

**АНТИБАКТЕРІАЛЬНА ДІЯ ЕФІРНИХ ОЛІЙ ЛАВАНДИ ТА
РОЗМАРИНУ НА ЗБУДНИКА ЧОРНОЇ БАКТЕРІАЛЬНОЇ ПЛЯМИСТОСТІ
ПЕРЦЮ *XANTHOMONAS VESICATORIA***

М. Гончаренко^{1*}, О. Радченко¹, О. Литвинчук²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

«ННЦ Інститут біології»

просп. Академіка Глушкова, 2, Київ 03022, Україна

²Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного

вул. Академіка Заболотного, 154, Київ 03680, Україна

e-mail: marishka_goncharenko@mail.ru

Дослідження спрямоване на з'ясування антибактеріальної дії ефірних олій (ЕО) лаванди та розмарину на *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 – збудника чорної бактеріальної плямистості перцю овочевого. ЕО у досліджах застосовували в нативній формі з додаванням Твіну 80 проти планктонної та біоплівкової культур. Встановлено, що МІК для ЕО лаванди щодо планктонних клітин *X. vesicatoria* 33-1 становила <0,195%, причому ефект був бактерицидний. За контакту клітин *X. vesicatoria* 33-1 з 1% ЕО лаванди у фізіологічному розчині та часу експозиції 15 хв показник виживання lg (N/N₀) зменшувався майже на 4 lg, а з 0,5% за 30 хв – лише на 1,3 lg. Показано, що найкраще (на 76–87%) викорінення біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 з полістиролових лунок відбувалося за їх обробки 3% ЕО лаванди та 12% ЕО розмарину впродовж 30 хв. Отримані результати свідчать про перспективність подальших досліджень ЕО як основи для створення екологічно чистих засобів боротьби з фітопатогенними бактеріями.

Ключові слова: *Xanthomonas vesicatoria*, ефірні олії, викорінення біоплівки, антибактеріальна дія.

Фітопатогенні бактерії родів *Xanthomonas*, *Pseudomonas* та *Clavibacter*, спричиняючи різні плямистості листя і плодів, можуть завдавати значних втрат урожаю перцю й погіршувати товарну якість плодів. Для профілактики хвороби застосовують протруювання насіння, знезараження ґрунту в парниках, вибракування ураженої розсади й захист рослин різними хімічними препаратами [1]. Особливо перспективним є створення екологічно безпечних біологічних препаратів на основі рослинних екстрактів. Доведено, що екстракт із верби пурпурової (*Salix purpurea*) пригнічує збудника судинного бактеріозу *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* на 49%, а з гірчачку сахалінського (*Reynourita sachalinensis*) та оме-ли білої (*Viscum album*) – на 18 і 28% відповідно [3].

Ефірні олії (ЕО) – низькомолекулярні сполуки з високою здатністю до проникнення. Наявність терпенів, фенолів, спиртів і альдегідів у складі натуральних ЕО забезпечує їхні бактерицидні, антисептичні, дезінфікувальні, фунгістатичні властивості. Антисептична здатність проявляється як при дії парів, так і за прямого контакту з ними [6]. Встановлено, що ЕО, виділені з цитрин, знижували кількість клітин *Vibrio parahaemolyticus* на обробленій поверхні на 5 порядків за концентрації 1%, а *Escherichia coli* та *Salmonella typhimurium* – за концентрації 2,5% [10]. Вивчення бактерицидної і бактериостатичної дії 13 ЕО на 65 штамів бактерій із різною чутливістю до антибіотиків показало, що ефект ЕО залежить від її хімічного складу. Так, ЕО лимонної трави, кориці, материнки, чебрецю та ін., що містили альдегіди та феноли, проявили найбільшу антимікробну активність із мінімальною інгі-

бувальною концентрацією (МІК) < 2% щодо усіх штампів, окрім *Pseudomonas aeruginosa* [14]. На антимікробні властивості рослинних ЕО вказується у роботі [17]. Наголошується, що ЕО можуть бути використані в медицині як альтернатива антибіотикотерапії. Можливе додавання ЕО до раціону тварин замість антибіотиків і стимуляторів росту завдяки їх позитивному впливу на мікрофлору кишечника [9].

