

сприятиме підвищенню лояльності, формуванню стабільної клієнтської бази; розвиток маркетингової компетентності персоналу створить умови для підвищення професійного рівня управління збутом і просуванням та ін.

Таким чином, підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції на основі маркетингу – це системна робота над створенням цінності для споживача, ефективною комунікацією та розвитком ринкової присутності підприємства. У сучасних умовах саме маркетинг стає ключовим інструментом трансформації аграрного бізнесу з виробничо-орієнтованого у ринково-орієнтований.

Список літератури

- Krasnorutskyu, O., Marenych, T., Marchenko, V., Polozova, T., & Murzabulatova, O. (2023). Conceptual principles of formation marketing strategy of agricultural enterprises in the conditions of wartime. *Actual problems of innovative economy and law*, 3, 48–59. <https://doi.org/10.36887/2524-0455-2023-3-8>
- Красноручський, О. О., Маренич, Т. Г., Марченко, В. А., Помогалова, Н. В. (2023). Трансформація маркетингу аграрних підприємств в умовах воєнного часу. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 8(3), 10–17. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-3-1>
- Пронько, Л. М., Токар, К. С. (2022). Маркетингова стратегія у формуванні конкурентоспроможності підприємства. *Ефективна економіка*, 4. <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2022.4.73>

УДК 615.331:614.95:636.085/.087

МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІОЦИНІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНИХ ТА БЕЗПЕЧНИХ КОРМІВ

Олександр БАЛКО, к. б. н., старший дослідник,

Ольга БАЛКО, к. б. н.

Лілія АВДЄЄВА, д. мед. н., професор,

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

За даними продовольчої і сільськогосподарської комісії ООН (FAO), бактеріальні хвороби спричиняють втрату близько 30% урожаю сільськогосподарських культур (Suszanowicz D. & Patyka V. P., 2019). Бактеріальні хвороби рослин становлять також значну проблему для рослинництва (Cunha C. B. & Cunha V. A., 2015). Серед збудників бактеріальних хвороб рослин значною частотою виділення – до 50-80% і високою шкодочинністю характеризуються штами *Pseudomonas syringae* (Pidgorskyi V.S. et al, 2007). Даним мікроорганізмом притаманна висока стійкість (90-100%) до більшості комерційних хімічних і біологічних препаратів пестицидів (Гвоздяк Р. І., 2011). На території України боротьба із збудниками бактеріозів, спричинених *P. syringae*, переважно базується на використанні Су-вмісних сполук. Однак серед даних препаратів немає ефективних хімічних засобів для захисту рослин від збудників бактеріальних хвороб, вони не пригнічують ріст фітопатогенних бактерій і тому не можуть використовуватись для захисту рослин. До недоліків хімічних пестицидів слід віднести здатність до контамінації, накопичення і пошкодження таких природних систем як ґрунт, вода і продукти рослинництва, а також виражену токсичність при хронічному потрапленні в організм людини і тварин із розвитком алергізації, канцерогенною дією, спричиненням генетичних ушкоджень (Hassaan M. A. & Nembr A. El., 2020). Окрім цього, Су-вмісні сполуки підвищують рівень антибіотикорезистентності фітопатогенів, тобто проявляють стосовно фітопатогенних бактерій мутагенну дію (Буценко Л. М. та ін., 2010). Відомо ряд речовин, які характеризуються антимікробними властивостями (Kotsofliak O. I. et

al., 2004). Бактеріоциногенні штами також вважаються прекрасною альтернативою антибіотикам, оскільки бактеріоцини можна розглядати як замітники антибіотиків, а їх бактерії-продуценти – як потенційні пробіотичні культури (Gillor O. et al., 2008). Тому, актуальним є пошук нових, екологічно безпечних засобів захисту рослин від хвороб, які викликаються даними мікроорганізмами.

