ETARSKA ULJA I BILJNI EKSTRAKTI U SUZBIJANJU FITOPATOGENIH BAKTERIJA I GLJIVA

Nikola Laćarac

Univerzitet u Novom Sadu - Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

E-mail: nlacarac@gmail.com

Izvod

Pojedine biljke sadrže različite supstance koje ispoljavaju pesticidna svojstva. S obzirom da se ove supstance izdvajaju iz biljaka, najčešće različitim postupcima ekstrakcije, nazivaju se botaničkim pesticidima. Botanički pesticidi mogu da se koriste kao fungicidi, baktericidi, viricidi, herbicidi, insekticidi, nematocidi i rodenticidi. Kao botanički pesticidi najčešće se koriste etarska ulja i biljni ekstrakti. U proteklih nekoliko godina svedoci smo tendencije smanjenja primene konvencionalnih sredstava za zaštitu bilja i upravo iz tog razloga se sve veća pažnja pridaje ispitivanju i primeni etarskih ulja i biljnih ekstrakata u ovu svrhu. Ova jedinjenja imaju niz prednosti u odnosu na konvencionalne pesticide, naročito kada je reč o sprečavanju pojave oboljenja čiji su prouzrokovatori fitopatogene bakterije i gljive kao najčešći i najznačajniji prouzrokovatori oboljenja biljaka. Biljne ekstrakte i etarska ulja moguće je primenjivati u vreme kada je primena konvencionalnih pesticida nemoguća zbog poštovanja karence, a takođe predstavljaju značajno oružje u integralnoj, a pre svega u organskoj proizvodnji.

Ključne reči: biljni ekstrakti, etarska ulja, fitopatogene gljive i bakterije

UVOD

Intezivna poljoprivredna proizvodnja nije moguća bez primene pesticida, te je poslednjih decenija upotreba sintetičkih pesticida neizostavni deo poljoprivredne prakse. Iako su razvoj i upotreba pesticida doneli niz prednosti u poljoprivrednoj proizvodnji, sve češće se govori o negativnom uticaju ovih jedinjenja na životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i o razvoju rezistentnosti štetnih organizama na njih, što se može povezati sa njihovom dugogodišnjom primenom koja je često nekontrolisana. Upravo zbog dokazanog negativnog uticaja pojedinih pesticida na životnu sredinu i zdravlje ljudi, sve više pesticida se povlači iz upotrebe što predstavlja izazov za zaštitu bilja. Kako se broj dostupnih pesticida smanjuje, a opasnost od

pojave biljnih bolesti ostaje ista ili se čak povećava usled klimatskih promena, potrebno je razvijati nove načine za kontrolu prouzrokovaca biljnih bolesti i štetočina. Upravo iz ovog razloga sve veća pažnja usmerena je ka formulisanju pesticida koji će biti efikasni, ali u isto vreme i ekološki prihvatljivi, stoga se sve češće govori o biopesticidima. Pod pojmom biopesticida smatra se korišćenje mikroorganizama ili produkata njihovog metabolizma kao i upotreba etarskih ulja i biljnih ekstrakata u zaštiti bilja. Etarska ulja i biljni ekstrakti, s obzirom da vode poreklo od biljaka, nazivaju se botaničkim pesticidima. Mnoge biljke sadrže supstance koje ispoljavaju pesticidna svojstva. Pošto se sve više govori o dobroj poljoprivrednoj praksi, koja u prvi plan stavlja zdravlje ljudi i očuvanje životne sredine, botanički pesticidi predstavljaju jednu od alternativnih mera buduće zaštite bilja. Oni su ekološki prihvatljivi, ne zadržavaju se dugo u životnoj sredini i ne deluju štetno na korisne organizme (Miletić et al., 2013).

