanced Technologies. – 2018. – V.27, № 7. – P. 1895–1901. DOI: 10/1002/pat.4298
6. Skiba E.A., Gladysheva E.K., Budaeva V.V., Aleshina L.A., Sakovich G.V. Yield and quality of bacterial cellulose from agricultural waste // Cellulose. – 2022. – P. 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04372-x>.
7. Aleshina L.A., Gladysheva E.K., Budaeva V.V., Mironova G.F., Skiba E.A., Sakovich G.V. X-ray diffraction data on the bacterial nanocellulose synthesized by Komagataibacter xylinus B-12429 and B-12431 microbial producers in miscanthus-and oat hull-derived enzymatic hydrolyzates // Crystallography Reports. 2022. – V. 67. – № 3. – P. 391–397. <https://doi.org/10.1134/S1063774522030026>
8. Shavyrkina N.A., Budaeva V.V., Skiba E.A., Mironova G.F., Bychin N.V., Gismatulina Y.A., Kashcheyeva E.I., Sitnikova A.E., Shilov A.I., Kuznetsov P.S., Sakovich G.V. Scale-up of biosynthesis process of bacterial nanocellulose // Polymers. – 2021. V.13 (12). – P. 1920; <https://doi.org/10.3390/polym13121920>