УДК 664.8.038:579.67

https://doi.org/10.52058/3041-1254-2025-5(15)-512-519

Бойдуник Роксолана Миколаївна кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів, тел.: (032) 295-81-90, https://orcid.org/0000-0003-3863-1775

Донцова Інна Вікторівна кандидат технічних наук, доцент кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю Львівського торговельно-економічного університету, м. Львів, тел.: (032) 295-81-90, https://orcid.org/0000-0001-7255-8685

УПАКОВКА ЯК ФАКТОР ЗБЕРЕЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ БОРОШНЯНОЇ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Анотація. У сучасному харчовому виробництві однією з ключових вимог до якості є забезпечення мікробіологічної безпеки продукції. Особливо актуальним це є для кондитерських виробів, які мають складну рецептуру, високу вологість, значний вміст вуглеводів і жирів, що створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів.

У статті досліджено роль упаковки як важливого технологічного і санітарного чинника у збереженні мікробіологічної стабільності кондитерської продукції, зокрема вафельних тортів. Проаналізовано вплив різних типів пакувальних матеріалів (картон, полістирол, полімерні пакети з МГС та вакуумні пакети з металізованого поліпропілену) на мікробіологічні показники вафельних тортів під час зберігання. Особливу увагу приділено порівнянню традиційного зразка («Сюрприз») і нової розробки – вафельного торта «Львів'янка», збагаченого натуральними антимікробними компонентами: порошком розмарину, чорниці, а також заміною цукрової пудри на фруктозу та какао-порошку – на кероб.

Проведено мікробіологічні дослідження на вміст мезофільної мікрофлори, дріжджів, плісняви, бактерій групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів. Результати свідчать про те, що застосування натуральних інгредієнтів з антисептичними властивостями у рецептурі, у поєднанні з високобар'єрною упаковкою (МГС і вакуум), дає змогу значно знизити рівень обсемінености виробу. Зокрема, кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів у торті «Львів'янка», упакованому у вакуумний металізований пакет, наприкінці 9-місячного зберігання була в 2,12 раза нижчою, ніж у зразку, упакованому в полістироловий контейнер.

Зроблено висновок, що поєднання вдосконаленої рецептури та правильно підібраного пакування здатне істотно підвищити терміни зберігання кондитерської продукції без шкоди для її безпеки. Встановлено, що подальший розвиток у цій галузі пов'язаний з використанням біоактивних пакувальних матеріалів і натуральних антибактеріальних добавок.

Ключові слова: упаковка, мікробіологічна безпека, кондитерська продукція, бар'єрні матеріали, модифіковане газове середовище, вакуум, натуральні добавки.

Boidunyk Roksolana Mykolayivna PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Research, Customs and Quality Management at Lviv University of Trade and Economics, Lviv, tel.: (032) 295-81-90, https://orcid.org/0000-0003-3863-1775

Dontsova Inna Viktorivna PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Research, Customs and Quality Management at Lviv University of Trade and Economics, Lviv, tel.: (032) 295-81-90, https://orcid.org/0000-0001-7255-8685

PACKAGING AS A FACTOR IN ENSURING MICROBIOLOGICAL SAFETY OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Abstract. In modern food production, one of the key quality requirements is the assurance of microbiological safety. This is particularly relevant for confectionery products, which have a complex formulation, high moisture content, and significant levels of carbohydrates and fats, all of which create favorable conditions for the development of microorganisms.

The article examines the role of packaging as an important technological and sanitary factor in maintaining the microbiological stability of confectionery products, specifically wafer cakes. The authors analyze the effect of different types of packaging materials (cardboard, polystyrene, polymer bags with modified atmosphere packaging (MAP), and vacuum bags made of metallized polypropylene) on the microbiological indicators of wafer cakes during storage. Special attention is paid to comparing a traditional product ("Surprise") with a new development – the wafer cake "Lvivyanka," enriched with natural antimicrobial components such as rosemary powder, blueberry, and using fructose instead of powdered sugar and carob powder instead of cocoa.

Microbiological tests were conducted to determine the presence of mesophilic microflora, yeasts, molds, coliform bacteria, and pathogenic microorganisms. The results show that the use of natural ingredients with antiseptic properties in the formulation, combined with high-barrier packaging (MAP and vacuum),

significantly reduces the microbial contamination level of the product. Specifically, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in the "Lvivyanka" cake packaged in a vacuum metallized bag was 2.12 times lower at the end of a 9-month storage period than in the sample packaged in a polystyrene container.

