

**POJAVNOST I RASPROSTRANJENOST BAKTERIOZNOG
RAKA MASLINE (*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*)
NA ISTARSKOM POLUOTOKU**

INCIDENCE AND DISTRIBUTION OF OLIVE KNOT DISEASE
(*Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*) ON ISTRIAN PENINSULA

Laura Koščak, Edyta Dermić, Sara Godena

SAŽETAK

Bakteriozni rak masline je bolest uzrokovana bakterijom *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (*Pss*). *Pss* je vrsta koja pripada kompleksu vrsta *Pseudomonas syringae*. Mehanizam zaraze s *Pss* uključuje sintezu dvaju hormona rasta – auksina i citokinina, koji uzrokuju pojavu hipertrofiranog tkiva, odnosno nekontrolirane i ubrzane diobe stanica na različitim biljnim organima masline (*Olea europaea* L.). Prisutnost bakterioznog raka masline zabilježena je u gotovo svim maslinarskim regijama u svijetu. Tijekom dvije godine (2021. i 2022.) obavljeno je terensko istraživanje i uzorkovanje zaraženog biljnog materijala kako bi se utvrdila prisutnost ovog patogena i na području hrvatskog dijela istarskog poluotoka. Ukupno 102 uzorka sakupljena su s 22 različite sorte u 45 maslinika. Prisutnost patogena određena je molekularnom metodom Real-time PCR u 32 (30 %) uzorka. Najveći udio pozitivnih uzoraka činile su sorte Leccino i Frantoio, koje su ujedno bile najzastupljenije sorte u istraživanim maslinicima. Veći tumori na simptomatičnim stablima masline utvrđeni su u sjevernim dijelovima Istre.

Ključne riječi: bakteriozni rak masline, Istra, sortiment masline, zaraza, osjetljivost

ABSTRACT

Olive knot disease is caused by bacterium *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (*Pss*). The bacterium *Pss* belongs to the *Pseudomonas syringae* species complex. The mechanism of action used by *Pss* to establish an infection involves synthesis of two types of growth hormones - auxins and cytokinins. This mechanism leads to uncontrolled and accelerated cell division in different plant organs of olive tree (*Olea europaea* L.), which cause the appearance of hypertrophic tissue, known as knots. The presence of bacterial olive knot disease

is recorded in almost all olive-growing regions in the world. In this research, a field survey and sampling of symptomatic plant material was carried out during 2021 and 2022 with aims to determine the distribution of olive knot disease in the Croatian part of the Istrian peninsula. Totally 102 samples were collected from 22 various olive varieties in 45 orchards. The bacterium *Pss* was identified using the Real-time PCR method in 32 (30%) of tested samples. The highest number of positive samples was recorded from susceptible Leccino and Frantoio varieties, which were the most widely grown varieties in sampled orchards in Istria. The formation of larger tumours on symptomatic olive trees was observed in olive orchards located in more northern regions of surveyed area.

Keywords: olive knot disease, Istria, olive varieties, infection, susceptibility

UVOD

Bolesti biljaka uzrokovane su različitim mikroorganizmima. Jedna od najučestalijih bolesti masline na području Sredozemlja je bakteriozni rak masline uzrokovan bakterijom *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (akronim *Pss*). Ta bakterija je zasebna vrsta unutar kompleksa *Pseudomonas syringae*. *Pss* kolonizira površinu listova i grana biljke domaćina kao epifit (Mole i sur., 2007.). S obzirom da je oportunistički patogen, zarazu ostvaruje putem ozljeda kada prelazi u endofitsku fazu životnog ciklusa. Prema literaturi se smatra da je najčešći put ulaska u biljno tkivo domaćina na mjestima ozljeda nakon otpadanja listova, što može biti urokovano prirodnim mehanizmima, mrazom, visokim temperaturama, ali i bolestima poput paunovog oka (Sanzani i sur., 2012.). Tumoraste izrasline najčešće se formiraju na mjestu ulaska bakterije u biljno tkivo domaćina, iako je utvrđeno i sistemično širenje na kraćim udaljenostima oko primarnog mjesta zaraze (Rhimini i sur., 2018., Carboneschi i sur., 2016.). Sukladno tome, najčešće se tumori stvaraju na granama i deblu, iako je rijetko moguće i razvoj na listu i plodu (Teviotdale i Krueger, 2004.). Način na koji bakterija uzrokuje pojavu simptoma u vidu tumorastih izraslina podrazumijeva sintezu hormona rasta (auksini i citokinini), što za posljedicu dovodi do nekontrolirane i burne diobe stanica. Tumori su u početnom stadiju formiranja relativno glatki, sjajni, zelene do oker boje, dok tijekom kasnijih stadija pucaju i poprimaju tamniju smeđu do crnu boju (Young, 2004.). Bakteriozni rak masline može uzrokovati ozbiljne ekonomske gubitke, zbog čega se *Pss* smatra važnim gospodarskim patogenom (Ramos i sur., 2012., Rhimini i sur., 2018.). U prilog štetama ide i mogućnost prijenosa bakterije do 500 m udaljenosti putem aerosola nakon olujnog vremena, što može ugroziti