Etarska ulja. Etarska ulja predstavljaju kompleksne, prirodne smeše isparljivih jedinjenja specifičnog mirisa, koja nastaju u aromatičnim biljkama tokom sekundarnog metabolizma (Regnault-Roger et al., 2012). Sintetišu se u različitim biljnim organima: cvetovima (pomorandža, lavanda), pupoljcima (karanfilić), plodovima (anis, morač), semenima (koriander), listovima (žalfija, majčina dušica, nana, eukaliptus), kori (cimet) i rizomima (đumbir) (Bakkali et al., 2008, Dhifi et al., 2016). Etarska ulja se stvaraju i akumuliraju u specijalizovanim organima koji se nazivaju sekretorne žlezde i dele se u dve grupe, na unutrašnje i spoljašnje. U grupu unutrašnjih sekretornih žlezda spadaju sekretorni kanali, intercelularni prostori i ćelije sa intercelularnom sekrecijom, dok su u grupu spoljašnjih sekretornih žlezda koje su smeštene na površini biljaka svrstane epidermalne papile i žlezdani trihomi (El Asbahani et al., 2015). Dobijanje etarskih ulja iz sirovog biljnog materijala se odvija pomoću nekoliko ekstrakcionih metoda koje se dele na konvencionalne i inovativne. Konvencionalne metode podrazumevaju upotrebu vodene destilacije zagrevanjem biljnog materijala da bi se izdvojila etarska ulja, ovde takođe spadaju i ekstrakcija vodenom parom, hidrodestilacija pomoću pritiska, hidrodifuzija, hladno ceđenje i ekstrakcija organskim rastvaračima. Dok inovativne metode podrazumevaju ekstrakciju super kritičnim fluidima, mikrotalasnu i ultrazvučnu ekstrakciju. Etarska ulja kao prirodne smeše uključuju 20 do 60 komponenata od kojih su 2-3 u višim koncentracijama dok se ostale nalaze samo u tragovima (Bakkali et al., 2008). Komponente etarskih ulja se dele u dve grupe, na terpene i fenilpropanoide (Bernards, 2010). Terpeni su prirodni ugljovodonici čija je osnovna jedinica građe izopren (2-metil-1,3-butadien) (El Asbahani et al., 2015). Terpeni su podeljeni prema broju terpenskih jedinica koje ulaze u njihov sastav na: hemiterpene (1 izoprenska jedinica), monoterpene (2 izoprenske jedinice), seskviterpene (3 izoprenske jedinice), diterpene (4 izoprenske jedinice) itd. U etarskim uljima su najzastupljeniji monoterpeni i seskviterpeni (Zuzarte i Salgueiro, 2015). Udeo monoterpena u etarskim uljima je oko 90%, oni se prema hemijskim grupama dele na: karbure,

alkohole, aldehide, ketone, estre, etre i fenole, dok se seskviterpeni dele na: karbure, ketone i epoksidge (Bakkali et al., 2008). Fenilpropanoidi su aromatična jedinjenja koja vode poreklo od aminokiseline fenilalanina. Etraska ulja u biljkama imaju važnu ulogu u odbrambenom mehanizmu, odnosno u odbrani biljaka od biljojeda i štetnih mikroorganizama, ali isto tako imaju važnu ulogu u privlačenju polinatora. S obzirom da se pojedina etarska ulja odlikuju antibakterijskim i antifungalnim svojstvima sve više pažnje posvećuje se njihovom ispitivanju u cilju upotrebe u zaštiti bilja. Isto tako neka etarska ulja su se dobro pokazala u suzbijanju pojedinih korovskih biljaka ali i u kontroli brojnosti insekata kako u polju tako i u skladištima.

Biljni ekstrakti. Biljni ekstrakti kao i etarska ulja pripadaju grupi botaničkih pesticida, oni su poznati od davnina i našli su svoju primenu najpre u medicini i prehrambenoj industriji, a sve više dobijaju značaj i u poljoprivredi. Odlikuju se jeftinim i jednostavnim načinom proizvodnje te i sa tog aspekta predstavljaju dobru alternativu konvencionalnim pesticidima. Glavna prednost ovih supstanci u odnosu na sintetičke pesticide ogleda se u tome što se nakon primene brzo razlažu te je opasnost od pojave rezidua u hrani smanjena. Biljni ekstrakti se dobijaju iz korena, kore, semena, izdanaka, listova i plodova biljaka koje se koriste u tradicionalnoj medicini, ili drugih biljaka koje su odabrane zbog odbrambenih mehanizama koje poseduju. Proces dobijanja se najčešće sastoji u maceraciji biljnog materijala u rastvaraču, nakon čega se vrši purifikacija primenom hromatografskih metoda kako bi se došlo do pojedinačnih komponenti, što konačno vodi ekstrakciji metabolita u čistom obliku. Primenjena metoda, kao i rastvarač, utiču na količinu i broj materija ili sekundarnih metabolita sa antimikrobnom aktivnošću (Daniel et al., 2015).

