

4. Naumenko, S., Koshevoy, V., Matsenko, O., Miroshnikova, O., Zhukova, I., & Bespalova, I. (2023). Antioxidant properties and toxic risks of using metal nanoparticles on health and productivity in poultry. *Journal of World's Poultry Research*, 13(3), 292–306. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2023.32>

5. Semeraro, M. D., Almer, G., Kaiser, M., Zelzer, S., Meinitzer, A., Scharnagl, H., Sedej, S., Gruber, H. J., & Herrmann, M. (2022). The effects of long-term moderate exercise and Western-type diet on oxidative/nitrosative stress, serum lipids and cytokines in female Sprague Dawley rats. *European journal of nutrition*, 61(1), 255–268. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02639-4>

АНАЛІЗ АНТИБАКТЕРІАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕФІРНИХ ОЛІЙ ПРЯНОЩІВ: ГВОЗДИКИ, РОЗМАРИНУ ТА ШАВЛІЇ

¹Кощєєва М.Ю., ²Білан М.В.

e-mail: kaseevamaria9@gmail.com

¹Комунальний позашкільний навчальний заклад «Мала академія наук учнівської молоді»
Дніпропетровської обласної ради», м. Дніпро, Україна

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Вступ. У сучасному світі швидко зростає стійкість бактерій до антибіотиків. Це створює серйозну проблему для медицини та ветеринарії. Тому важливо шукати природні альтернативи синтетичним препаратам. Ефірні олії прянощів містять біологічно активні речовини з антимікробними властивостями. Вивчення їх поєднаної дії дозволяє: підвищити ефективність боротьби з бактеріями, зменшити необхідні концентрації речовин, розширити можливості використання у ветеринарії, медицині та харчовій промисловості [2].

Мета роботи: провести аналіз антибактеріальної ефективності ефірних олій прянощів: гвоздики, розмарину та шавлії у поєднанні відносно умовно-патогенних бактерій.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в умовах наукової лабораторії факультету ветеринарної медицини Дніпровського державного аграрно-економічного університету дотримуючись правил асептики. Застосовували 100% ефірні олії гвоздики (*Oleum caryophylli*), розмарину (*Oleum rosmarini*) та шавлії (*Oleum Salviae sclareae*) виробництва ТОВ «Ароматика» (Україна) та визначали їх антибактеріальну ефективність проти восьми еталонних штамах умовно-патогенних мікроорганізмів (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* HX 19222, *Proteus mirabilis* ATCC 29906, *Escherichia coli* ATCC 25923/25922, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* ATCC 9634, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923). Використані штами культивували на м'ясо-пептонному агарі (ТОВ «Фармактив», Україна) та інкубували за температури 30 або 37°C протягом 20 годин. Після цього культури змивали фізіологічним розчином, доводили каламутність до рівня 0,5 за шкалою Макфарланда застосовуючи денситометр. Кінцева концентрація інокулята була $1,5 \times 10^8$ КУО/мл.

Санітарну якість ефірних олій визначали шляхом посівів на стерильні універсальні та селективні живильні середовища (м'ясо-пептонний агар, Ендо, Вільсона-Блера (ТОВ «Фармактив», Україна); Байєрд-Паркера, Сабуро (Himedia, Індія).

Антибактеріальний ефект ефірних олій проти мікроорганізмів оцінювали за допомогою розведення бульйоном. Готували розчин ефірної олії, відновлений в 0,5% диметилсульфоксиді (ДМСО). Спершу визначали мінімальні інгібуючі концентрації (МІК) кожної ефірної олії

окремо відносно тестових бактерій. Для цього використовували ряд пробірок, куди вносили по 2 мл селективного бульйону. Ефірні олії послідовно розводили навпіл – від 1000 мкг/мл до 15,6 мкг/мл – у цьому ж середовищі, після чого до кожної пробірки додавали 2 мл отриманого розчину олії. Потім у кожну пробірку вносили 10 мкл бактеріальної суспензії ($1,5 \times 10^8$ КУО/мл). Контролем слугували пробірки тільки з живильним середовищем; з живильним середовищем та з інокулятом. Після цього культивування проводили протягом 24 годин за температури 30°C або 37°C. Ріст бактерій чи його відсутність – по каламутності бактеріальної суспензії, визначали за допомогою денситометра. Усі досліди проводили в трьох повтореннях.

