

## АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕФІРНИХ ОЛІЙ ГІРЧИЦІ ТА М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

В. Кушнір, В. Пекарський, М. Тодоров  
*Одеський державний аграрний університет*

Застосування антибактеріальних препаратів є важливою складовою за низки запальних процесів. Адже в більшості випадків одним з етіологічних чинників є збудник. Але збудники теж еволюціонують і пристосовуються до дії лікарських засобів. Як результат такого пристосування ми сьогодні маємо проблему світового рівня – антибіотикорезистентність: явище, коли раніше ефективні засоби стають абсолютно безкорисними і арсенал боротьби зі збудником стрімко зменшується. Саме тому перед світовою спільнотою стоїть завдання з пошуку принципово нових антибактеріальних препаратів. Однією з гідних альтернатив є саме ефірні олії, і зокрема олії гірчиці та м'яти перцевої.

**Ключові слова:** *м'ята перцева, гірчиця, ефірні олії, антибактеріальні препарати.*

### ВСТУП

Протимікробні препарати є наріжним каменем сучасної медицини. Поява та поширення стійких до ліків патогенів загрожує нашій здатності лікувати поширені інфекції та виконувати життєво важливі процедури, включаючи хімотерапію раку та кесарів розтин, ендопротезування кульшового суглоба, трансплантацію органів та інші операції.

Крім того, стійкі до ліків інфекції впливають на здоров'я тварин і рослин, знижують продуктивність на фермах і загрожують продовольчій безпеці.

Антибіотикорезистентність спричиняє значні витрати як для систем охорони здоров'я, так і для національних економік в цілому. Наприклад, це створює потребу в дорожчій та інтенсивнішій терапії, впливає на продуктивність пацієнтів або їхніх опікунів через тривале перебування в лікарні та шкодить продуктивності сільського господарства.

Антибіотикорезистентність є проблемою для всіх країн з будь-яким рівнем доходу. Його поширення не визнає кордонів країн. Сприяючі фактори включають відсутність доступу до чистої води, санітарії та гігієни як для людей, так і для тварин; незадовільна профілактика та контроль інфекцій та захворювань у будинках, закладах охорони здоров'я та на фермах; поганий доступ до якісних та доступних вакцин, діагностики та ліків; недостатня поінформованість і знання; та відсутність виконання відповідного законодавства. Люди, які живуть в умовах низьких ресурсів, і вразливі групи населення особливо страждають як від рушійних сил, так і від наслідків антибіотикорезистентності [2,11].

Низкою науковців в різні часи було проведено обширну документацію про антимікробні властивості ефірних олій та їх складових. Хоча механізм дії кількох компонентів ефірної олії був з'ясований у багатьох ранніх роботах у минулому, детальні знання про більшість сполук та їх механізм дії все ще відсутні. Ці знання особливо важливі для визначення впливу ефірних олій на різні мікроорганізми, як вони працюють у поєднанні з іншими антимікробними сполуками та їх взаємодії з компонентами харчової матриці. Крім того, нещодавні дослідження продемонстрували, що наночастинки (НЧ), функціоналізовані ефірними оліями, мають значний антимікробний потенціал проти мультирезистентних патогенів завдяки підвищенню хімічної стабільності та розчинності, зниженому швидкому випаровуванню та мінімізованому розкладанню активних компонентів ефірних олій. Застосування інкапсульованих ефірних олій також підтримує їх контрольоване та тривале вивільнення, що підвищує їх біодоступність та ефективність проти мультирезистентних патогенів.

Слід зазначити, що трави та ефірні олії, отримані з низки рослин, використовувалися з самого початку людської історії для різних цілей. Їх корисні властивості застосовували для маскувannya неприємних запахів, привернення уваги інших людей, додання властивостей смаку та аромату готовим стравам, парфумерії та косметичці тощо. Трави та ефірні олії (ЕО) також використовувалися в медицині через їх біологічні властивості, такі як ларвіцидна дія, болезаспокійливі та протизапальні властивості, антиоксидантна, фунгіцидна та протипухлинна дії та багато іншого. Багато рослин виявляють антимікробні властивості, що надзвичайно важливо в галузях науки та промисловості, таких як медицина, сільське господарство чи косметологія. Серед 250 комерційно доступних ЕО

близько десятка мають надзвичайно високий антимікробний потенціал. Згідно з наявними документами та патентами, ефірні олії є потенційною альтернативою синтетичним сполукам, особливо через резистентність, яку все більше розвивають патогенні мікроорганізми. У цьому огляді ми підсумовуємо останні дослідження найбільш активних ефірних олій які відомі та використовуються завдяки їхнім антимікробним властивостям. Нарешті, слід зазначити, що антимікробна активність ЕО не є переважною для всіх штамів. Таким чином, подальші дослідження мають бути зосереджені на виявленні ефективності окремих речовин до тих чи інших мікроорганізмів [7-10].