The study concludes that the combination of an improved recipe and properly selected packaging can significantly extend the shelf life of confectionery products without compromising their safety. It is established that future developments in this area will be related to the use of bioactive packaging materials and natural antibacterial additives.

Keywords: packaging, microbiological safety, confectionery products, barrier materials, modified atmosphere packaging, vacuum, natural additives.

Постановка проблеми. У сучасних умовах підвищених вимог до якості та безпеки харчових продуктів упаковка відіграє ключову роль не лише як засіб транспортування й зберігання, а й як активний бар'єр, що впливає на збереження мікробіологічної стабільності продукції. Особливо це актуально для кондитерських виробів, які мають високу харчову цінність, але вразливі до мікробіологічного псування через вміст цукрів, жирів і вологи.

Пакувальні матеріали можуть значною мірою впливати на динаміку мікробіологічних процесів під час зберігання продукції, зокрема запобігати розвитку умовно-патогенних мікроорганізмів, плісняви та дріжджів. Крім того, упаковка виконує захисну функцію від зовнішніх забруднень, коливань температури й вологості, що також впливає на якість готової продукції.

Вибір виду пакування є особливо важливим етапом у технологічному процесі виробництва та реалізації кондитерських виробів. Водночас недостатньо обґрунтований підхід до вибору упаковки може призвести до скорочення терміну придатності, погіршення органолептичних властивостей і порушення санітарно-гігієнічних норм.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Упаковка виконує не лише транспортну та маркетингову функції, але й є важливим фактором забезпечення мікробіологічної безпеки харчових продуктів. Згідно з дослідженням Калініної Е. та Байцара Р. [1], пакувальні матеріали значною мірою впливають на якість і безпечність продукції, зокрема в аспекті захисту від мікроорганізмів, впливу світла, кисню та вологи.

Проблема псування кондитерських виробів у процесі зберігання пов'язана з дією умовно-патогенної мікрофлори, дріжджів і плісняви, які можуть активізуватися за неналежних умов пакування. У дослідженні Животовської А. С. та Грегірчак Н. М. [2] доведено, що навіть незначна зміна параметрів вологості чи температури сприяє погіршенню мікробіологічних показників суфле та бісквітних виробів.

У міжнародній практиці значна увага приділяється впровадженню новітніх пакувальних рішень, включаючи активну та інтелектуальну упаковку. Наприклад, у роботі Paolucci M. та Volpe M. G. [3] проаналізовано сучасні технології пакування, які здатні зменшувати мікробіологічне навантаження за допомогою інтегрованих антимікробних компонентів. Схожі результати демонструє дослідження Yudina Y. V. та співавторів [4], де розроблено біоупаковку на основі бджолиних продуктів і рослинних екстрактів, що ефективно пригнічує ріст бактерій.

У роботі Ткаченко А. [5] зазначено, що ефективне збереження мікробіологічної стабільності можливе лише за умов дотримання принципів HACCP, де вибір пакування є одним з критичних контрольних точок. Крім того, сучасна нормативно-правова база, проаналізована Антюшко Д. та співавторами [6], вимагає від виробників відповідності пакувальних матеріалів санітарним і екологічним стандартам, що також впливає на вибір технологій упаковки.

Таким чином, аналіз літератури засвідчує, що вибір пакування – це не лише технологічне, а й санітарно-гігієнічне рішення, яке визначає безпеку кондитерської продукції в усьому ланцюгу постачання.

Метою статті є аналіз впливу різних типів упаковки на мікробіологічні показники кондитерських виробів під час зберігання та визначення найефективніших пакувальних матеріалів для забезпечення мікробіологічної безпеки продукції.

Виклад основного матеріалу. Одним із важливих аспектів виробництва вафельних тортів є забезпечення їх мікробіологічної безпеки, що має безпосередній вплив на якість продукції та термін її зберігання.

Поєднання нетрадиційних добавок і сучасних пакувальних матеріалів може стати ефективною стратегією для підвищення мікробіологічної безпеки вафельних тортів. Наприклад, застосування рослинних екстрактів з антимікробними властивостями разом з герметичними пакувальними матеріалами дозволяє не лише захистити виріб від зовнішнього мікробіологічного забруднення, але й сприяти зменшенню активності мікроорганізмів у середині упаковки. Таке комбіноване застосування дозволяє значно продовжити термін зберігання кондитерських виробів без шкоди для їх якості.

