

АНТИМІКРОБНЕ ПАКУВАННЯ – ЗАПОРУКА БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Проблема мікробіологічного забруднення харчових продуктів нині стоїть доволі гостро, особливо в умовах обов'язкового введення системи безпечності (НАССР, BRC, IFS тощо) для всіх операторів ринку. Пакування, яке дозволить уникнути розвитку мікроорганізмів, є необхідним в сучасних умовах, тому розширення асортименту антимікробних речовин є доцільним та своєчасним.

Термін «антимікробна упаковка» охоплює будь-яку технологію упаковки, яка використовується для контролю розмноження мікроорганізмів у харчовому продукті [1-3]. Перспективним напрямом розвитку пакувальної індустрії нині є антибактеріальні пакувальні матеріали [4].

На основі аналізу літературних джерел нами запропоновано узагальнену класифікацію антимікробних речовин, які доцільно вводити у склад біодеградабельного пакування представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація антимікробних речовин для біодеградабельного пакування

За походженням:							
	кислоти та їх похідні	ефірні олії	ферменти	пептиди	аміновуглеводи	альдегіди	похідні фенолів
Органічні	бензойна; галова, лимонна; пропіонова; сорбінова; бензоат натрію; пропіонат кальцію; сорбат калію; натрієві солі сульфамінов их похідних; янтарний ангідрид	бергамоту; гвоздики; евгенолу; кориці; лимонної трави; - орегано; розмарину; часнику; чебрецю; <i>Mentha pulegium</i> ; <i>Myrcia ovata</i> <i>Cambessedes</i> ; <i>Zataria multiflora</i> <i>Boiss</i>	глюкозо- оксидаза; лактопер- оксидаза; лізоцим та катехін- лізоцим; хітиназа	нізин; лакто- цин; педіоцин	хітозан	коричне вий	триклоз ан
Неорганічні	модифікації Ag, TiO ₂						
За мікробіологічною дією на:							
патогенні	умовно патогенні	плісняві гриби	грамнегативні бактерії		грампозитивні бактерії		

Відомо [5, 6], що антимікробною речовиною, яка заслуговує уваги розробників, є діоксид титану (TiO₂), який є дозволеною харчовою добавкою (E 171) відповідно до Регламенту ЄС № 1333/2008 Європейського Парламенту та Ради від 16 грудня 2008 року про

харчові добавки (Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives) без обмеження добового споживання. Антибактеріальні властивості TiO_2 пояснюються передусім атомарним киснем, який виділяється під час дії світла, особливо УФ-опромінення [7]. Крім того, більшість дослідників пропонують комбінувати TiO_2 з іншими носіями антибактеріальних властивостей [7-9].

Визначення антагоністичних властивостей антимікробного біодеградабельного пакування з нанодисперсним порошком TiO_2 проводили методом агарових дисків. У стерильних умовах накладали вирізані диски плівки з TiO_2 на середовище з культурою (під час визначення бактерій – МПА, під час визначення грибів та дріжджів – Сабуро). Перенесли у термостат (30 °C) і через 24 год вимірювали діаметр зони затримки росту мікроорганізмів [10].

Провокаційне тестування на виявлення антагоністичної дії TiO_2 на *Bacillus subtilis* здійснено таким чином. Хліб білий пшеничний нарізали шматочками товщиною 2 см. Доводили густину 17-год бульйонної культури *Bacillus subtilis* (DSM 10AG 276351, Корея) до величини 0,5 за стандартом мутності Мак-Фарленда. Контрольні зразки готувалися таким чином: суспензію *Bacillus subtilis* у кількості 0,1 см³ рівномірно розподіляли на поверхні шматочків хліба площею 10 см².