Бактеріальні популяції у природі існують у формі біоплівки – полімікробних фіксованих угруповань мікроорганізмів, вбудованих до синтезованого ними полімерного матриксу [2]. Плівка включає зазвичай 15–20% бактеріальної маси, що міцно прикріплюється до тієї чи іншої поверхні, і 80–85% захисного матриксу, який знижує ступінь впливу антибіотиків і антисептиків на клітини в десятки, сотні та навіть тисячі разів [20]. Часто застосування дезінфектантів буває спрямоване не на інактивацію клітин, а на викорінення біоплівки з твердої поверхні [16]. Зазвичай це потребує меншої концентрації хімічних реагентів, що є екологічно прийнятнішим і економічно вигіднішим. Тому для нового покоління дезінфектантів важливими є не стільки їхні антисептичні властивості, скільки здатність інгібувати синтез мікробних екзополімерів, що є основою біоплівки, та спричиняти її видалення [12]. Оpubліковано дані про наявність інгібувальної дії трьох суббактерицидних концентрацій ЕО кориці, чебрецю, евкаліпту і лаванди на фітопатогенні бактерії *Ralstonia solanacearum*. Антибактеріальна дія цих олій визначалася за її впливом на рухливість планктонних клітин і формування біоплівки. Показано, що суббактерицидні концентрації спричиняли зміни у морфології бактеріальних клітин, зменшували швидкість формування біоплівки, а також сприяли зниженню вірулентності фітопатогенних бактерій [13]. З літератури відомо, що ЕО можуть негативно впливати на формування біоплівки, порушуючи Quorum sensing між її членами [4]. Описано здатність ЕО кориці відшарувувати і вбивати біоплівку *Staphylococcus epidermidis* за концентрації 1–2% [18].

Метою роботи було вивчити дії ЕО лаванди та розмарину на планктонну і біоплівкову культуру *Xanthomonas vesicatoria* – збудника чорної бактеріальної плямистості перцю.

Матеріали та методи

Об'єктом дослідження була фітопатогенна бактерія *Xanthomonas vesicatoria* 33-1, виділена у відділі фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України із уражених частин листя перцю овочевого, відібраних у Житомирській обл. У роботі використовували ЕО фірми «Ароматіка», Україна (<http://aromatika.ua>). Згідно з інформацією виробника, ЕО лаванди була отримана зі суцвіть *Lavanda angustifolia* Mill за методом парової дистиляції. Вона містить понад 300 органічних сполук, серед яких домінують лінілліацетат (35–55%), ліналоол (30–35%) та терпінен-4-ол (до 5%). Розмаринова ЕО була отримана за методом парової дистиляції з однолітніх пагонів *Rosmarinus officinalis* L., її основними компонентами є α - і β -пінен, камфен, цимол, 1,8-цинеол, лимонен, камфора, борнеол, терпинеол, борнілацетат, β -каріофілен, ізоалантолактон.

Для усіх досліджень використовували робочий розчин ЕО: до 2 мл ЕО додавали 0,2 мл Твін-80 та 1,8 мл стерильної дистильованої води. Мінімальну інгібувальну концентрацію (МІК) ЕО визначали таким чином. У серію стерильних пробірок вносили по 0,5 мл рідкого поживного середовища (картопляний відвар з 0,02% 2,3,5-трифенілтетразолію хлориду (ТТХ)). З робочого розчину ЕО готували двократні серійні розведення. Інокулюмом слугувала суспензія добової культури *X. vesicatoria* 33-1 у фізіологічному розчині, щільністю 0,5 одиниць за стандартом МакФарланда. Отриману суспензію розводили в рідкому поживному середовищі 1:100. Посіви та контролю (K_1 - контроль на стерильність поживного середовища; K_2 - засіяне стерильне середовище без ЕО) культивували за 28°C упродовж 24–48 год. МІК визначали за найменшою концентрацією ЕО, яка пригнічувала ріст мі-

кроорганізму. Пригнічення життєдіяльності клітин визначали за відсутністю почервоніння відновленого ТТХ. Дослідні пробірки порівнювали з K_2 [5].

Для визначення виживання *X. vesicatoria* 33-1 за наявності ЕО у пробірки вносили асептично різні аліквоти робочого розчину ЕО і стерильний фізіологічний розчин до остаточного об'єму 9 мл та засівали 1 мл суспензії добової культури. Контролем слугував інокулюм і 9 мл фізіологічного розчину. Після експозиції вміст пробірок висівали на чашки Петрі з МПА методом секторних посівів (Наказ МОЗ СРСР № 535) у трьох повторностях. Вживання розраховували як $\lg(N_t/N_0)$, де N_t – число бактерій, що вижили, а N_0 – початкова кількість бактерій у пробірці [7].