Об’єктами наших досліджень були контрольний зразок – вафельний торт «Сюрприз», виготолений згідно з ДСТУ 4803:2013 та розроблений новий вафельний торт поліпшеного складу «Львів’янка». Вафельний торт «Львів’янка» виготовлений з додаванням порошку розмарину (2,5 % до маси начинки), борошна сочевиці дрібнонасіннєвої червоної, тип IV, порошку ягід чорниці (5 % до маси начинки), аскорбінової кислоти; какао-порошок замінено керобом, а цукрову пудру – фруктозою.

Для контролю якісного і кількісного складу мікроорганізмів проби відбирали із свіжовиготовлених зразків вафельних тортів. Результати досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Мікробіологічні показники якості вафельних тортів

Вафельні торти	КМАФАМ КУО в 1 г, не більше ніж	Маса продукту, г, в якій не допускають			Дріжджі, КУО в 1 г, не більше ніж	Плісеневі гриби, КУО в 1 г, не більше ніж
		БГКП (коліформи)	S.aureus	патогенних мікроорганізмів, зокрема Salmonella		
Норма згідно ДСТУ 4803:2013	$5 \cdot 10^3$	0,1	–	25	50	50
Контроль	$1{,}8 \cdot 10^2$	–*	–	–	–	–
«Львів'янка»	$2{,}3 \cdot 10^1$	–	–	–	–	–

Примітка. * «–» не виявлено

Як видно з табл. 1, кількість МАФАМ у вафельному торті «Львів'янка» є нижчою за контроль, що пояснюється наявністю в жировій начинці виробу таких потужних антисептиків, як порошки розмарину та ягід чорниці [7]. Крім того, какао-порошок у новому виробі замінено на кероб, який також володіє антибактеріальними властивостями [8]. До того ж, нижчу кількість МАФАМ у вафельному торті «Львів'янка» можна ще пояснити заміною цукрової пудри в жировій начинці торта фруктозою. Як відомо, фруктоза серед усіх моно- та дицукрів володіє найбільшою гігроскопічністю. Вона починає поглинати вологу за відносної вологості повітря 45%, завдяки чому в продуктах з фруктозою довше відбувається процес черствіння, а також спостерігається зменшення мікробіологічних показників у порівнянні з цукровмісними продуктами [9].

За результатами мікробіологічних досліджень свіжовиготовлених вафельних тортів, у зразках не були виявлені бактерії групи кишкової палички, S.aureus, патогенні мікроорганізми, зокрема Salmonella, плісеневі гриби і дріжджі. Встановлена наявність тільки мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, тому мікробіологічну безпечність вафельних тортів під час зберігання у різних видах упаковки ми контролювали лише за цим показником. Загалом, мезофільні й анаеробні мікроорганізми представлені переважно споровими бактеріями, що зумовлено наявністю їх спор у вихідній сировині, а також потраплянням їх із повітря.

Нами досліджено вплив на збереженість нових вафельних тортів пакувальних матеріалів, які доступні до використання на вітчизняних підприємствах: картонні коробки з поліетиленовою укладкою, полістиролові контейнери з кришкою, пакети з поліаміду і поліетилену харчового (товщина 40 мкм) із модифікованим газовим середовищем (МГС) (20 % CO_2 і 80 % N_2) та вакуумні пакети з металізованого поліпропілену харчового (товщина 25 мкм). Використані нами пакувальні матеріали є досить міцними, забезпечені необхідними

гігієнічними і високими бар'єрними властивостями та безпечні для харчових продуктів.

Зразки вафельних тортів зберігали за стандартних умов протягом 9 місяців. Відповідно до вимог ДСТУ 4803:2013, гарантійний термін зберігання вафельних тортів із жировими начинками становить 3 місяці, а упакованих за допомогою термічного зварювання у повітронепроникні матеріали або комбіновані термозварювальні полімерні матеріали на основі алюмінієвої фольги – 6 місяців [10].

