



УДК 579.841:579.68

# СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В МІКРОБІОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

С.М. Кузьминський, Н.О. Стаднічук, Т.І. Мороз, Г.Т.Архипчук

ДП "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки  
імені академіка Л.І. Медведя МОЗ України", м. Київ, Україна

**РЕЗЮМЕ.** Сучасні дослідження показують тенденцію до зменшення частоти харчових інфекцій, викликаних "класичними" патогенами (*Salmonella*). Виникає проблема полірезистентності негоспітальних штамів патогенних, умовно-патогенних та непатогенних мікроорганізмів-збудників мікробного псування продуктів. Нові методи визначення мікробної контамінації з використанням сенсорного аналізу харчових продуктів можуть слугувати корисним інструментом запобігання мікробному псуванню. Перспективною альтернативою хімічним консервантам є застосування нетермічних фізичних методів, а також природних біоконсервантів, які використовують мікробний антагонізм.

**Ключові слова:** харчові продукти, мікробіологічна безпека, методи контролю.

Незважаючи на значний прогрес у справі мікробіологічного контролю харчових продуктів, захворювання та отруєння мікробної етіології, що пов'язані з харчовим фактором, залишаються серйозною медичною та економічною проблемою. Час від часу мають місце випадки групових захворювань, які викликають значний суспільний резонанс. Навіть у розвинутих країнах частка населення, яка страждає від захворювань, пов'язаних з харчовими продуктами, залишається доволі великою (30 %). Слід зауважити, що до 25 % вироблених у світі харчових продуктів втрачається через мікробне псування. Звіти 27 членів Європейського Союзу повідомляють про 43473 випадки таких захворювань, у тому числі 4695 госпіталізацій і 25 смертей в 2010 році. Етіологічним фактором переважно були бактерії роду *Salmonella*, бактеріальні токсини та ентеровіруси. В середині групи сальмонельозів збільшується питома вага *S. enteritidis*. Домінуючим сероваром сальмонел у домашньої птиці є *S. infantis*. Починаючи з 2008 року спостерігається тенденція до зменшення питомої ваги "класичних" патогенів (*Salmonella*, *Yersinia*), натомість "нові" збудники зберігають своє значення, а роль деяких з них, як то *Campylobacter* та веротоксигенні *Escherichia coli*, навіть збільшується [5, 6]. Бактеріями *Campylobacter* викликано більшість випадків зоонозних інфекцій, особливо пов'язаних із вживанням м'яса птиці. Продукуючі Шига-токсин *E. coli* найчастіше вияв-

лялись в м'ясі жуйних тварин. Зростає небезпека, пов'язана з контамінацією *Staphylococcus aureus* харчової сировини тваринного походження, яку виявляють все частіше [19]. Подальше інфікування людини може призводити як до харчового отруєння, так і бактеріоносійства (колонізації) патогенними стафілококами. Загрозливим є поширення полірезистентності до антибіотиків на різноманітні мікроорганізми, які не пов'язані з лікувальними закладами. Серед таких є патогенні, умовно-патогенні та непатогенні мікроорганізми-збудники мікробного псування продуктів. Доведено, що гени резистентності нерідко пов'язані з іншими "факторами вірулентності" і можуть легко передаватись у вигляді R-плазмід, збільшуючи агресивний потенціал мікроорганізмів [2]. Повідомляється про передачу стійкості до глікопептидних антибіотиків від ванкоміцин-резистентних ентерококів людського та тваринного походження до бактерій роду *Listeria* [16] та *Staphylococcus* [17]. Нещодавно стійкий до метициліну штам *Staphylococcus aureus* висіяли від свиней та інших сільськогосподарських тварин, у яких він не викликав симптомів захворювання [13]. Більшість таких штамів належить до клонального комплексу CC398 [20]. Генетичними дослідженнями доведено, що *S. aureus* CC398 були первісно адаптовані до людини, потім у наслідок мутацій колонізували свійських тварин і тепер відбувається їхня реадаптація до людини. До 86 % персоналу свиноферм

стають транзиторними носіями метицилін-резистентних *S. aureus* CC398. Захворювання людей спричинені *S. aureus* CC398 сягають 10 % від усіх позагоспітальних інфекцій, викликаних метицилінрезистентними стафілококками. Запобіжні заходи ще не розроблено [10].