Бактеріоцини - це група гетерогенних антибіотикоподібних речовин, переважно білкової природи, які синтезуються більшістю бактерій і характеризуються бактерицидною дією по відношенню до представників філогенетично близьких видів мікроорганізмів (Balko O. V., 2021). Це велика і доволі різноманітна родина кілерних факторів, які характеризуються стабільністю при зберіганні і низькою токсичністю для людини, потужною, проте вузькою кілерною активністю. До вказаної групи речовин відносять кілерні фактори з різними морфологічними і біохімічними властивостями, молекулярною масою, спектром активності і механізмами дії: пептиди, низькомолекулярні білки, ферменти, фагоподібні структури, які синтезуються дефектно-лізогенними бактеріями (Ghequire M. G. K. & De Mot R., 2014). Дані речовини у єдину родину об'єднує ряд особливостей: бактеріоцини є первинними метаболітами білкової природи, які синтезуються на рибосомах, виділяються в експоненціальну фазу росту, активні щодо відносно вузького кола споріднених бактерій, за винятком власних штамів-продуцентів (Gillor O. et al., 2005).

Бактеріоцини синтезуються більшістю мікроорганізмів. За бактеріями-продуцентами бактеріоцини можна поділити на дві основні категорії: білкові бактеріоцини, які виділяються в основному грацілікутами (*Gracilicutes*) – грамнегативними бактеріями і пептидні бактеріоцини фірмікутів (*Firmicutes*) – грампозитивних мікроорганізмів (Sharma K. et al., 2021). Однак, на відміну від кілерних факторів грампозитивних бактерій, бактеріоцини грамнегативних бактерій досліджені недостатньо. Серед кілерних факторів грамнегативних бактерій найбільш вивченими вважаються коліцини – бактеріоцини *Escherichia coli* (Cascales E. et al., 2007). Завдяки роботам ряду закордонних та вітчизняних вчених доволі відомими також є бактеріоцини *Pseudomonas aeruginosa* (піоцини) та *Pectobacterium carotovorum* (каротоворіцини) (Atanaskovic I. et al., 2020). Необхідно відмітити, що класифікація бактеріоцинів грамнегативних бактерій на сьогоднішній день знаходиться на етапі накопичення фактичного матеріалу (Ghequire M. G. K. & De Mot R., 2014). Тим не менш, бактеріоцини грамнегативних бактерій можна поділити на чотири суттєво відмінні між собою групи: макромолекулярні (високомолекулярні) бактеріоцини, коліциноподібні (низькомолекулярні) бактеріоцини, мікроцини та некласифіковані бактеріоциноподібні речовини (Negash A. W. & Tsehai B. A., 2020). Найбільш безпечними та ефективними для практичного використання вважаються коліциноподібні бактеріоцини. Дані речовини характеризуються молекулярною масою від 20 до 100 кДа, синтезуються у вигляді двох білків, які в подальшому функціонують разом у вигляді білкової субодиниці. Один із білків є власне бактеріоцином, тоді як інший - білком імунності (Balko O. V., 2021).

Нами було показано, що високою активністю відносно збудників бактеріальних хвороб рослин характеризуються також і бактеріоцини *Pseudomonas aeruginosa*. Встановлено, що діючими речовинами були низькомолекулярні піоцини S-типу, які характеризуються помірним та високим рівнем активності відносно більшості досліджених штамів *P. syringae*. Запропоновані підходи до оптимізації умов культивування та індукції бактеріоцинів залежали від штам-продуцента і дозволили підвищити активність речовин більш ніж у 40 разів, наслідком чого було розширення спектру впливу піоцинів щодо усіх використаних фітопатогенних штамів та збільшення зон затримки росту до 26 мм. Також показано, що активність по відношенню до фітопатогенних бактерій проявляють виключно піоцини S5 підтипу, які впливають не лише на штами *P. syringae*, але й на *P. savastanoi*.