Результати досліджень свідчать, що за рахунок використання відповідного паковання можна значно сповільнити ріст МАФАМ (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив пакувальних матеріалів на зміну кількості МАФАМ у вафельних тортах під час зберігання, КУО/1г

Упаковка	Тривалість зберігання, міс.			
	0	3	6	9
Контроль				
Картонні коробки з поліетиленовою укладкою	$1{,}8\cdot10^2$	$3{,}2\cdot10^2$	$5{,}3\cdot10^2$	$7{,}8\cdot10^2$
Полістиролові контейнери з кришкою	$1{,}8\cdot10^2$	$3{,}6\cdot10^2$	$6{,}1\cdot10^2$	$8{,}4\cdot10^2$
Пакети з поліаміду і поліетилену харчового з МГС	$1{,}8\cdot10^2$	$2{,}2\cdot10^2$	$3{,}1\cdot10^2$	$4{,}3\cdot10^2$
Вакуумні пакети з МПП харчового	$1{,}8\cdot10^2$	$2{,}1\cdot10^2$	$2{,}9\cdot10^2$	$3{,}8\cdot10^2$
Вафельний торт «Львів'янка»				
Картонні коробки з поліетиленовою укладкою	$2{,}3\cdot10^1$	$3{,}6\cdot10^1$	$5{,}9\cdot10^1$	$8{,}4\cdot10^1$
Полістиролові контейнери з кришкою	$2{,}3\cdot10^1$	$3{,}9\cdot10^1$	$6{,}2\cdot10^1$	$8{,}7\cdot10^1$
Пакети з поліаміду і поліетилену харчового з МГС	$2{,}3\cdot10^1$	$2{,}9\cdot10^1$	$4{,}1\cdot10^1$	$5{,}8\cdot10^1$
Вакуумні пакети з МПП харчового	$2{,}3\cdot10^1$	$2{,}6\cdot10^1$	$3{,}2\cdot10^1$	$4{,}1\cdot10^1$

Аналіз даних показує певні закономірності, загальні для обох виробів. Накопичення мікроорганізмів у вафельних тортах, упакованих у картонні коробки з поліетиленовою укладкою та полістиролові контейнери з кришкою, відбувалося інтенсивніше, ніж у виробах, упакованих у пакети з поліаміду і поліетилену харчового із МГС та у вакуумні пакети з металізованого поліпропілену харчового. Це пояснюється вищою волого- та повітропроникністю картону й полістиролових контейнерів порівняно з вакуумною упаковкою та упаковкою з використанням МГС.

Упаковка з використанням модифікованого газового середовища дозволяє суттєво збільшити терміни зберігання, оскільки навколо продукту створюється спеціальний газовий режим, який запобігає розвитку мікроорганізмів та забезпечує властивий вигляд виробів. Вафельний торт «Львів'янка»,

упакований в пакети з використанням МГС, наприкінці дослідження накопичив бактерій в 1,50 раза менше, ніж у полістиролових контейнерах та в 1,44 раза менше, ніж у картонних коробках.

Загалом, дослідженнями встановлено, що під час зберігання вафельних тортів у різних видах упаковки найменшу кількість мікроорганізмів містили вироби, упаковані у вакуумні пакети з металізованого поліпропілену, оскільки він має високі бар'єрні властивості завдяки комбінуванню полімерного матеріалу і шару алюмінію, а також стійкий до дії сонячних променів, вологи і газів.

Вакуумна технологія пакування значно подовжує терміни зберігання продукту, забезпечує дотримання високих гігієнічних норм, завдяки чому поліпшуються споживні властивості товару. Збереження продукції досягається обмеженням процесу розвитку бактерій, шляхом їх видалення, особливо при максимальному вакуумі (нижче 95%).

Так, вафельний торт «Львів'янка», упакований у вакуумні металізовані пакети, на кінцевому етапі дослідження накопичив в 2,12, 2,05 та 1,41 раза менше мікроорганізмів, ніж упакований в полістиролові контейнери, картонні коробки та пакети з поліаміду і поліетилену з МГС відповідно. Менша кількість МАФАМ після 9-ти місяців зберігання у вафельному торті «Львів'янка» пояснюється бактерицидними властивостями сполук, які містяться у відповідних добавках, передбачених рецептурою виробу. Фенольні сполуки, ефірні олії та дубильні речовини, що входять до складу розмарину і чорниці проявляють чітку статичну дію на бактерії, чим і пояснюється низька обсіменінність виробу мікроорганізмами в процесі зберігання.

Висновки. Таким чином, поєднання нетрадиційних добавок та вдосконалених пакувальних матеріалів є перспективним підходом для підвищення мікробіологічної безпеки вафельних тортів. Застосування таких інноваційних рішень дозволяє знижувати ризики мікробіологічного псування, зберігати високу якість продукції протягом тривалого часу та забезпечувати безпеку споживачів. Водночас важливо продовжувати дослідження в цій галузі для вдосконалення технологій та матеріалів з метою досягнення найкращих результатів у забезпеченні мікробіологічної безпеки кондитерських виробів.