veliki broj stabala ako je i samo jedna maslina bila prethodno zaražena (Young, 2004.). Marchi i sur. (2009.) utvrdili su da se *Pss* može širiti sistemski u biljnom tkivu pa se reznice za proizvodnju sadnog materijala moraju uzimati isključivo sa zdravih stabala. Stoga, zaštita od raka masline započinje već u rasadničarskoj proizvodnji (Katalinić i sur., 2009.).

Poznato je da je najveći udio zaraženih maslinika u zemljama Sredozemlja kojega obilježavaju specifični klimatski uvjeti za koje se utvrdilo da izrazito pogoduju uzgoju maslina, ali i razvoju raka masline (Rahi i sur., 2020., Moretti i sur., 2016., Sanzani i sur., 2012.). Zbog navedenoga, nedvojbeno je da je rak masline prisutan i na obalnom dijelu Hrvatske. Osim značajnog utjecaja klimatskih čimbenika na širenje uzročnika raka masline, intenzitet pojave bolesti ovisi i o fiziološkom stanju biljaka, kao i o sortimentu (Vuletin Selak i sur., 2022., Young, 2004.). Na obalnom dijelu Hrvatske, u Dalmaciji i Istri, uzgajaju se različite introducirane i autohtone sorte masline, a prisutnost zaraze primijećena je na većini sorata (Vuletin Selak i sur., 2022., Godena i sur., 2012., Žužić, 2008.). S obzirom na nedostatak literaturnih podataka o prisutnosti te bolesti masline na Istarskom poluotoku, ali i zbog nedovoljno informacija o zaraženom sortimentu, cilj istraživanja bio je utvrditi prisutnost raka masline na različitim sortama masline u hrvatskom dijelu Istre te identificirati uzročnika bolesti na istraživanom području.

MATERIJALI I METODE

Prikupljanje uzoraka

Tijekom terenskog istraživanja uključeno je 45 različitih maslinika s pet mikro-lokacija koje obuhvaćaju obalni dio hrvatske Istre, a to su: Pula-Vodnjan (P-V), Rovinj (R), Vrsar-Poreč (V-P), Buje-Umag (B-U) i Novigrad (N). Uzorkovanje zaraženog biljnog materijala obavljeno je od proljeća 2021. do proljeća 2022. godine. Ukupno su prikupljena 102 uzorka s 22 različite sorte stabala masline sa simptomima bakterioznog raka. Prikupljeni uzorci su tijekom terenskog istraživanja stavljeni u plastične vrećice i skladišteni na +4 °C sve do daljnjih laboratorijskih analiza.

Izolacija bakterije

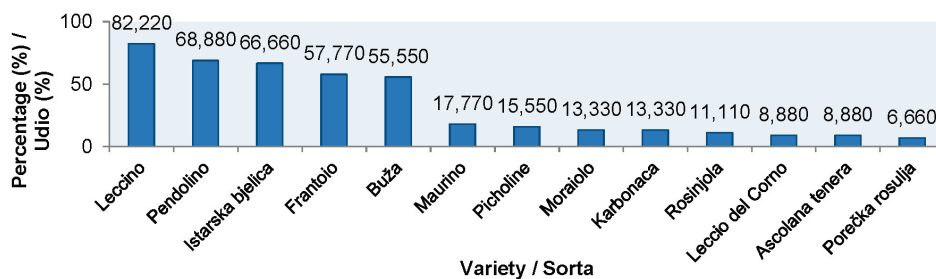
Izolacija bakterije provedena je tako da je zaraženi biljni materijal opran pod mlazom vode te je dodatno ispiran sterilnom destiliranom vodom i dezinficiran etanolom (70 %). Tkivo tumorastih izraslina je usitnjeno pomoću

skalpela i natopljeno u sterilnoj destiliranoj vodi u trajanju od 30 min na sobnoj temperaturi. Dobivene suspenzije su inokulirane na krutu hranjivu podlogu za rast – King's B (Tegli i sur., 2017.). Izolacija bakterijske DNA obavljena je na čistim 24-satnim kulturama pomoću uređaja Maxwell[®] RSC (Promega, Madison, SAD) i kompleta Maxwell[®] RSC Cultured Cells DNA (Promega, Madison, SAD) prema uputama proizvođača. Izolirana DNA korištena je za identifikaciju fitopatogene bakterije *Pss* pomoću molekularne metode Real-time PCR. Za identifikaciju patovara korišten je par početnica i proba specifičnih za *Pss* (Tegli i sur., 2010). Program umnožavanja DNA pomoću PCR metode uključivao je 1 ciklus na 95 °C (10 min), 40 ciklusa na 95 °C (15 s) i 40 ciklusa na 60 °C (1 min) u uređaju Quant Studio 1 Real-time PCR System (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, SAD). Rezultati su obrađeni u software-u Quant Studio[™] Design & Analysis Software verzija 1.5.1.