В останні дні через зниження ефективності синтетичних антибактеріальних препаратів – зацікавленість до ефірних олій значно зросла. Тому огляд їх антибактеріальних властивостей є дуже актуальним.

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Глобальне зростання резистентності до антибіотиків становить значну загрозу, знижуючи ефективність звичайних антибіотиків проти поширених бактеріальних інфекцій. У звіті Глобальної системи спостереження за стійкістю та використанням антимікробних препаратів за 2022 рік підкреслюються тривожні показники резистентності серед поширених бактеріальних патогенів. Середні зареєстровані показники в 76 країнах становлять 42% для резистентної до цефалоспоринових кишкової палички третього покоління та 35% для метицилін-резистентного золотистого стафілокока, що викликає серйозне занепокоєння. Щодо інфекцій сечовивідних шляхів, спричинених кишковою паличкою, у 1 з 5 випадків у 2020 році спостерігалася знижена чутливість до стандартних антибіотиків, таких як ампіцилін, ко-тримоксазол і фторхінолони. Це ускладнює ефективне лікування поширених інфекцій [2].

*Klebsiella pneumoniae*, поширена кишкова бактерія, також продемонструвала підвищений рівень резистентності до критично важливих антибіотиків. Підвищений рівень резистентності потенційно призводить до підвищеного використання препаратів останньої надії, таких як карбапенеми, для яких, у свою чергу, резистентність спостерігається в багатьох регіонах. Оскільки ефективність цих препаратів останньої надії знижується, зростають ризики інфекцій, які не піддаються лікуванню. Прогнози Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) вказують на очікуваний двократний сплеск резистентності до антибіотиків останньої інстанції до 2035 року порівняно з рівнем 2005 року, що підкреслює нагальну потребу в надійних практиках управління антимікробними препаратами та розширенні охоплення епідагледом у всьому світі [2,11].

Антибактеріальна активність ефірних олій м'яти перцевої була вивчена Nikolíc et al. *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Enterococcus faecalis* і *Lactobacillus acidophilus* були сімома видами бактерій, які представляли клінічні зразки, разом із п'ятдесятьма вісьмома клінічними видами *Candida* у роті. ізоляти з трьома еталонними штамми, використаними в дослідженні. Зазначені штами виявили значну чутливість до дії ефірної олії [8-10].

Повідомлялося, що ефірна олія м'яти перцевої запобігає росту мікробів і подовжує термін придатності харчових продуктів, але є кілька досліджень про його можливий антибактеріальний механізм і активність проти біоплівки проти *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Вченими встановлено, що ефірна олія впливає на проникність і цілісність клітинної мембрани *S. aureus*, про що свідчить збільшення відносної електропровідності та витоку нуклеїнових кислот, білків і АТФ. Зниження життєздатності клітин і зміни в морфології клітин додатково підтвердили пошкодження клітинної мембрани *S. aureus*. Крім того, ефірна олія м'яти перцевої істотно інгібувала утворення біоплівки та інактивував зрілу біоплівку, утворену *S. aureus*. Ці результати свідчать про те, що ефірна олія м'яти перцевої має потенціал для контролю планктону *S. aureus* та його біоплівки в середовищах харчової промисловості [5-7].

Гірчиця біла (*Sinapis alba*), однорічна рослина сімейства капустяних, широко вирощується в північній частині Китаю. Насіння гірчиці використовується як вид традиційної медицини та харчової приправи (Balke, & Diosady, 2000). Будучи членом Brassicaceae, гірчиця містить багато глюкозинолатів, попередників ізотіоціанатів (ІТС) [Fahey, Zalcmann, & Talalay, 2001] Отримані в результаті гідролітичної дії ендогенного ферменту мірозінази на глюкозинолати в хрестоцвітих овочах, ІТК мають потужну біоцидну дію проти мікроорганізмів (Wilson et al., 2013). І якщо використовувати їх як харчові консерванти, ІТС матимуть відносно невеликий вплив на оброблену їжу через свою сильну летючість [Jang, Hong, & Kim, 2010].

Було продемонстровано, що сполуки, утворені ферментативним гідролізом глюкозинолатів, які природно присутні в гірчичному порошок, здатні потужно пригнічувати ріст *Escherichia coli* O157:H7 (Graumann and Holley, 2008, Cordeiro et al., 2013). Тим не менш, дослідження антибактеріальної активності ефірної олії насіння гірчиці обмежується декількома видами патогенів, такими як *E. coli* та *Salmonella typhi* (Turgis, Han, Caillet, & Lacroix, 2009), тому не вистачає комплексної оцінки його інгібуючої активності проти патогени харчового походження.

