

УДК 338.439.021.1

Юлія Горюк, Віктор Горюк

Подільський державний аграрно-технічний університет, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ В ЯКОСТІ БІОКОНТРОЛЮ ЗОЛОТИСТОГО СТАФІЛОКОКУ В МОЛОЦІ

Yulia Horiuk, Viktor Horiuk

PROSPECTS FOR THE USE OF BACTERIOPHAGES AS A BIOCONTROL OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN MILK

Збільшення кількості населення веде до росту проблеми глобальної продовольчої безпеки. Тому вкрай важливо підтримувати на високому рівні виробництво і якість продуктів харчування, уникаючи, при цьому, негативного впливу на навколишнє середовище в цілому [6]. Одним з негативних факторів є широке використання антибіотиків і дезінфікуючих засобів в молочному виробництві, що сприяло нинішній кризі антибіотикорезистентності мікроорганізмів. Крім того, неконтрольований викид протимікробних препаратів в навколишнє середовище становить значну загрозу для природних екосистем [1, 6]. З цих причин останнім часом дослідження були зосереджені на використанні природних протимікробних препаратів з метою створення більш безпечного і стійкого ланцюга виробництва молочних продуктів.

Незважаючи на досягнення сучасних технологій, харчова промисловість постійно переживає загрозу мікробного зараження. Традиційні антимікробні засоби, такі як пастеризація, обробка високим тиском, опромінення та хімічні дезінфікуючі речовини, здатні в певній мірі зменшити мікробну популяцію в продуктах харчування [2]. Проте вони також мають значні недоліки, такі як великі фінансові інвестиції, потенційні пошкодження обладнання через їх корозійну дію та негативний вплив на органолептичні властивості (і, можливо, харчову цінність) продуктів [5].

У контексті безпеки харчових продуктів бактеріофаги є привабливою альтернативою. Через специфіку бактеріофагів фаговий біоконтроль націлений лише на патогенні бактерії в продуктах харчування, не порушуючи нормальну мікрофлору їжі. Фаги є ефективним методом знищення бактерій, стійких до антибіотиків. Крім того, фаговий біоконтроль є, мабуть, найбільш екологічно чистим антимікробним втручанням, яке сьогодні існує. Фаги описані як безпечні для людини, тварин, рослин та навколишнього середовища, вони не завдають поверхневих ушкоджень для обладнання та не змінюють органолептичні властивості харчових продуктів. Тому вони мають великий потенціал для використання як біоконтролюючий засіб у продуктах харчування [1, 2, 5].

Зазначимо, що препарати фагів широко використовуються у харчовій промисловості за кордоном. Після успішного тестування бактеріофагів в якості біоконтролю в США, міністерства охорони здоров'я багатьох країн, включаючи Ізраїль, Канаду, Швейцарію, Австралію, Нову Зеландію та Європейський Союз схвалили їх для використання в продуктах харчування. Крім того, FDA затвердив використання *Listeria monocytogenes* phage, Listex P100 (EHI Food Safety, Вагенінген, Нідерланди) як GRAS (загальноновизнаний як безпечний) для всіх харчових продуктів .

У молоці та молочних продуктах успішно застосовуються фаги для запобігання розвитку *Salmonella enteritidis* під час виготовлення та зберігання сиру [5] та зменшення зростання *Listeria monocytogenes* у м'яких сирах з червоною пліснявою [2]. Дещо менше досліджень стосовно застосування стафілококових бактеріофагів у

молочній промисловості, незважаючи на те, що золотистий стафілокок часто забруднює молоко під час доїння, зберігання та переробки [7].

Вченими отримано два фаги *S. aureus* з молока: *phiH5* та *phiA72*, які інфікували декілька ізолятів бактерій для попередньої оцінки їх як біоконсервантів у молоці. Ці фаги гальмували ріст *S. aureus* у пастеризованому незбираному молоці, але були менш активними у напівзнежиреному та в цільному сирому молоці [3]. Тим не менш, вірулентні похідні (*phiPLA88* і *phiPLA35*), отримані з цих помірних фагів, показали більш високу ефективність. Суміш цих вірулентних фагів призвела до повного усунення збудника у цілісному ультрапастеризованому молоці [3]. Крім молока, вірулентні фаги *phiPLA88* та *phiPLA35* також змогли швидко зменшити життєздатність *S. aureus* під час виготовлення, а також дозрівання свіжих та твердих сирів. Висока специфічність цих фагів дозволила знизити патогенні бактерії в ферментованих продуктах, не порушуючи ріст заквасок [1]. Існує ряд досліджень, в яких продемонстрована ефективність фагів при первинному виробництві молока на фермах: лікуванні маститів у корів. Проведені дослідження вказують на високу ефективність застосування фага *Phage SA ν B14*, активного щодо *Staphylococcus aureus var. bovis*. Так, за впливу бактеріофагу на біоплівки *S. aureus var. bovis* встановлено зменшення оптичної густини розчину барвника на 77,5 % порівняно з початковою густиною. При цьому з біоплівки не виділяли життєздатних клітин *S. aureus*. Отже, перспективним є розробка схем та методів щодо застосування фагу *Phage SA ν B14* для біоконтролю *Staphylococcus aureus* у молоці під час його зберігання [4].

Таким чином, нові методи консервації харчових продуктів повинні постійно удосконалюватися та посилювати контроль за поширенням патогенних мікроорганізмів. Фаги, як природні антимікробні засоби, можуть запропонувати високоефективну екологічно безпечну альтернативу хімічним речовинам.

Література

1. Bueno, E., García, P., Martínez, B., & Rodríguez, A. (2012). Phage inactivation of *Staphylococcus aureus* in fresh and hard-type cheeses. *International journal of food microbiology*, 158(1), 23–27.
2. Carlton, R. M., Noordman, W. H., Biswas, B., De Meester, E. D., & Loessner, M. J. (2005). Bacteriophage P100 for control of *Listeria monocytogenes* in foods: genome sequence, bioinformatic analyses, oral toxicity study, and application. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 43(3), 301–312.
3. García, P., Madera, C., Martínez, B., Rodríguez, A., & Suarez, J. E. (2009). Prevalence of bacteriophages infecting *Staphylococcus aureus* in dairy samples and their potential as biocontrol agents. *Journal of dairy science*, 92(7), 3019–3026.
4. Horiuk, Y. V. (2019). Lytic Activity of Staphylococcal Bacteriophage on Different Biotypes of *Staphylococcus aureus*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 21 (94), 115–120.
5. Modi, R., Hirvi, Y., Hill, A., & Griffiths, M. W. (2001). Effect of phage on survival of *Salmonella enteritidis* during manufacture and storage of cheddar cheese made from raw and pasteurized milk. *Journal of food protection*, 64 (7), 927-933.
6. Касянчук, В., Бергілевич, О., Крижанівський, Я., Кухтин, М. (2006). Організація ветеринарно-санітарного контролю виробництва молока коров'ячого на фермі відповідно до вимог СОТ. *Ветеринарна медицина України*, 7, 38–40.
7. Kukhtyn, M. D., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., Yaroshenko, T. Y., Vichko, O. I., Pokotylo, O. S. (2017). Biotype characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products of private production in the western regions of Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 3(8), 384–388.