REZULTATI I RASPRAVA

Sortiment i prisutnost simptoma raka masline u Istri

Terenskim istraživanjem utvrđena je prisutnost simptoma bakterioznog raka masline na svim mikro-lokacijama obuhvaćenim istraživanjem. S obzirom na broj simptomatičnih sorti na istraživanim lokacijama, utvrđeno je da je većina sorti osjetljiva na zarazu bakterijom *Pss*. Utvrđeno je da su na istraživanjem obuhvaćenom dijelu Istre najzastupljenije sorte Leccino, Pendolino i Istarska bjelica (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Zastupljenost različitih sorti masline u 45 pregledanih maslinika u Istri

Figure 1 Incidence of different olive varieties in studied locations in Istria

Molekularna identifikacija i prisutnost uzročnika bakterioznog raka masline u Istri

Ukupan broj uzoraka pozitivnih na prisutnost bakterije uzročnika raka masline - *Pss* bio je 32, što je udio od 30 % u odnosu na ukupan broj prikupljenih uzoraka (Tablica 1.). Najviše pozitivnih uzoraka prikupljeno je sa sorte Leccino (40 %), zatim Frantoio (22 %), Buža (9 %), Pendolino (29 %) te Karbonaca (4 %), Talijanska rosinjola (4 %), Nocciara (4 %) i nepoznate sorte (4 %).

Tablica 1. Broj prikupljenih uzoraka i sorti masline u kojima je molekularno potvrđena prisutnost bakterije *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, te udio pozitivnih uzoraka u odnosu na ukupan broj po mikro-lokaciji

Table 1 The number of collected olive samples and varieties in which the presence of the bacterium *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* was determined, and share of positive samples in relation to the total number per micro-location

Mikro-lokacija Micro-location	Broj uzoraka No. of samples	pozitivni uzorci na <i>Pss</i> <i>Pss</i> positive samples	Udio (%) Percentage (%)	Sorta masline (br. zaraženih stabala bakterijom <i>Pss</i>) Olive variety (no. of <i>Pss</i> infected trees)
Pula-Vodnjan (P-V)	21	5	24	Karbonaca (1), Pendolino (1), Buža (2), nedeterminirana (1)
Rovinj (R)	4	2	50	Leccino (1), Frantoio (1)
Buje-Umag (B-U)	31	12	39	Leccino (4), Pendolino (1), Frantoio (5), Porečka rosulja (1), nedeterminirana (1)
Vrsar-Poreč (V-P)	39	8	20	Leccino (4), Nocciara (1), Frantoio (1), nedeterminirana (1), Talijanska rosinjola (1)
Novigrad (N)	7	5	71	Frantoio (2), Leccino (1), Pendolino (1), Maurino (1)
Total Ukupno	102	32	30	10

Utvrđeno je da su simptomi bakterioznog raka masline uglavnom bili prisutni na granama masline. U rijetkim slučajevima primijećeno je intenzivno pucanje kore grana te je zabilježena i prisutnost tumorastih izraslina na deblu masline (Slika 1. i 2.).



Slika 1. Pucanje kore grane na sorti Arbequina u Istri (mikrolokacija V-P) (S. Godena)

Figure 1 Branch bark cracking on variety Arbequina in Istria (microlocation V-P) (S. Godena)



Slika 2. Simptomi bakterioznog raka masline na deblu stabla masline (mikrolokacija B-U) (L. Koščak)

Figure 2 Symptoms of olive knot disease on olive tree trunk (microlocation B-U) (L. Koščak)

Posljednjih se godina povećavaju uzgojne površine pod maslinom zbog utvrđenog pozitivnog djelovanja ekstra djevičanskog maslinovog ulja na ljudsko zdravlje (Russo i sur., 2016.). S obzirom da se Istra smatra jednom od značajnih maslinarskih regija u svijetu, zaraza bakterijom *Pss* mogla bi negativno utjecati na proizvodnju maslinovog ulja u smislu smanjenja prinosa, ali i negativnog utjecaja na formiranje stabala masline (Godena i sur., 2012.). Naime, razvoj tumorastih izraslina može dovesti do pucanja kore i sušenja zaraženih grana ili izbojaka, a intenzitet šteta u velikoj mjeri ovisi i o sorti masline i geografskom položaju (Salman i sur., 2020.). Tako je u ovom istraživanju primijećeno pucanje kore na sorti Arbequina (Slika 1.).