Інфікування патогенними бактеріями може сприяти зараженню умовно-патогенними мікроорганізмами. Відомі випадки ко-інфекції *Vibrio cholerae* та поширених у харчових продуктах та воді найпростіших паразитів *Giardia duodenalis*. Віковий розподіл випадків діареї тісно пов'язаний з рівнем ко-інфекції *Giardia duodenalis*.

Як відомо, основними джерелами мікробної контамінації харчових продуктів є харчова сировина, відхилення від технології приготування та зберігання продукції, порушення режиму прибирання та дезінфекції. Для оперативного моніторингу цих процесів необхідні чутливі експрес-методи контролювання мікробного забруднення.

Одним з них є так званий “електронний ніс”, який дозволяє швидко виявити ознаки мікробного росту шляхом ідентифікацій специфічних летючих органічних сполук мікробного походження в харчових продуктах [3, 7]. “Електронний ніс” — це комплекс неселективних хімічних сенсорів та системи розпізнавання образів з використанням вуглецевих нанотрубочок або металоорганічних каркасних структур з величезною активною поверхнею [8]. Поріг визначення у таких систем сягає 1 частки на мільярд. Мультисенсорні системи з сенсорів одного типу на думку спеціалістів є найбільш перспективними.

Зберігають свою актуальність і питання контролю харчових інтоксикацій, викликаних *Bacillus cereus*. Завдяки обмеженому характеру поширення, коротким перебігом та складністю диференціальної діагностики реальний рівень інтоксикацій токсинами *B. cereus* істотно перевищує офіційно визнаний. В останні роки в країнах ЄС кількість підтверджених випадків зросла на 122 % [4]. Більшість штамів *B. cereus* здатна продукувати ентеротоксини — високомолекулярні (гемолітичний та негемолітичний), які викликають діарею, а також низькомолекулярний термо- та кислотостійкий пептидний токсин, що викликає блювоту — цереулін або ETE (emetic thermostabile enterotoxin). Останній продукується окремою гомогенною групою штамів (emetic

*B. cereus*)-носіями *ces*-гену токсиноутворення. Для виявлення гемолітичного та негемолітичного ентеротоксину *B. cereus* у харчових продуктах доступні комерційні імунохроматографічні експрес-тести (“Duopath”, Merck, Germany). Як і у випадку з *S. aureus*, продукт забруднений термостабільним ентеротоксином *B. cereus* зберігає свою отруйну дію і після термічної обробки і відповідно зменшення кількості бактерій-продуцентів токсину до 10<sup>2</sup> в 1 г і менше. Традиційно інтоксикації *B. cereus* пов'язували з багатими на крохмаль продуктами, проте відомі випадки таких захворювань і після вживання рослинних, молочних, рибних та м'ясних продуктів. Messelhauser із співавторами [14] з використанням lux-штаму *B. cereus*, який здатний випромінювати фотони під час продукування еметичного токсину, дослідили значну кількість різноманітних харчових продуктів і визначили групи з високим, середнім та низьким ризиком токсиноутворення. Наявність у харчових продуктах доступних цукрів, вітамінів та іонів калію сприяє синтезу токсину *B. cereus*. Не дивно, що збагачені сухі суміші для дитячого харчування опинилися в групі високого ризику.

Екологічно налаштований споживач надає перевагу свіжим продуктам без хімічних консервантів. У цьому плані перспективним є пошук нових методів збереження харчових продуктів, альтернативних хімічним. Повідомляється про успішне застосування нетермічного електромагнітного випромінювання для мікробної деконтамінації готових до вживання продуктів, в тому числі фруктів та овочів [9]. Встановлено бактерицидний ефект опромінення видимим світлом з довжиною хвилі 450 нм стосовно дріжджів, дріжджоподібних та плісневих грибів [15]. Іншим альтернативним консервантом можуть бути молочнокислі бактерії — відомі продуценти органічних кислот, пероксиду водню та бактеріоцинів [11]. Молчнокислі мікроорганізми використовують як природні консерванти для пригнічення *Listeria monocytogenes* у м'ясних і рибних продуктах [1, 18], а також наносять на полімерні плівки, надаючи пакувальним матеріалам антимікробних властивостей [12].