Фракційний індекс інгібуючої концентрації (FICI) визначали методом «шахового титрування» [1]. Для цього в пробірки вносили 2 мл м'ясо-пептонного бульйону, 0,2 мл інокуляту ($1,5 \times 10^8$ КУО/мл). Потім додавали по 1 мл суміші двох ефірних олій (у співвідношенні 1:1) у різних концентраціях – від $1/32 \times \text{МІК}$ до $4 \times \text{МІК}$. Умови інкубування були такими ж, як і при визначенні індивідуальних МІК. Фракційний індекс інгібуючої концентрації (FICI) обчислювали за формулою:

$$\text{FICI} = (\text{МІК олії А у комбінації з олією В (С)} / \text{МІК олії А окремо}) + (\text{МІК олії В (С) у комбінації з олією А} / \text{МІК олії В (С) окремо});$$

де А, В та С – це ефірні олії, які досліджували.

Інтерпретація результатів: $\text{FICI} \leq 0,5$ – синергізм (олії працюють значно краще в комбінації, ніж окремо, що дозволяє використовувати менші їх концентрації); $\text{FICI} \leq 4$ – адитивна дія (ефект комбінації олій дорівнює сумі ефектів окремих олій); $\text{FICI} > 4$ – антагоністична дія (комбінований ефект гірший, ніж ефект окремої найефективнішої олії).

Для статистичного аналізу кількісних даних використовували програму Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США). Результати розраховували як середнє арифметичне \pm стандартне відхилення ($\bar{x} \pm \text{SD}$).

Результати. Провівши санітарну оцінку ефірних олій прянощів гвоздики (*Oleum caryophylli*), розмарину (*Oleum rosmarini*) та шавлії (*Oleum Salviae sclareae*) встановили, відсутність залишкових та сторонніх мікроорганізмів. Вивчення антибактеріальних властивостей показало низьку чутливість семи з восьми тестових мікроорганізмів до амоксициліну (зони затримки росту $6,20 \pm 0,12$ – $10,13 \pm 0,52$ мм), що підкреслює актуальність пошуку альтернативних засобів.

Дослідженнями з визначення чутливості різних бактерій до трьох ефірних олій встановили, що найефективнішою дією проти бактерій була ефірна олія гвоздики, оскільки призупиняла ріст *P. aeruginosa*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. coli*, *B. subtilis*. Мінімальна інгібуюча концентрація цієї олії була такою: 125 мкг/мл, 250 мкг/мл, 250 мкг/мл, 250 мкг/мл, 500 мкг/мл відповідно. Ефірна олія розмарину призупиняла розмноження *P. aeruginosa* – МІК 250 мкг/мл, *P. mirabilis* – МІК 500 мкг/мл, *P. vulgaris* – МІК 500 мкг/мл, *E. coli* – МІК 500 мкг/мл, *B. subtilis* – МІК 500 мкг/мл. Ефірна олія шавлії діяла бактеріостатично лише на *P. vulgaris* – МІК 500 мкг/мл та *B. subtilis* – МІК 500 мкг/мл.

Враховуючи одержані дані: МІК ефірної олії гвоздики та МІК ефірної олії розмарину окремо, а також МІК олії гвоздики у комбінації з олією розмарину і МІК олії розмарину у комбінації з олією гвоздики проти культур, розраховували фракційний індекс інгібуючої концентрації (FICI) проти грамнегативних мікроорганізмів. Встановили, що FICI ефірних олій гвоздики та розмарину проти *P. aeruginosa* становив 0,375; проти *P. mirabilis*, *P. vulgaris* та *E. coli* – 0,1875. Ці результати $\leq 0,5$, що вказує на синергічну дію ефірних олій. Тобто, вибрані нами олії проти грамнегативних мікроорганізмів у комбінації були ефективнішими, ніж кожна окремо, і при застосуванні можна використовувати їх нижчі концентрації.