Дослідження мінімальної інгібуючої концентрації (МІС) і мінімальної бактерицидної концентрації (МВС) показало вищу чутливість *Escherichia coli* O157:H7 (*E. coli* O157:H7) (МІС: 512 ppm, МВС: 1024 ppm), ніж *Salmonella Enteritidis* (*S. enteritidis*) (МІС: 1024 ppm, МВС: 2048 ppm) до ефірних олій гірчиці. Зразки для дослідження готували відповідно до визначених МІС і МВС МЕО для мікробного аналізу та фізико-хімічного аналізу. Антимікробна активність МЕО в майонезі протягом 40 днів зберігання показала, що застосування вільного та інкапсульованого ефірна олія гірчиці може пригнічувати ріст цільових бактерій. Крім того, окислювальна стійкість зразків майонезу демонструвала тенденцію до зниження протягом тривалості зберігання. Наприкінці зберігання контрольний зразок без будь-яких консервантів показав найвище перекисне число (3,59 мекв O<sub>2</sub>/кг олії), тоді як зразок, що містить 4096 ppm інкапсульованого МЕО (2 мекв O<sub>2</sub>/кг олії), продемонстрував кращу окислювальну стабільність, наступну за *t*-бутилгідроксихінон (ТВНҚ) (1,84 мекв O<sub>2</sub>/кг олії) як комерційний антиоксидант. Цікаво, що застосування 2048 і 4096 ppm інкапсульованої ефірної олії не мало небажаного впливу на загальне сприйняття майонезу, тоді як застосування чистої ефірної олії гірчиці у тих же концентраціях негативно вплинуло на колір, запах, смак і загальну прийнятність [12-17].

Слід зазначити і інші властивості ефірних олій, які сприяють боротьбі з хворобою. При втиранні в шкіру гірчичне масло має розігрівачий ефект. Його давно використовують як домашній засіб для заспокоєння м'язового болю [12-19].

Дослідження показують, що гірчичне масло має властивості, подібні до капсаїцину, рослинної сполуки в перці чилі. Капсаїцин був вивчений і відомий своїми протизапальними і болезаспокійливими властивостями [20].

З цієї причини гірчичне масло також може допомогти за низки хвороб шкіри, шерстного покриву та волосся (у людей), наприклад:

- дерматит
- екзема
- псоріаз
- фолікуліт

Таким чином, ефірні олії гірчиці та м'яти перцевої є гідною альтернативою антибактеріальним препаратам. За рахунок вище описаних чинників вони здатні інгібувати, або навіть повністю знищувати мікроорганізми. Також ефірні олії здатні забезпечувати консервативні властивості для продукції. При цьому продукція не стає небезпечною для вживання.

## ВИСНОВКИ

1. Проблема антибіотикорезистентності є дуже гострою в наш час і потребує значної уваги. У зв'язку з цим уся світова спільнота перебуває в пошуку принципово нових антибактеріальних препаратів.
2. Гідною альтернативою хімічним антибактеріальним препаратам є препарати рослинних ефірних олій. Вони є не шкідливими для організму та здатні добре консервувати продукти харчування
3. Одними з найбільш активних ефірних олій є ефірні олії гірчиці та м'яти перцевої. Вони сприяють боротьбі з запальним процесом, знищують збудників та забезпечують високий рівень консервування продукції. При цьому вони не шкодять продукції харчування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adaszyńska-Skwirzyńska M., Dzięcioł M. Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland. *Nat. Prod. Res.* 2017;31:2575–2580.