Таким чином, сучасні дослідження показують тенденцію до зменшення частоти харчових інфекцій, викликаних “класичними” патогенами (*Salmonella*). Виникає проблема

полірезистентності негоспітальних штамів патогенних, умовно-патогенних та непатогенних мікроорганізмів-збудників мікробного псування продуктів. Нові методи визначення мікробної контамінації з використанням сенсорного аналізу харчових продуктів можуть слугувати корисним інструментом запобігання мікробному псуванню. Перспективною альтернативою хімічним консервантам є застосування нетермічних фізичних методів, а також природних біоконсервантів, які використовують мікробний антагонізм.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Anacarso I. B. A bacteriocin-like substance produced from *Lactobaccillus pentosus* 39 is a natural antagonist for the control of *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in salmon fillets / I.B. Anacarso, P.A. Messi, C.V. Condo // *LWT-Food Science and Technology*. — 2014. — V. 55. — P. 604–611.
2. Bennett P.M.. Plasmid encoded antibiotic resistance: acquisition and transfer of antibiotic resistance genes in bacteria. / P.M./Bennett. *British Journal of Pharmacology*. — 2008. — V. 153. — S. 1. — P. S347–S357.
3. Concina I.M. Electronic noses as flexible tools yo assess food quality and safety: should we trust them? / I.M.Concina. M. K.Falascioni, V. S. Sberveglieri // *IEEE Sensors Journal*. 2012. — V. 12. — № 11. — P. 3232–3237.
4. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of Zoonoses, zootic agents and food-borne outbreaks in 2011 // *EFSA Journal*. — 2013. — V. 11. — № 4. — Art. ID 3129.
5. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of Zoonoses, zootic agents and food-borne outbreaks in 2010 // *EFSA Journal*. — 2012. — V. 10. — № 3. — P. 2597.
6. European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of Zoonoses, zootic agents and food-borne outbreaks in 2016 // *EFSA Journal*. — 2015. — V. 14. — № 12. — P. 4634.
7. Falasconi M. Electronic nose for microbiological quality control of food products / M.I. Falasconi, I.M. Concina, E.H. Gobbi, V.S. Sberveglieri // *International Journal of Electrochemistry*. — 2012. — Art. ID 715763. — 12 p.
8. Gardner J. A brief history of electronic noses / J.A. Gardner, J.W. Gardner, P.N. Bartlet // *Sensors&Actuators*. — 1994. — V. 18. — № 1–3. — P. 211–221.
9. Ghate V. Antibacterial effect of light emitting diodes of visible wavelengths on selected foodborne pathogens at different illumination temperatures / K.G. Ng, W.I. Zhou // *International Journal of Food Microbiology*. — 2013. — V. 166. — № 3. — P. 399–406.
10. Golrge T. MRSA colonization and infections among persons with occupational livestock exposure in Europe. Prevalence, preventive options and evidence / T. Golrge, M.D. Lorenz, S.J. van Alen, N-O. Hubner, K.A. Becker // *Veterinary Micribiology*. — 2017. — V. 200. — P. 6–12.
11. Holzapfel W. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes / W. Holzapfel // *International Journal of Food Microbiology*. — 1995. — V. 24. — № 3. — P. 343–362.
12. Iseppi R F. Anti-listerial activity of coatings entrapping living bacteria / R.F. Iseppi, S. de Niederhausern, I.B. Anacarso // *Soft Matter*. — 2011. — V. 7. — № 18. — P. 8542–8548.
13. Larson K.M. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pork production shower facilities / K.M. Larson, A.H. Harper, B.N. Hanson // *Applied and Environmental Micribiology*. — 2011. — V. 77. — № 2. — P. 696–698.
14. Messelhausser U. Emetic *Bacillus cereus* are more volatile than thought. Recent foodborn outbreaks and prevalence studies in Bavaria (2007–2013) / U. Messelhausser, E.K. Frenzel, C.Z. Blochinger, R.L. Zucker, P.C. Kampf [et al.] // *Biomed Research International*. — 2014. — Art. ID 465603. — 9 p.
15. Murdoch L. Lethal effects of high-intensity violet 405-nm light on *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans* and on dormant and germinating spores of *Aspergillus niger* / L. Murdoch, K.B. McKenzie, M.C. Maclean, S.A. MacGregor, L.D. Anderson // *J. Fungal Biology*. — 2013. — V. 117. — № 7–8. — P. 519–527.
16. Niederhausern S. de. Glycopeptide-resistance transferability from vancomycin-resistance enterococci of human and animal source to *Listeria spp* / S. de Niederhausern, C.L. Sabia, P.N. Messi,