Встановлено, що введення до складу формувального розчину антимікробного біодеградабельного пакування TiO_2 у кількості 1 % дозволяє надавати розробленому матеріалу антибактеріальних властивостей, оскільки пригнічується життєдіяльність деяких мікроорганізмів. Результати дослідження методом агарових дисків наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Зона затримки росту мікроорганізмів ($n=3, p \leq 0,05$)

Тест-культури	КМАФаМ без використання пакування, КУО/г	Зона затримки росту, мм		
		Антимікробне біодеградабельне пакування, % TiO_2		
		0	0,5	1,0
<i>Escherichia coli</i> ІЕМ-1	$(3,5 \pm 0,02) \times 10^3$	0	9±1	15±2
<i>Bacillus subtilis</i> БТ-2	$(2,7 \pm 0,02) \times 10^3$	0	6±1	7±1
<i>Candida albicans</i> Д-6	$(1,4 \pm 0,01) \times 10^3$	0	0	0
<i>Aspergillus niger</i> Р-3	$(1,3 \pm 0,06) \times 10^3$	0	0	0

Результати табл. 2 показують, що TiO_2 у складі пакування дійсно пригнічує розвиток бактерій *Escherichia coli* ІЕМ-1, *Bacillus subtilis* БТ-2, оскільки спостерігається затримка росту їх колоній.

Результати провокаційного тестування наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Провокаційне тестування шматочків пшеничного хліба ($n=3, p \leq 0,05$)

Термін, год.	Вміст <i>Bacillus subtilis</i> , КУО/г	
	Контроль	Дослід
0	$(9,7 \pm 0,01) \times 10^4$	$(1,0 \pm 0,01) \times 10^5$
24	$(7,9 \pm 0,02) \times 10^5$	$(1,5 \pm 0,01) \times 10^5$
48	$(5,1 \pm 0,02) \times 10^6$	$(2,9 \pm 0,02) \times 10^5$

Примітки. 1. Контроль – шматок пшеничного хліба товщиною 20 мм запакований поліетиленову стрейч плівку, товщиною 20 мкм і попередньо який був заражений *Bacillus subtilis*. 2. Дослід – шматок пшеничного хліба товщиною 20 мм на поверхню якого нанесено антимікробне біодеградабельне пакування з 1 % TiO_2 і попередньо який був заражений *Bacillus subtilis*.

Відповідно до отриманих результатів провокаційного тестування (див. табл. 3) антимікробне біодеградабельне пакування з вмістом 1 % TiO_2 здійснює пригнічувальну дію на *Bacillus subtilis*, оскільки збільшення кількості мікроорганізмів відбувається в рази менш інтенсивно порівняно зі зразком без біодеградабельного пакування з TiO_2 .

Отже, результати дослідження дають можливість рекомендувати TiO_2 як дієвий засіб для боротьби з картопляною хворобою. Біодеградабельне пакування з вмістом TiO_2 1 % у формувальному розчині за умови нанесення його на нарізані скибочки хліба буде безпосередньо контактувати з місцем розвитку захворювання пшеничних хлібобулочних виробів, що найбільш актуальним є влітку.

Список використаних джерел

1. Appendini P, Hotchkiss JH. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2002. 3 (2). P. 113-126.
2. Campos CA, Gerschenson LN, Flores SK. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*. 2011; 4 (6): 849-875.
3. Cha DS, Chinnan MS. Biopolymer-based antimicrobial packaging: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2004. 44 (4). P. 223-237.
4. Hajipour MJ [et al.] Antibacterial properties of nanoparticles. *Trends in biotechnology*. 2012. 30 (10). P. 499-511.
5. Carp O, Huisman CL, Reller A. Photoinduced reactivity of titanium dioxide. *Progress in solid state chemistry*. 2004. 32 (1). P. 33-177.
6. Zhou JJ, Wang SY, Gunasekaran S. Preparation and characterization of whey protein film incorporated with TiO_2 nanoparticles. *Journal of food science*. 2009. 74 (7). P. 50-56.
7. Armelao L. [et al.] Photocatalytic and antibacterial activity of TiO_2 and Au/TiO_2 nanosystems. *Nanotechnology*. 2007. 18 (37). P. 375-709.
8. Jassby D, Farner Budarz J, Wiesner M. Impact of aggregate size and structure on the photocatalytic properties of TiO_2 and ZnO nanoparticles. *Environmental science & technology*. 2012; 46 (13): 6934-6941.
9. Montazer M, Seifollahzadeh S. Enhanced self - cleaning, antibacterial and UV protection properties of nano TiO_2 treated textile through enzymatic pretreatment. *Photochemistry and photobiology*. 2011. 87 (4). P. 877-883.
10. Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв. Лабораторний практикум. К.: НУХТ, 2009. 302 с.