Попередньо отримані результати свідчать, що бактеріоцини є перспективними антимікробними речовинами. Їх практичне застосування передбачає внесення у відповідні екониші або очищених речовин, або культур-продуцентів, здатних синтезувати відповідні речовини. Однак слід враховувати, що у навколишньому середовищі всі мікроорганізми, у

тому числі фітопатогенні бактерії і штами-продуценти біологічно активних речовин, існують у біоплівковій формі (Balko O. I. et al., 2018). У складі біоплівки інтенсивність виділення бактеріоцинів, а також ефективність їх впливу на конкурентні мікроорганізми може суттєво відрізнятись порівняно із бактеріями у планктонній формі. Нами було показано, що синтез кілерних факторів, а також стійкість бактерій у складі біоплівки значною мірою залежать від ряду факторів зовнішнього середовища. Дослідження, проведені на класичній моделі *P. aeruginosa*, свідчать, що біоплівкоутворення протікає в певній послідовності, яка пов'язана із структурними змінами в процесі формування біоплівки. При цьому, перехід у біоплівкову форму практично одразу спричиняє набуття бактеріями стійкості до дії антимікробних речовин (Balko O. I. et al., 2018). Вказані особливості обов'язково слід враховувати і проводити додаткові дослідження бактеріоцинів і штамів-продуцентів.

Таким чином, в більшості випадків бактеріоцини проявляють активність щодо близькоспоріднених мікроорганізмів і впливають на бактерії у біоплівковій формі. Враховуючи незначну кількість побічних ефектів, це може стати передумовою їх використання як антимікробних речовин із вузьким спектром дії. Проте, не лише очищені або частково очищені препарати бактеріоцинів можуть знайти застосування. Дані речовини можуть бути компонентами комплексних препаратів поруч із їх штамами-продуцентами. Зрештою, існує альтернатива виведення бактеріоцин-продукуючих трансгенних сільськогосподарських рослин або створення генно-інженерних конструкцій із розширеними механізмами кілерного впливу з метою зробити їх більш придатними для використання. Наведені аспекти підвищують ймовірність широкого впровадження бактеріоцинів для отримання екологічно безпечних кормів.

Список літератури

- Atanaskovic, I., Mosbahi, K., Sharp, C., Housden, N. G., Kaminska, R., Walker, D., & Kleanthous, C. (2020). Targeted Killing of *Pseudomonas aeruginosa* by Pyocin G Occurs via the Hemin Transporter. *Hur. Journal of molecular biology*, 432(13), 3869–3880. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2020.04.020>
- Balko O. B. (2021). Interaction between S-Type Pyocins and Microcin-II-Like Bacteriocins in *Pseudomonas aeruginosa*. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*, 83(3), 72-80. <https://doi.org/10.15407/microbiolj83.03.072>
- Balko, O. I., Avdeeva, L. V., Balko O. B. (2018). Depositary Function of *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm on Media with Different Carbon Source Concentration. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*, 80(6), 15-27. <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.06.015>
- Cascales, E., Buchanan, S. K., Duché, D., Kleanthous, C., Llobès, R., Postle, K., Riley, M., Slatin, S., & Cavard, D. (2007). Colicin biology. *Microbiology and molecular biology reviews* : *MMBR*, 71(1), 158–229. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00036-06>
- Cunha, C. B., & Cunha, B. A. (2015). Infections Acquired in the Garden. *Microbiology spectrum*, 3(5), 10.1128/microbiolspec.IOL5-0020-2015. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.IOL5-0020-2015>
- Ghequire, M. G., & De Mot, R. (2014). Ribosomally encoded antibacterial proteins and peptides from *Pseudomonas*. *FEMS microbiology reviews*, 38(4), 523–568. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12079>
- Gillor, O., Etzion, A., & Riley, M. A. (2008). The dual role of bacteriocins as anti- and probiotics. *Applied microbiology and biotechnology*, 81(4), 591–606. <https://doi.org/10.1007/s00253-008-1726-5>
- Hassaan, M. A., & Nemr, A. El. (2020). Pesticides pollution: Classifications, human health impact, extraction and treatment techniques. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46, 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.08.007>
- Kotsofliak, O. I., Reva, O. M., Tashyrev O. B. (2004). Taxonomic contribution and antagonistic properties of antarctic fluorescent bacteria of *Pseudomonas* genus. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal (Kiev, Ukraine: 1993)*, 66 (2), 3-10. PMID: 15208849