- E.I. Guerrieri, G.V. Manicardi [et al.] // Letters in Applied Microbiology. — 2004. — V. 39. — № 6. — P. 483–489.
17. Niederhausen S. de. Vancomycin-resistance transferability from VanA enterococci to *Staphylococcus aureus* / S. de Niederhausen, M.C. Bondi, P.N. Messi // Current Microbiology. — 2011. — V. 62. — № 5. — P. 1363–1367.
18. Sabia C. Bactericin-producing *Enterococcus casseliflavus* IM 416K1, a natural antagonist for control of *Listeria monocytogenes* in Italian sausages (“cacciatore”) / C.Sabia, S. de Niederhausen, P.N. Messi [et al.] // International Journal of Food Microbiology. — 2003. — V. 287. — № 1–2. — P. 3173–179.
19. Scallan E. Foodborn illness acquired in the United States — major pathogens / E. Scallan, R.J. Hoekstra, F.N. Anguo // Emerging Infectious Diseases. — 2011. — V. 17. — № 1. — P. 7–15.
20. Sharma M. Livestock-associated Methicillin Resistant *S.aureus* (LA-MRSA) Clonal Complex (CC) 398 isolated from UK animals belong to European Lineages / M. Sharma, J.L. Nunez-Garcia, A.C. Kearns, M.R. Doamith [et al.] // Frontiers in Microbiology. — 2016. — Nov. 9–7. — P. 17–41.

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В МИКРОБИОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

С.Н. Кузьминский, Н.А. Стадничук, Т.И. Мороз, Г.Т. Архипчук  
ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности  
имени академика Л.И. Медведя МЗ Украины, г. Киев, Украина

**РЕЗЮМЕ.** Современные исследования демонстрируют тенденцию снижения частоты пищевых инфекций, вызываемых «классическими» патогенами (*Salmonella*). Возникает проблема полирезистентности негоспитальных штаммов патогенных, условно-патогенных и непатогенных микроорганизмов-возбудителей микробной порчи продуктов. Новые методы определения микробной контаминации с использованием сенсорного анализа пищевых продуктов могут быть полезным инструментом предотвращения микробной порчи. Перспективной альтернативой химическим консервантам является использование нетермических физических методов, а также природных биоинтерпретантов, использующих микробный антагонизм.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, микробиологическая безопасность, методы контроля.

### **MODERN TRENDS IN FOOD MICROBIOLOGY**

S. Kuzminsky, N. Stadnichuck, T. Moroz, G. Arhypchuck.  
“L.I. Medved Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety,  
Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)”, Kyiv, Ukraine

**ABSTRACT.** Recent findings shows decreasing trend in case number of a “classic” pathogens (*Salmonella*). An emerging problem is multidrug resistance in nonhospital pathogenic, opportunistic and spoilage bacteria. A new methods for detection of food contamination by sensory analysis of foods may be a useful tool in microbial spoilage prevention. Perspective alternative to chemical conservation are nonthermal physical methods and natural biopreservatives based on microbial antagonism.

**Key words:** food staffs, microbiological safety, control methods.

Надійшла до редакції 16.11.2017 р.