Література:

1. Калініна Е., Байцар Р. Аналіз впливу упаковки на якість харчових продуктів. *ScienceRise*. 2017. №6(33). С. 32-36.

2. Животовська А. С., Грегірчак Н. М. Мікробіологічна безпека солодощів нової рецептури. *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості*: Матеріали міжнародної наукової конференції. НУХТ, 2014. С. 475.

3. Paolucci M., Volpe M. G. The Effect of Novel Packaging Technology on Food Safety and Quality. *Foods*. 2021. 10(2). P. 269.

4. Yudina Y. V., Skorikova N. A., Mykhailiuk O. O. Development of Eco-Friendly Packaging Based on Bees Products and Plant Extracts and Evaluation of Its Antibacterial Potential. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Vol. 32. № 4. P. 56-62.

5. Ткаченко А. Розробка системи управління безпечністю при виробництві борошняних кондитерських виробів. *Технологічний аудит та резерви виробництва.*2020. №3(53). С. 19-24.

6. Антюшко Д., Оська В., Сінохонова Г. Законодавчі новації щодо пакування спеціальних харчових продуктів. *Товари і ринки*. 2023. №47. С. 41-45.

7. Сафонов М.М. Повний атлас лікарських рослин. Тернопіль, 2008. 384 с.

8. Tzatzani E., Ouzounidou G. Antimicrobial and antioxidant applications of carob in the food industry research in Spain. *North Carolina State University International Programs.* 2023. URL: https://cals.ncsu.edu/international-programs/news/antimicrobial-research-spain/

9. Zhivotovska A. Microbiological safety of pastille products new compounding / A. Zhivotovska, N. Gregirchak. *Ukrainian Food Journal*. 2013. Volume 2. Issue 4. P. 542-548.

10. Торти і тістечка. Загальні технічні умови: ДСТУ 4803:2013. Чинний від 2013-08-22. Київ: Мінекеномрозвитку України, 2013. 26 с.

References:

1. Kalinina, E., & Baitsar, R. (2017). Analiz vplyvu upakovky na yakist kharchovykh produktiv [Analysis of the impact of packaging on food quality]. *ScienceRise*, 6(33), 32-36 [in Ukrainian].

2. Zhivotovska, A. S., & Hrehirchak, N. M. (2014). *Mikrobiolohichna bezpeka solodoshchiv novoi retseptury* [Microbiological safety of sweets of new formulation]. In Proceedings of the International Scientific Conference “New Ideas in Food Science – New Products in the Food Industry” (p. 475). Kyiv: NUFT [in Ukrainian].

3. Paolucci, M., & Volpe, M. G. (2021). The effect of novel packaging technology on food safety and quality. *Foods*, 10(2), 269 [in English].

4. Yudina, Y. V., Skorikova, N. A., & Mykhailiuk, O. O. (2023). Development of eco-friendly packaging based on bees products and plant extracts and evaluation of its antibacterial potential. *Journal of Chemistry and Technologies*, 32(4), 56-62 [in Ukrainian].

5. Tkachenko, A. (2020). Rozrobka systemy upravlinnia bezpechnistiu pry vyrobnytstvi boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv [Development of a safety management system in the production of flour confectionery products]. *Tekhnolohichnyi audyt ta rezervy vyrobnytstva*, 3(53), 19-24 [in Ukrainian].

6. Antiushko, D., Oska, V., & Sinohonova, H. (2023). Zakonodavchi novatsii shchodo pakuvannia spetsialnykh kharchovykh produktiv [Legislative innovations in the packaging of special food products]. *Tovary i Rynky*, 47, 41-45. https://doi.org/10.31617/tr.knute.2023(47)04 [in Ukrainian].

7. Safonov, M. M. (2008). *Povnyi atlas likars'kykh roslyn* [Complete atlas of medicinal plants]. Ternopil [in Ukrainian].

8. Tzatzani, E., & Ouzounidou, G. (2023). Antimicrobial and antioxidant applications of carob in the food industry research in Spain. *North Carolina State University International Programs*. https://cals.ncsu.edu/international-programs/news/antimicrobial-research-spain/ [in English].

9. Zhivotovska, A., & Gregirchak, N. (2013). Microbiological safety of pastille products new compounding. *Ukrainian Food Journal, 2*(4), 542-548 [in Ukrainian].

10. Ministry of Economic Development of Ukraine. (2013). *Torty i tistechka. Zahal'ni tekhnichni umovy: DSTU 4803:2013* [Cakes and pastries. General technical specifications]. Kyiv [in Ukrainian].