Викорінювання дводобової біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 визначали колориметричним методом із барвником кристалічним фіолетовим (CV) у 96-лункових стерильних плоскодонних мікротитраційних планшетах на рідері BioTech (Латвія). Для нарощування біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 культивували на картопляному відварі за 28°C 48 год. Кожні 8–10 год вміст лунок видаляли мікропіпеткою і заповнювали свіжим середовищем. Після закінчення культивування планктонну суспензію клітин і поживне середовище видаляли і 4 рази промивали стерильною водою. Воду вносили у лунки, перемішували круговими рухами планшети по столу і замінювали, коли вода ставала каламутною [11, 15]. Для виявлення загальної біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 в лунки додавали по 125 мкл 0,3% розчину CV. Після 5 хв експозиції 4 рази промивали водою до повного видалення фарби, що не зв'язалася з біомасою. Планшет висушували на повітрі. Для екстракції барвника з біоплівки лунки заповнювали 200 мкл етанолу, витримували 10–15 хв за кімнатної температури, а потім перемішували вміст планшет 10 с круговими рухами по столу. Для контролю забарвлювали порожні лунки за такою ж схемою. Оптичну густину CV в етанолі вимірювали безпосередньо у лунках на рідері BioTech за $\lambda=570$ нм [11, 15]. Процентне зменшення (редукцію) біоплівки розраховували за формулою [16]:

$$\text{Редукція} = \left[\frac{(C - B) - (T - B)}{C - B} \right] \times 100\%$$

B – середня абсорбція на лунку для контрольного дослід (без біоплівки та дезінфектанта);

C – середня абсорбція на лунку для контрольного дослід (біоплівка без обробки дезінфектантом);

T – середня абсорбція на лунку для оброблених дезінфектантом лунок.

Математичну обробку результатів досліджень проводили з використанням методів математичної статистики на персональному комп'ютері за допомогою програми Excel 10.0 з пакету прикладних програм Microsoft Office для Microsoft Windows.

Результати і їхнє обговорення

Встановлено, що МІК для ЕО лаванди щодо планктонних клітин *X. vesicatoria* 33-1 становила <0,195%, причому ефект був бактерицидний.

Результати визначення антибактеріальної дії ЕО лаванди наведено на рис. 1. За контакту клітин *X. vesicatoria* 33-1 з 1% ЕО лаванди у фізіологічному розчині та часу експозиції 15 хв показник виживання $\lg(N_t/N_0)$ зменшувався майже на 4 lg, що свідчить про значний бактерицидний ефект. Збільшення часу експозиції до 2 год на виживання клітин впливу не мало. За концентрації ЕО лаванди 0,5% кількість клітин у дослідній суспензії за 30 хв зменшувалася тільки на 1,3 lg, що є недостатньою.

Згідно з даними літератури [19], антимікробна активність ЕО лаванди та розмарину щодо планктонних культур *Xanthomonas vesicatoria* приблизно однакова, тому наші подальші дослідження ми проводили з біоплівкою.

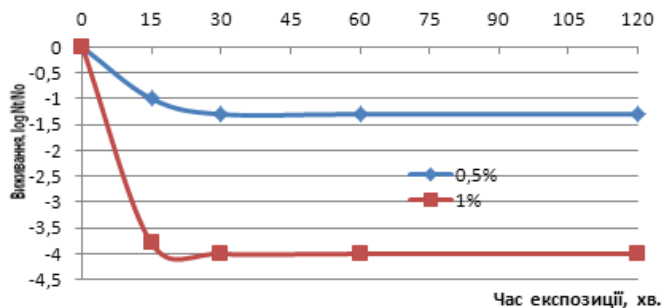


Рис. 1. Антибактеріальна дія ефірної олії лаванди у концентрації 0,5 та 1% на планктонну культуру *Xanthomonas vesicatoria* 33-1.