- Negash, A. W., & Tsehai, B. A. (2020). Current Applications of Bacteriocin. *International journal of microbiology*, 2020, 4374891. <https://doi.org/10.1155/2020/4374891>
- Pidgorskyi, V.S., Kotsofliak, O.I., Kiprianova, O.A., & Gvosdiak O.R. (2007). *Ukrainian collection of microorganisms. Catalogue of cultures*. Naukova Dumka.
- Sharma, K., Kaur, S., Singh, R., & Kumar N. (2021). Classification and mechanism of bacteriocin induced cell death: A review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 11, e3733. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3733>
- Suszanowicz, D. & Patyka, V. P. (Eds.). (2019). *Express diagnostics of phytopathogenic bacteria and phytoplasmas in agrophytocenosis: guidelines*. Wydawnictwo I Drukarnia Swietego Krzyza.
- Буценко, Л. М., Пасічник, Л. А., Ходос, С. Ф., & Карєва І. О. (2010). Антибактеріальна та мутагенна дія фунгіцидів на *Pseudomonas syringae* рv. *atrofaciens*. *Агроекологічний журнал*, 4, 71–79.
- Гвоздяк Р.І. (Ред.). (2011). *Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин: монографія*. ТОВ «НВП «Інтерсервіс».

УДК 330.3

УПРАВЛІННЯ ЗБУТОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Олексій БОЙКО, аспірант³

Інститут тваринництва НААН, Харків, Україна

Незважаючи на постійні загрози та цілеспрямовані удари по аграрній інфраструктурі, український аграрний сектор продовжує виявляти високу стійкість і здатність швидко адаптуватися до умов воєнного часу. Україна не лише зберігає продовольчу безпеку всередині країни, але й поступово посилює свою роль на глобальному ринку сільськогосподарської продукції. «У 2024 році агросектор генерував близько 15% ВВП та майже 60% експортних доходів. З початку війни було експортовано понад 230 млн тонн сільськогосподарської продукції, що принесло понад 81 млрд дол. США валютних надходжень. Це свідчить про те, що українське сільське господарство є не лише основою нашої національної економіки, але й гарантом глобальної та європейської продовольчої безпеки». («Понад 74 млрд євро втратив...», 2025).

Війна в Україні триває вже понад 3 роки. Великих втрат зазнали всі галузі національної економіки. Але аграрний сектор є одним із найбільш уражених внаслідок воєнних дій, загальні втрати якого у 2024 році перевищили 80 млрд доларів США. За різними оцінками, близько 20% сільськогосподарських угідь перебувають на тимчасово окупованих територіях. Основними чинниками втрат у рослинництві є масове мінування земель, артилерійські обстріли, що спричинили руйнування інфраструктури – складів, технічного обладнання, знищення врожаю, а також людські втрати серед працівників галузі. Значного збитку зазнали також підгалузі тваринництва, аквакультури та рибальства. Додатковим викликом для галузі є дефіцит трудових ресурсів, обумовлений як мобілізаційними процесами, так і міграцією населення. (Несмачна М. & Красновська Я., 2025; Дяченко М. І. & Жмуденко В. О., 2023).

Фахівці-практики вважають, що нині ключовими викликами для агробізнесу залишаються захист портів і аграрної інфраструктури. («Kernel: захист портів...», 2025).

В умовах воєнного стану управління збутовою діяльністю аграрних підприємств набуває критичного значення, оскільки забезпечення ефективного збуту продукції

³ Науковий керівник - Маренич Т. Г., д. е. н., професор, Інститут тваринництва НААН