Etarska ulja i biljni ekstrakti kao botanički pesticidi. Postoji veliki broj biljaka koje sadrže etarska ulja koja se mogu koristiti kao botanički pesticidi, u nastavku su dati neki primeri.

Ruzmarin (*Rosmarinus officinalis*) je veoma zastupljena aromatična biljka iz familije *Lamiaceae*, njena lekovita svojstva su poznata od davnina te se često koristi u narodnoj medicini. Ulje ruzmarina se može koristiti kao fungicid širokog spektra delovanja, ali i kao insekticid u voćarskoj i povrtarskoj proizvodnji. Etrasko ulje ruzmarina se pokazalo efikasnim u sprečavanju razvoja antraknoze na jagodi (*Colletotrichum nymphaeae*) (Hosseini et al., 2020). Takođe, ulje ruzmarina je dalo dobre rezultati pri tretmanu useva paradajza u cilju suzbijanja prouzrokovaca sive truleži paradajza (*Botrytis cinerea*) (Soylu et al., 2010).

Karanfilić (*Syzygium aromaticum*) je aromatična biljka čije etarsko ulje ispoljava fungicidna svojstva ali isto tako se može koristiti i kao herbicid i inhibitor klijanja krompira. Etraska ulja se izdvajaju iz cvetnih pupoljaka ove biljke. U literaturi se može pronaći da je etarsko ulje karanfilića veoma efikasno u sprečavanju pojave fuzarioznog uvenuća paradajza (*Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*), u istu svrhu dobro se pokazalo i etarsko ulje limunske trave (*Cymbopogon schoenanthus*), nane (*Mentha piperita*) kao i eukaliptusa (*Eucalyptus globulus*) (Sharma et

al., 2017). U nekim naučnim radovima se pored delovanja etarskog ulja karanfilića na *Fusarium* spp. mogu pronaći i podaci o fungicidnom delovanju na *Alternaria* spp., *Botrytis* sp., i *Septoria* spp. (Soatthiamroong et al., 2003).

Etarska ulja cimeta (*Cinmomum tamala*) i pitome nane (*Mentha piperita*) su se pokazala efikasnim kao fungicidi u zuzbijanju *Fusarium moniliforme* (Baruah et al., 1996).

Etarska ulja marokanskog origana (*Origanum compactum*) i zimskog timijana (*Thymus glandiosus*) ispoljavaju antifungalnu aktivnost protiv *Botrytis cinerea* (Bouchra et al., 2003).

Takođe i etarsko ulje žalfije (*Salvia officinalis*) ispoljava antifungalnu aktivnost prema *Botrytis cinerea* (Carta et al., 1996).

Etarsko ulje majčine dušice (*Thymus serpyllum*) ispoljava fungicidno delovanje prema *Altenaria citri* (Soto-Mendivil et al., 2006).

Ispitivanjem fungicidnog delovanja 26 etarskih ulja na *Botrytis cinera*, utvrđeno je da etarska ulja 10 biljaka ispoljavaju 100% inhibiciju pomenute gljive. Te biljke su *Chenopodium ambrosioides*, *Eucaliptus citriodora*, *Eupatorium cannabinum*, *Lawsonia inermis*, *Ocimum canum*, *Ocimum gratissimum*, *Ocimum sanctum*, *Prunus persica*, *Zingiber cassumunar*, *Zingiber officinale* (Tripathi et al., 2008). Takođe je utvrđeno da gasovita faza nekih etarskih ulja deluje na porast *Botrytis cinerea* ispitivano *in vitro*, a to su: beli bor, anis, kleka, bosiljak, cimet, pomorandža, pitoma nana, ruzmarin, čajno drvo i drugi.