Оскільки чутливість до антимікробних препаратів у біоплівкових культур суттєво відрізняється від планктонних, для визначення перспективності застосування ЕО для боротьби з фітопатогеном *X. vesicatoria* 33-1 була вивчена здатність ЕО до викорінення сформованої біоплівки. Для цього дводобову біоплівку обробляли ЕО лаванди та розмарину в концентрації 3, 6, 12, 25% упродовж 30 і 60 хв. Товщину біоплівки на поверхні полістиролових лунок визначали за кількістю барвника, яку вона поглинала. Отримані дані наведено в таблиці.

Вплив ефірних олій на товщину біоплівки *Xanthomonas vesicatoria* 33-1

Ефірна олія	Концентрація, %	Час експозиції, хв		Оптична густина, у.о.	
		30	60	30	60
Нативна біоплівка	0			3,393±1,41	3,393±1,41
	3			1,05±0,29	1,42±0,13
	6			1,26±0,53	1,77±0,49
	12			1,74±0,39	0,97±0,46
	25			1,38±0,56	0,91±0,34
Після обробки олією розмарину	3			1,43±0,42	1,11±0,45
	6			1,25±0,50	1,03±0,07
	12			0,97±0,49	1,05±0,44
	25			1,39±0,44	1,26±0,15

Як видно з таблиці, обробка біоплівки ЕО суттєво зменшувала її товщину. Якщо оптична густина барвника кристалічного фіолетового, адсорбованого нативною біоплівкою, становила 3,393 умовної одиниці, то після обробки розчинами ЕО вона зменшувалася до 1,77–0,91. Це свідчить про суттєве зменшення товщини біоплівки під впливом ЕО в результаті її злущення.

Для зручності порівняння ефективності різних режимів обробки біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 було розраховано коефіцієнт редукції, а ступінь викорінення виражено у %. На рис. 2 і 3 наведено діаграми з показниками редукції за різних умов.

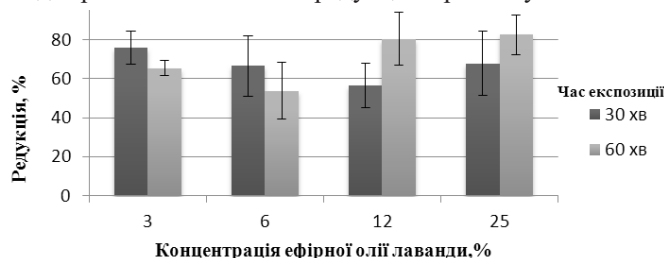


Рис. 2. Редукція біоплівки *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 залежно від концентрації ефірної олії лаванди та часу експозиції.

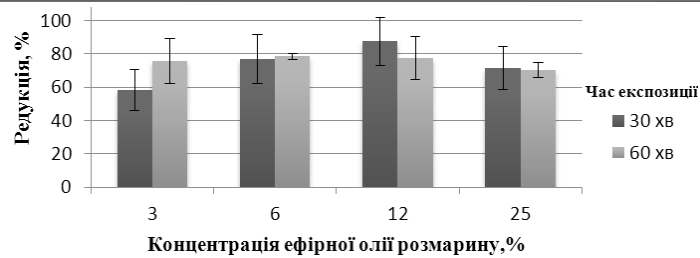


Рис. 3. Редукція біоплівки *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 залежно від концентрації ефірної олії розмарину та часу експозиції.

За обробки біоплівки 3% розчином ЕО лаванди редукція становила за 30 хв 76,0%, за 60 хв – 65,4%; за обробки 6% розчином – 66,4 та 53,8%; за обробки 12% розчином – 56,5 та 80,4%; за обробки 25% розчином – 67,7 та 82,4% відповідно (рис. 2). За контакту біоплівки з 3% розчином ЕО розмарину її редукція становила за 30 хв 58,1%, за 60 хв – 75,7%; за обробки 6% розчином – 76,7 та 78,4%; за обробки 12% розчином – 87,4 та 77,7%; за обробки 25% розчином – 71,4 та 70,8% відповідно (рис. 3).

Таким чином, було показано, що за 30–60 хв обробки 3–25% розчинами ЕО лаванди та розмарину дводобова біоплівка *X. vesicatoria* 33-1 видаляється з твердої поверхні на 53,8–87,4%. Оптимальні результати викорінення біоплівки *X. vesicatoria* 33-1 (приблизно 76–87%) були досягнуті за її обробки 3% ЕО лаванди та 12% ЕО розмарину впродовж 30 хв. Чіткої закономірності між концентрацією ЕО, часом експозиції та рівнем редукції не спостерігалось, що свідчить про складний і наразі невивчений механізм взаємодії ЕО з біоплівкою. Не було чіткої закономірності й у наших попередніх роботах за дії на біоплівку *Pseudomonas aeruginosa* четвертинної амонійної сполуки бензалконіум хлориду [8].

