

БІОРОЗКЛАДНІ ХІТОЗАНОВІ ПЛІВКИ, ФУНКЦІОНАЛІЗОВАНІ НАНОЧАСТИНКАМИ, ДЛЯ ІНГІБУВАННЯ РОСТУ ПАТОГЕНІВ В УПАКОВЦІ

Черевко А. В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
cherevko.anastasia@ill.kpi.ua

Зростання попиту на екологічно безпечні пакувальні матеріали та необхідність зниження мікробного псування харчових продуктів стимулюють розробку біорозкладних полімерних систем з антимікробними властивостями. Хітозан – природний біополісахарид, відомий своєю біодеградованістю, біосумісністю та здатністю пригнічувати ріст мікроорганізмів завдяки позитивно зарядженим аміногрупам, які взаємодіють із клітинними мембранами бактерій [1]. Проте, його основні недоліки – крихкість та недостатні бар'єрні властивості проти водяної пари – вимагають функціональної модифікації. Інтеграція наночастинок металів (оксид цинку, срібла) та біоматеріалів (наноцелюлоза, нанолігнін) є ключовим механізмом для створення високоефективної упаковки. Наночастинки функціонують як армуючі агенти, що призводить до значного покращення фізико-механічних властивостей, зокрема, зростання межі міцності на розрив та еластичності [2]. Критично важливо, що додавання наночастинок успішно зменшує гідрофільність матриці та підвищує бар'єрні властивості плівки проти водяної пари, що є фундаментальним для збереження якості продукту. З точки зору інгібування патогенів, наночастинки посилюють антимікробну ефективність хітозану через генерацію активних форм кисню та пряме порушення цілісності клітинних мембран мікроорганізмів. Додавання наночастинок, зокрема оксиду цинку, дозволяє модулювати антимікробну селективність, підвищуючи ефективність композиту проти грамнегативних бактерій (*Escherichia coli*), які менш чутливі до чистого хітозану [3]. Синергічний ефект структурного зміцнення та посиленого інгібування патогенів прямо корелює з подовженням терміну зберігання. Практичне застосування підтверджує, що нанокompозитні плівки, армовані наночастинами лігніну або срібла/діоксиду титану, здатні суттєво подовжити термін зберігання продуктів, які швидко псуються [1]. Наприклад, плівки хітозан, армовані наночастинами лігніну або наногеміцелюлози, зберегли якість свіжого м'яса до 18-го дня зберігання при 4 °С, тоді як м'ясо в традиційній поліетиленовій плівці зіпсувалося вже на шостий день. Нанокompозитні покриття на основі хітозан-срібло/діоксид титану ефективно подовжили термін зберігання чилі та банана, продемонструвавши високу швидкість інгібіції бактерій та грибків [2].

Отже, функціоналізація біорозкладних хітозанових плівок наночастинами є високopersпективною сталою технологією, що забезпечує підвищену антипатогенну ефективність та покращені фізико-механічні властивості. Ключовими викликами для широкої комерціалізації залишаються питання забезпечення відтворюваності властивостей та довгострокової стабільності плівок, а також необхідність ретельної токсикологічної оцінки для контролю міграції наночастинок металів у харчові продукти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Babaei-Ghazvini A., Acharya B., Korber D.R. Antimicrobial Biodegradable Food Packaging Based on Chitosan and Metal/Metal-Oxide Bio-Nanocomposites: A Review. *Polymers*, 2021, 13(16), 2790.
2. Tshilwane L. I., Ndangili P. M. Chitosan-Metal/Metal Oxide Bio-Nanocomposites for Active Food Packaging Applications. // *Polymers*. 2021. Vol. 13, № 16. Art. 2790. DOI: 10.3390/polym13162790.
3. Jacob Rani B. S., Venkatachalam S. Biomass-derived nanoparticles reinforced chitosan films: as high barrier active packaging for extending the shelf life of highly perishable food. // *J Food Sci Technol*. 2023. Vol. 61, № 5. P. 990–1002. DOI: 10.1007/s13197-023-05896-9.