2. Antimicrobial Resistance Collaborators. (2022). Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*; 399(10325): P629-655. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
3. Aprotosoae A.C., Gille E., Trifan A., Luca V.S., Miron A. Essential oils of *Lavandula* genus: A systematic review of their chemistry. *Phytochem. Rev.* 2017;16:761–799.
4. Arora R., Singh B., Vig A.P., Arora S. Conventional and modified hydrodistillation method for the extraction of glucosinolate hydrolytic products: A comparative account. *SpringerPlus.* 2016;5:479.
5. Baj T., Sieniawska E., Kowalski R., Wesolowski M., Ulewicz-Magulska B. Effectiveness of the deryng and cleverger-type apparatus in isolation of various types of components of essential oil from the *Mutelina purpurea* Thell. flowers. *Acta Pol. Pharm.* 2015;72:507–515.
6. Benzaid C., Belmadani A., Djeribi R., Rouabhia M. The effects of *Mentha × piperita* essential oil on *C. albicans* growth, transition, biofilm formation, and the expression of secreted aspartyl proteinases genes. *Antibiotics.* 2019;8:10.
7. Blažeković B., Yang W., Wang Y., Lic C., Kindl M., Pepeljnjak S., Vladimir-Knežević S. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Lavandula × intermedia* 'Budrovka' and *L. angustifolia* cultivated in Croatia. *Ind. Crop Prod.* 2018;123:173–182. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.06.041.
8. Brnawi W.I., Hettiarachchy N.S., Horax R., Kumar-Phillips G., Ricke S. Antimicrobial activity of leaf and bark cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* in broth system and on celery. *J. Food Process Preserv.* 2019:e13888.
9. Brun P., Bernabè G., Filippini R., Piovan A. In vitro antimicrobial activities of commercially available tea tree (*Melaleuca alternifolia*) essential oils. *Curr. Microbiol.* 2019;76:108–116.
10. Deryng J. Nowy aparat do oznaczanie olejków w materiale roślinnym. *Acta Pol. Pharm.* 1951;8:121–136.
11. Drug-Resistant Infections: A Threat to Our Economic future (March 2027) <https://www.worldbank.org/en/topic/health/publication/drug-resistant-infections-a-threat-to-our-economic-future>
12. Góra J., Lis A. Najcenniejsze Olejki Eteryczne Część 1. Monografie Politechniki Łódzkiej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej; Lodz, Poland: 2012.
13. Jiamu Kang, Wenyan Jin, Jingfan Wang, Yuyang Sun, Xiaoxia Wu, Liu Liu. Antibacterial and anti-biofilm activities of peppermint essential oil against *Staphylococcus aureus*. *LWT.* 2019. Volume 101. Pages 639-645.
14. Liu Q., Meng X., Li Y., Zhao C.-N., Tang G.-Y., Li H.-B. Antibacterial and antifungal activities of spices. *Int. J. Mol. Sci.* 2017;18:1283. doi: 10.3390/ijms18061283.
15. Mérillon J.-M., Rivière C. *Natural Antimicrobial Agents.* Springer International Publishing AG; Cham, Switzerland: 2018.
16. Sayed Amir Hossein Goli, Sara Keramat, Sabihe Soleimani-Zad, Reyhaneh Ghasemi Baghabrishi. Antioxidant and antimicrobial efficacy of microencapsulated mustard essential oil against *Escherichia coli* and *Salmonella Enteritidis* in mayonnaise. *International Journal of Food Microbiology.* 2024. Volume 410. P. 110484,
17. Sharifi-Rad M., Ozcelik B., Altı G., Daşkaya-Dikmen C., Martorell M., Ramírez-Alarcón K., Alarcón-Zapata P., Morais-Braga M.F.B., Carneiro J.N.P., Borges Leal A.L.A., et al. *Salvia* spp. plants—from farm to food applications and phytopharmacotherapy. *Trends Food Sci. Technol.* 2018;80:242–263.
18. Stringaro A., Colone M., Angiolella L. Antioxidant, antifungal, antibiofilm, and cytotoxic activities of *Mentha* spp. essential oils. *Medicines.* 2018;5:112.
19. Turgut A.C., Emen F.M., Canbay H.S., Demirdöğen R.E., Çam N., Kılıç D., Yeşilkaynak T. Chemical Characterization of *Lavandula angustifolia* Mill. as a phytocosmetic species and investigation of its antimicrobial effect in cosmetic products. *JOTCSA.* 2017;4:283–298.
20. Wińska K., Mączka W., Łyczko J., Grabarczyk M., Czubaszek A., Szumny A. Essential Oils as Antimicrobial Agents—Myth or Real Alternative? *Molecules.* 2019 Jun 5;24(11):2130. doi: 10.3390/molecules24112130.

## ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF MUSTARD AND PEPPERMINT ESSENTIAL OILS

V.Kushnir, V., Pekarskyi, M. Todorov  
*Odesa State Agrarian University*

The use of antibacterial drugs is an important component of a number of inflammatory processes. After all, in most cases, one of the etiological factors is the causative agent. But pathogens also evolve and adapt to the action of medicines. As a result of this adaptation, today we have a world-level problem - antibiotic resistance: a phenomenon when previously effective means become completely useless and the arsenal of fighting the pathogen is rapidly decreasing. That is why the world community faces the task of finding fundamentally new antibacterial drugs. One of the worthy alternatives is essential oils, and in particular mustard and peppermint oils.

**Key words:** *Peppermint, mustard, essential oils, antibacterial drugs.*