Отримані результати свідчать про перспективність подальших досліджень ЕО як основи для створення екологічно чистих засобів боротьби з фітопатогенними бактеріями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончаренко М. В., Литвинчук О. О. Найпоширеніші хвороби перцю солодкого (*Saracisum annuum*) та методи боротьби з ними // Біологічні дослідження. 2014. Житомир, 2014. С. 31–34.
2. Вознесенский Н. А. Биопленки – терапевтическая мишень при хронических инфекциях // Пульмонология и аллергология. 2008. № 3. С. 56–64.
3. Гвоздяк Р. І., Пасічник Л. А., Яковлева Л. М. та ін. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / за ред. В.П. Патики. К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. 444 с.
4. Гостев В. В., Сидоренко С. В. Бактериальные биопленки и инфекции // Журнал инфектологии. 2010. Т. 2. № 3. С. 4–15.
5. Домбровська І. В. Вивчення чутливості та резистентності бактерій до антибіотиків та біоцидів: навч. посіб. 2013. 94 с.
6. Дудченко Л. Г., Коновалова О. Ю. Ефірноолійні та жиролійні рослини: навч. посіб. для студ. вищих мед. та фармацевт. навч. закладів III-IV рівнів акредитації. К.: ЧП «Блудчий М.І.», 2010. 496 с.
7. Радченко О. С., Степура Л. Г. Бактерицидна та спороцидна дія КПАР та дезінфектантів, створених на їх основі // Вісн. Київ. ун-ту. Біологія. 2006. Вип. 48. С. 80–82.
8. Радченко О. С., Степура Л. Г., Собко В. І. Перспективність застосування бензалконіум хлориду для видалення біоплівки та інактивації планктонних клітин *Pseudomo-*

- nas aeruginosa* // Вісн. Київ. ун-ту. Проблеми регуляції фізіологічних функцій. 2006. Вип. 11. С. 39–40.
9. Bento M. H., Ouwehand A. C., Tiihonen K. et al. Essential oils and their use in animal feeds for monogastric animals – Effects on feed quality, gut microbiota, growth performance and food safety: a review // *Veterinari Medicina*. 2013. Vol. 58. N 9. P. 449–458.
 10. Chia-Min Lin, Shane-Rong Sheu, Shu-Chen Hsu et al. Determination of bacterial efficacy of essential oil extracted from orange peel on the food contact surfaces // *Food Control*. 2010. Vol. 21. P. 1710–1715.
 11. Christensen G. D., Simpson W. A., Younger J. J. et al. Adherence of coagulase-negative Staphylococci to plastic tissue culture plates^ a quantative model for the adherence of Staphylococci to medical devices // *J. Clinical Microbiol.* 1985. Vol. 22. N 6. P. 996–1006.
 12. Godfrey D. Biocides in water treatment – the available options // *Water and Waste treat.* 1992. Vol. 35. N 11. P. 56–57.
 13. Hasseinzadeh S., Shams-Bakhsh M., Hasseinzadeh E. Effects of sub-bactericidal concentration of plant essential oils on pathogenicity factors of *Ralstonia solanacearum* // *Arch. Phytopathol. Plant Protect.* 2013. Vol. 46. N 6. P. 643–655.
 14. Mayaud L., Carricajo A., Zhiri A. et al. Comparison of bacteriostatic and bactericidal activity of 13 essential oils against strains with varying sensitivity to antibiotics // *Lett. Appl. Microbiol.* 2008. Vol. 47. P. 167–173.
 15. Merritt J. H., Kadouri D. E., O'Toole A. G. Growing and analyzing static biofilms // *Current protocols in microbiology* 1B.1. - 1B.1.18, August 2011 – Wiley online library (wileyonlinelibrary.com)
 16. Pitts B., Hamilton M. A., Zilver N., Steward P. S. A microtiter-plate screening method for biofilm disinfection and removal // *J. Microbiol. Methods*. 2003. Vol. 54. P. 269–276.
 17. Ravi Kant U., Pratibha D., Shoeb A. Screening of antibacterial activity of six plant essential oils against pathogenic bacterial strains // *Asian J. Med. Sci.* 2010. Vol. 2. N 3. P. 152–158.
 18. Titik N., Henny C. van der Mei, Busscher H. J. et al. Effect of cinnamon oil on *icaA* expression and biofilm formation by *Staphylococcus epidermidis* // *Appl. Environ. Microbiol.* 2009. Vol. 75. N 21. P. 6850–6855.
 19. Vancheva T., Encheva-Malinova M., Tatyozova M. et al. Antimicrobial activity of essential oils against pepper bacterial spot agents // *Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski" Faculte de Biologie*. 2015. Vol. 100. Livre 4. P. 200–207. First National Conference of Biotechnology, Sofia 2014.
 20. Vorobey E. S., Voronkova O. S., Vinnikov A. I. Bacterial biofilms. Bacteria quorum sensing in biofilms // *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology*. 2012. Vol. 20. N 1. P. 13–22.