При порівнянні дії комплексу ефірних олій гвоздики + шавлії і шавлії + гвоздики проти *P. vulgaris* та *B. subtilis* встановлено: фракційного індекс інгібуючої концентрації для *P. vulgaris* – 0,1875, а для *B. subtilis* – 0,125. Тобто, комбінація цих олій (гвоздики та шавлії) має синергічний ефект проти цих видів бактерій

Висновки. 1. Ефірні олії гвоздики, розмарину та шавлії, не містили залишкових та сторонніх мікроорганізмів, що вказує на їх якість та безпечність. Ефірні олії володіли

антибактеріальними властивостями проти п'яти (із восьми) бактерій: *P. aeruginosa*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. coli*, *B. subtilis*. До амоксациліну були слабо чутливими сім (із загальної кількості) видів бактерій.

2. Комбінації ефірних олій гвоздики та розмарину були ефективнішими проти п'яти видів бактерій (грамнегативних паличок *P. aeruginosa*, *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *E. coli*), ніж кожна окремо. Ефірні олії гвоздики та шавлії у поєднанні проявили синергізм лише проти грамнегативної бактерії *P. vulgaris* та грампозитивного виду *B. subtilis*. Антибактеріальний ефект комплексного застосування ефірних олій проявлявся за їх нижчих концентрацій.

Список використаних джерел:

1. Bag A, Chattopadhyay RR (2015). Evaluation of Synergistic Antibacterial and Antioxidant Efficacy of Essential Oils of Spices and Herbs in Combination. *PLoS ONE*, 10(7): e0131321. <https://doi:10.1371/journal.pone.0131321>

2. Radaelli M., Parraga da Silva B., Weidlich L., Lucélia Hoehne, Flach A., Antonio Mendonça Alves da Costa L., Ethur E. (2016). Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *Clostridium perfringens*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 2, 424-430. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2015.10.001>.

ВПЛИВ АНТИСЕПТИКІВ НА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ БІОПЛІВКОВИХ КЛІНІЧНИХ ШТАМІВ МІКРООРГАНІЗМІВ, ВИДІЛЕНИХ ВІД ПАЦІЄНТІВ З ГОСТРИМ ТОНЗИЛІТОМ

Кравець Н. Я.

e-mail: natakravec7@gmail.com

*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського
Міністерства охорони здоров'я України, Тернопіль, Україна*

Вступ. Біоплівки сформовані умовно-патогенними мікроорганізмами ротоглотки, є важливим фактором хронізації та рецидивування інфекційних процесів. Клітини у складі біоплівкового матриксу характеризуються підвищеною толерантністю до антимікробних препаратів і антисептиків, що суттєво ускладнює елімінацію збудника. Особливого значення це набуває при гострому тонзиліті, де *S. aureus* та *S. pyogenes* здатні формувати як моно-, так і полімікробні біоплівки [1]. Відомо, що короткочасна експозиція антисептиків часто не забезпечує повного руйнування структури біоплівки, а лише тимчасово пригнічує мікроорганізми. У клінічній практиці це може створювати ілюзію ефективності, тоді як у структурі глибоких шарів біоплівкового матриксу зберігаються так звані персистери - клітини, які не є метаболічно активними та здатні відновлювати ріст після припинення дії антисептика чи антибактеріального засобу [2, 3]. Дослідження, які проводять, щодо вивчення стійкості чи виживання бактерій в умовах стресу вказують на формування персистерів, що ймовірно пояснює клінічні випадки рецидиву інфекцій після лікування [3]. Так, антисептики, зокрема, повідон-йод та хлоргексидин демонструють різну ефективність залежно від часу їхнього впливу на бактеріальну біоплівку та наявності додаткового біологічного навантаження, що обумовлює необхідність оцінки їхньої дії в різних часових проміжках [4].

У зв'язку з цим актуальним є дослідження ефективності антисептичних засобів щодо зрілих біоплівок у часовій динаміці.