Etarska ulja cimeta (*Cinnamomum zeylanicum*), origana (*Origanum minutiflorum*), rtanjskog čaja (*Satureja montana*) i majčine dušice (*Thymus serpyllum*) obezbedila su potpunu kontrolu patogena kukuruza iz rodova *Penicillium*, *Fusarium* i *Phytium* u *in vitro* uslovima (Christian i Goggi, 2008).

Etarska ulja nane (*Mentha piperita*), bosiljka (*Ocimum basilicum*), ruzmarina (*Rusmarinus officinalis*), timijana (*Thymus vulgaris*) i čajnog drveta (*Melaleuca alternifolia*) u potpunosti ili delimično inhibiraju porast *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *F. oxysporum* f. sp. *pisi*, *Verticillium* sp., *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis* (Tanović et al., 2004).

Ćelije belog luka (*Alium sativum*) nakon oštećenja oslobađaju isparljivu supstancu alicin koja predstavlja mešavinu aliina (podloga) i aliin-liaze (biljni enzim). Alicin se pokazao efikasnim u *in vitro* ogledima pošto je inhibirao rast hifa i klijanje spora *Drechslera tritici-repetis*, *Bipolaris sorokiniana* i *Septoria tritici*, ovo predstavlja značajan korak za organsku proizvodnju pšenice (Perello, 2013).

U rizomu biljke žutika (*Berberis aristata*) nalazi se alkaloid berberin koji ima fungicidno, ali i herbicidno dejstvo. Potvrđeno je njegovo efikasno delovanje protiv *Erysiphe graminis*, *Leptosphaeria nodorum*, *Phytophthora infestans* i *Puccinia recondita* u *in vivo* ogledima, dok je u *in vitro* ogledima dokazano inhibitorno delovanje na *Leptosphaeria nodorum*, *Septoria tritici*, *Rizoctonia solani*, *Phytophthora infestans* i *Ustilago maydis* (Vuković et al., 2013).

U etarskim uljima origana (*Origanum vulgare*), majorana (*Origanum majorana*) i timijana (*Thymus vulgaris*) dominira monoterpenski fenol karvakol koji se povezuje sa njihovom biološkom aktivnošću. Etarsko ulje timijana se pokazalo efikasnim protiv patogena uskladištenog paradjza i *Alternaria citri* (Aras i Usai, 2001).

Iz suvih plodova biljaka *Cnidii monnieri* i *Angelica pubescens* izdvojen je ostol (kumarinska komponenta), koji ispoljava fungicidno delovanje prema *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* sp., *Phytophthora capsici* i *Sphaerotheca fuliginea* (Miletić et al., 2013).

Neke biljke iz familije *Papaveraceae* u različitim biljnim delovima sadrže alkaloidne među kojima je i sangvinarin koji ima fungicidna dejstva, neke od tih biljaka su: *Chelidonium majus* (u korenu), *Sanguinaria canadensis* (u rizomu) i *Macleaya cordata* (u nadzemnim delovima). Utvrđeno je da ekstrakti ovih biljaka u etanolu imaju određena fungicidna dejstva i to prema *Botrytis cinerea*, *Sclerotium tuliparum* i na gljive iz roda *Coniothyrium* sp. (Parvu et al., 2002).

Biljka *Artemisia maritima* u cvetnim glavicama sadrži alkaloid santonin koji ima fungicidno delovanje. U istraživanjima je utvrđeno da ovaj alkaloid u kombinaciji sa ranije pomenutim alkaloidom berberinom ima zadovoljavajući efekat inhibicije gljiva iz roda *Helminthosporium* spp., dok je pri pojedinačnom delovanju smanjen efekat (Singh et al., 2001). Alkaloid santonin takođe deluje inhibitorno na klijanje spora *Alternaria brassicae*, *Colletotrichum capsici* kao i na gljive iz roda *Heterosporium* sp. (Singh et al., 2001).