Стаття: надійшла до редакції 05.06.15

доопрацьована 26.10.15

прийнята до друку 20.11.15

**THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF THE ESSENTIAL OILS LAVENDER AND
ROSEMARY ON THE BACTERIAL PATHOGEN OF BLACK SPOT PEPPER
*XANTHOMONAS VESICATORIA***

M. Honcharenko¹, O. Radchenko¹, O. Lytvynchuk²

¹*Taras Shevchenko National University of Kyiv «Institute of Biology»
2, Akademik Hlushkov Ave., Kyiv 03002, Ukraine*

²*Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine
154, Zabolotnyi St., Kyiv 03680, Ukraine
e-mail: marishka_goncharenko@mail.ru*

The aim of this research is to determine the antibacterial effect the essential oils lavender and rosemary have on *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 bacterial pathogen of black spot sweet pepper. During the study EO were used in their pure state with the addition of Twin 80 against plankton and biofilm cultures. It was determined that the MIC for the lavender EO on plankton cells *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 was <0,195%, and the effect was germicidal. At the time of contact between *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 with a 1% solution of lavender EO with an exposition time of 15 min., the indicator of survival decreased by 4 lg, and a 0,5% solution of lavender EO in 30 minutes – only by 1,3 lg. The best result (about 76–87%) of biofilm *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 eradication from polystyrene plates occurred when they were treated by a 3% solution of lavender EO and a 12% solution of rosemary in the space of 30 minutes. The achieved results lie in favour of further research of EO as ecologically pure means of fighting phytopathologic bacteria.

Keywords: Xanthomonas vesicatoria, essential oils, eradicating biofilm, antibacterial effect.

**АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ЛАВАНДЫ
И РОЗМАРИНА НА ВОЗБУДИТЕЛЯ ЧЕРНОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ
ПЯТНИСТОСТИ ПЕРЦА *XANTHOMONAS VESICATORIA***

М. Гончаренко¹, О. Радченко¹, О. Литвинчук²

¹*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
«ОНЦ Институт биологии»
просп. Академика Глушкова, 2, Киев 03022, Украина*

²*Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного
ул. Академика Заболотного, 154, Киев 03680, Украина
e-mail: marishka_goncharenko@mail.ru*

Исследование направлено на выяснение антибактериального действия эфирных масел (ЭМ) лаванды и розмарина на *Xanthomonas vesicatoria* 33-1-возбудителя черной бактериальной пятнистости перца овощного. ЭМ в опытах применяли в нативной форме с добавлением Твин 80 против планктонной и биопленковой культур. Установлено, что МИК для ЭМ лаванды по отношению к планктонным клеткам *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 составлял <0,195%, причем эффект был бактерицидным. При контакте клеток *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 с 1% ЭМ лаванды в физиологическом растворе и времени экспозиции 15 мин. показатель выживания lg (Nt / No) уменьшался почти на 4 lg, а с 0,5% за 30 мин – всего на 1,3 lg. Показано, что лучше (на 76–87%) искоренение биопленки *Xanthomonas vesicatoria* 33-1 с полистироловых лунок происходило при их обработке 3% ЭМ лаванды и 12% ЭМ розмарина в течение 30 мин. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований ЭМ в качестве основы для создания экологически чистых средств борьбы с фитопатогенными бактериями.

Ключевые слова: Xanthomonas vesicatoria, эфирные масла, искоренение биопленки, антибактериальное действие.