Botanički baktericidi na bazi etarskog ulja mente predstavljaju jednu od alternativa u borbi sa fitopatogenim bakterijama s obzirom da primena antibiotika u tu svrhu nije dozvoljena. Gubitak prinosa zabeležen zbog bakterijskih bolesti pre berbe i tokom skladištenja se kreće od 30-40%, a kao najznačajniji uzročnici se navode bakterije iz rodova *Xanthomonas*, *Pseudomonas* i *Erwinia* (Agrios, 2005). Etarsko ulje mente (*Mentha piperita*) je pokazalo izražena antibakterijska svojstva prema *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Iskan et al., 2002). Antibakterijska aktivnost etarskog ulja mente povezuje se sa prisustvom fenolnih jedinjenja mentola i karvakola (Sivropoulou et al., 1995; Dorman and Deans, 2000). Takođe je ispitan uticaj etarskih ulja 30 biljaka na 3 vrste bakterija *Erwinia amylovora*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* i *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Testiranje je rađeno *in vitro* pomoću agar difuznog testa. Ulja cimeta (list i kora), origana, karanfilića i palmaroze pokazala su antibakterijsku aktivnost na pomenute patogene (Popović et al., 2018).

Kada su u pitanju biljni ekstrakti, antifungalna aktivnost dokazana je na velikom broju različitih fitopatogenih gljiva. Aktivnost vodenih ekstrakata biljaka *Acacia nilotica*, *Achras zapota*, *Datura stramonium*, *Emblica officinalis*, *Lawsonia inermis*, *Mimusops elengi*, *Peltophorum pterocarpum*, *Prosopis juliflora*, *Punica granatum* i *Syzgium cumini* ispitana je na pripadnike roda *Aspergillus* i utvrđen

je značajan potencijal *A. nilotica*, *M. elengi* i *P. juliflora* za inhibiciju razvoja *A. niger* (Satish et al., 2007). Takođe, ekstrakti kore i soka nara (*Punica granatum*), kako vođeni, tako i alkoholni, pokazali su aktivnost u suzbijanju gljiva iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium* i *Rhizopus* (Dahham et al., 2010). Za alkoholne ekstrakte belog luka i karanfilića takođe se beleži antifungalna aktivnost na *Mycosphaerella eumusae* i *Rhizopus stolonifer*; za ekstrakt cimeta na *A. niger*, *Botrytis cinerea* i *Fusarium moniliforme* (Lee et al., 2007).

Botanički fungicidi i baktericidi dostupni na našem tržištu. U našoj zemlji postoji samo jedan registrovan botanički fungicid i to na bazi etarskog ulja čajnog drveta (*Melaleuca alternifolia*). Registrovan je za suzbijanje prouzrokovaca sive truleži (*Botrytis cinerea*) na usevu šećerne repe i krastavca, zasadima jagode, maline i vinove loze, zatim prouzrokovaca pepelnice na usevu krastavca i zasadima platana kao i za suzbijanje bakterioze na usevu paradajza i paprike. Količina primene je 1-2 L/ha zavisno od biljne vrste (Petrović i Sekulić, 2020). Efikasno deluje i na prouzrokovace monilije, plamenjača i antraknoze. Dobre rezultate daje i u kontroli bakterijskih oboljenja čiji su prouzrokovaci vrste iz rodova *Pseudomonas* i *Xanthomonas*. Primenuje se u sledećim poljoprivrednim kulturama: vinova loza (za suzbijanje prouzrokovaca plamenjače, pepelnice i sive truleži), krastavac (za suzbijanje prouzrokovaca sive truleži i pepelnice), malina (za suzbijanje prouzrokovaca sive truleži), paprika (za kontrolu pojave bakterioza), paradajz (za suzbijanje prouzrokovaca pepelnice, sive truleži i bakterioza), jagoda (za suzbijanje prouzrokovaca sive truleži) i lisnato povrće (za suzbijanje prouzrokovaca sive truleži).

ZAKLJUČAK

Novi trendovi u zaštiti bilja idu u smeru postepenog izbacivanja iz primene pojedinih sintetičkih pesticida za koje se dokaže da imaju negativan uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Shodno tome neophodno je uvesti u primenu nove supstance koje će na efikasan i bezbedan način u potpunosti ili bar delimično zameniti neke do sada korišćene pesticide. Prednosti botaničkih pesticida u odnosu na komercijalne su sledeće: deluju na organizme koji su razvili rezistentnost na hemijske pesticide, specifičnije delovanje na ciljani organizam, kraća karenca i radna karenca ili je uopšte nema, mogućnost primene u organskoj proizvodnji, itd. Podaci koji su navedeni u ovom radu ukazuju da botanički fungicidi (etarska ulja i biljni ekstrakti), pored ostalih biopesticida, predstavljaju jednu od alternativa sintetičkim fungicidima u budućnosti u zaštiti bilja. Rezultati mnogobrojnih istraživanja iz ove oblasti u svetu i kod nas ukazuju da za mnoge značajne fitopatogene bakterije i gljive postoje odgovarajuće supstance izolovane iz biljaka koje ih uspešno suzbijaju.

LITERATURA

- Agrios, G. N. (2005): Plant Pathology, 5th Edn. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Aras, G., & Usai, M. (2001): Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogen: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in sub-atmospheric pressure conditions. Food Protection, 64, 1009-1025.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008): Biological effects of essential oils—a review. Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475.
- Baruah, P., Sharma, R. K., Singh, R. S., & Ghosh, A. C. (1996): Fungicidal activity of some naturally occurring essential oils against *Fusarium moniliforme*. Journal of Essential Oil Research, 8(4), 411-412.
- Bernards, M. A. (2010): Plant natural products: a primer. Canadian Journal of Zoology, 88(7), 601-614.
- Bouchra, C., Achouri, M., Hassani, L. I., & Hmamouchi, M. (2003): Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr. Journal of ethnopharmacology, 89(1), 165-169.
- Carta, C., Moretti, M. D., & Peana, A. T. (1996): Activity of the oil of *Salvia officinalis* L. against *Botrytis cinerea*. Journal of Essential Oil Research, 8(4), 399-404.
- Christian, E. J., & Goggi, A. S. (2008): Aromatic plant oils as fungicide for organic corn production. Crop science, 48(5), 1941-1951.
- Dahham SS, Ali MN, Tabassum H, Khan M. (2010): Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). Am-Euras J Agric & Environ Sci, 9 (3): 273-281.
- Daniel CK, Lennox CL, Vries FA. (2015): *In-vitro* effects of garlic extracts on pathogenic fungi *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Neofabraea alba*. S Afr J Sci, 111(7/8): 1-8.
- Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016): Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. Medicines, 3(4), 25.
- Dorman, H. J. D., and Deans, S. G. (2000): Antibacterial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. J. Appl. Microbiol., 88, 308–316. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.
- El Asbahani, A., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. A., Casabianca, H., & Elaissari, A. (2015): Essential oils: from extraction to encapsulation. International journal of pharmaceutics, 483(1-2), 220-243.
- Grahovac, M., Indić, D., Lazić, S., Vuković, S., (2009): Biofungicidi i mogućnosti njihove primene u savremenoj poljoprivredi. Pestic. fitomed.(Beograd), 24(4), 245-258.
- Hosseini, S., Amini, J., Saba, M. K., Karimi, K., & Pertot, I. (2020): Preharvest and Postharvest Application of Garlic and Rosemary Essential Oils for Controlling Anthracnose and Quality Assessment of Strawberry Fruit During Cold Storage. Frontiers in Microbiology, 11, 1855.

- İşcan, G., Kiürüümer, N., Kürkcüoğlu, M., Başer, H. C., & DEMİrci, F. (2002): Antimicrobial screening of *Mentha piperita* essential oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(14), 3943-3946.
- Lee SH, Chang KS, Su MS, Huang YS, Jang HD. (2007): Effects of some Chinese medicinal plant extracts on five different fungi. *Food Control*, 18: 1547-1554.
- Mendivil, E. A. S., Rodríguez, J. F. M., Espinosa, M. E., Fajardo, J. A. G., & Vázquez, E. N. O. (2006): Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. *e-Gnosis*, (4), 3-7.
- Miletić, V., Indić, D., Vuković, S., Lazić, S., Gvozdenac, S., Šunjka, D. (2013): Etarska ulja i biljni ekstrakti od značaja u fitomedicini. *Biljni lekar*, 41, 3/2013.
- Perelló, A. E., Noll, U., & Slusarenko, A. J. (2013): In vitro efficacy of garlic extract to control fungal pathogens of wheat. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7.
- Petrović M., Sekulić J. (2020): Sredstva za zaštiti bilja u prometu u Srbiji (2020): *Biljni lekar*, 3-4 (48).
- Pleşca -Manea, L., Pârnu, A. E., Parvu, M., Taaş, M., Buia, R., & Puia, M. (2002): Effects of *Melilotus officinalis* on acute inflammation. *Phytotherapy research*, 16(4), 316-319.
- Popović, T., Milićević, Z., Oro, V., Kostić, I., Radović, V., Jelušić, A., & Krnjačić, S. (2018): A preliminary study of antibacterial activity of thirty essential oils against several important plant pathogenic bacteria. *Pesticidi i fitomedicina*, 33(3-4), 185-195.
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012): Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual review of entomology*, 57, 405-424.
- Satish S, Mohana DC, Ranhavendra MP, Raveesha KA. (2007): Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp. *J Agr Sci Tech*, 3(1): 109-119.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., & Kundu, B. (2017): Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* 1322, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *Journal of bioscience and bioengineering*, 123(3), 308-313.
- Singh, B., Srivastava, J. S., Khosa, R. L., & Singh, U. P. (2001): Individual and combined effects of berberine and santonin on spore germination of some fungi. *Folia microbiologica*, 46 (2), 137.
- Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., and Arsenakis, M. (1995): Antimicrobial activity of mint essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 43, 2384–2388. doi: 10.1021/jf00057a013
- Soatthiamroong, T., Jatisatienr, C., & Supyen, D. (2003): Antifungal activity of *Eugenia aromatic* (L.) Baill.(Myrtaceae) extract against some plant pathogenic molds. *Acta Horticulturae*, 597(597), 209-214.

- Soylu, E. M., Kurt, Ş., & Soylu, S. (2010): In vitro and in vivo antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143(3), 183-189.
- Tanovic, B., Milijasevic, S., & Obradovic, A. (2004): In vitro effect of plant essential oils on growth of some soil-borne pathogens. In III Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 729, 467-471.
- Tripathi, P., Dubey, N. K., & Shukla, A. K. (2008): Use of some essential oils as post-harvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(1), 39-46.
- Vuković, S., Šunjka, D., Indić, D., Gvozdenac, S., Miletić, V. (2013): Botanički fungicidi i herbicidi od značaja u poljoprivredi. *Biljni lekar*, 41, 3/2013.
- Zuzarte, M., & Salgueiro, L. (2015): Essential oils chemistry. In *Bioactive essential oils and cancer*, 19-61, Springer, Cham.

Abstract

ESSENTIAL OILS AND PLANT EXTRACTS IN THE CONTROL OF PHYTOPATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI

Nikola Laćarac

University of Novi Sad - Faculty of Agriculture, Novi Sad

E-mail: nlacarac@gmail.com

Some plants contain various substances that have pesticidal properties. Since these substances are extracted from plants they are called botanical pesticides. Botanical pesticides can be used as fungicides, bactericides, viricides, herbicides, insecticides, nematocides and rodenticides. Essential oils and plant extracts are most commonly used as botanical pesticides. In the past few years, we have witnessed a tendency to reduce the use of conventional pesticides and for that reason more and more attention is paid to the testing and application of essential oils and plant extracts for this purpose. These compounds have a number of advantages over conventional pesticides, especially when it comes to preventing the occurrence of diseases caused by phytopathogenic bacteria and phytopathogenic fungi as the most common and most important causes of plant diseases. Plant extracts and essential oils can be used at a time when the application of conventional pesticides is impossible due to the observance of the waiting period, and they are also a significant weapon in integrated and organic production concept.

Key words: plant extracts, essential oils, phytopathogenic fungi and bacteria