Prema dostupnim podacima iz 2006. godine (Pribeć, 2006.), na području hrvatskog dijela Istre najviše se uzgaja sorta Leccino (59 %) i Istarska bjelica (17 %), što je sukladno rezultatima prikazanim u ovom istraživanju (Grafikon 1.). Na svim istraživanim mikro-lokacijama utvrđena je prisutnost i zaraženost sorti Leccino, Pendolino i Frantoio, kod kojih je u najvećem broju uzoraka i identificirana bakterija *Pss* (Tablica 1.). U literaturi se upravo navedene sorte navode kao osjetljive na bakteriozni rak masline (Godena i sur., 2012., Iannotta

i sur., 2005.). Konkretnije, Mijušković (1999.) i Bjeliš (2005.) navode sortu Frantoio kao osjetljivu, Pendolino kao srednje osjetljivu i Leccino kao tolerantiju sortu.

Prisutnost bakterije također je nedavno utvrđena na zaraženim stablima masline na području srednje Dalmacije (Vuletin Selak i sur., 2022.). Mogući razlozi negativnih rezultata molekularne dijagnostike u ovom istraživanju, su prisutnost drugih organizama na uzorcima, koji su moguće doveli do ometanja dijagnostičke reakcije, ali ne treba isključiti ni mogućnost da taj patogen nije više prisutan u tim maslinicima. Također, tumoraste izrasline su bile stare, odnosno crne, hrapave, raspucane, suhe i tvrde na velikom broju sakupljenih i analiziranih uzoraka, što je značajno otežavalo izolaciju bakterije. Isto tako, u većini maslinika, koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem, glavna mjera suzbijanja raka masline je primjena preparata na bazi bakra u proljeće kada je i obavljeno istraživanje na terenu, što je također moguće dovelo do nemogućnosti izolacije bakterije, koja je uslijedila nakon tretiranja maslinika. Svi navedeni razlozi najvjerojatnije su doveli to takvog ishoda i takvih rezultata molekularne dijagnostike. S obzirom na problematiku suzbijanja bakterije, i dalje je fokus istraživača usmjeren na pronalazak tolerantnih ili otpornih sorti (Licciardello i sur., 2023.). Tako najnovije istraživanje (Vuletin Selak i sur., 2022.) navodi sorte Coratina, Favaraol i Leccino kao najtolerantije na zarazu, a sorte Fasolina, Grignan, Moraiolo, Oblica, Sigoise, Canino, Koroneiki, Levatinka, Maurino i Rosciola kao tolerantne. Nadalje, sorte Drobnica, Pendolino, P. marocaine i Taggiasca navode se kao srednje osjetljive, a sorte Frantoio, Lastovka, S. Catarina i Chemlali kao najosjetljivije sorte. Od ukupno prisutnih sorti obuhvaćenih ovim istraživanjem, simptomi bakterioznog raka masline nisu primijećeni na osam sorti, iako se uzgajaju u maslinicima sa simptomatičnim sortimentom. Tako je odsutnost simptoma utvrđena na sortama: Grignan, Ravece, Coratina, Ascolana tenera, Verzola, Itrana, Leccione i Žizolera. Nadalje, iako je sorta Istarska bjelica jedna od najzastupljenijih u maslinicima u Istri te ju Mijušković (1999.) i Bjeliš (2005.) navode kao tolerantnu sortu, simptomi su bili prisutni tek na sjevernijim mikrolokacijama (B-U, N i V-P), što je u skladu s pretpostavkom da osjetljivost sorti masline ovisi i o geografskom položaju (Salman i sur., 2020.). Područja s visokom vlagom zraka i većim količinama oborina, značajno utječu na pojavu i razvoj bolesti raka masline (Rhimini i sur., 2018., Teviotdale i Krueger, 2004.), što je primijećeno i u ovom istraživanju gdje su veći tumori, kao i razvoj tumora na deblu masline, utvrđeni u sjevernijim dijelovima Istre (Slika 2.).

Nadalje, slično je utvrđeno i kod sorte Porečka rosulja, koja je imala prisutne simptome na sjevernoj mikro-lokaciji B-U, dok isti nisu bili prisutni na području V-P. Kod sorte Porečka rosulja utvrđena je prisutnost *Pss*, ali treba naglasiti da je zaraza bila izrazito slaba te je u terenskom istraživanju utvrđena prisutnost izrazito malog broja tumorastih izraslina. Navedeno sugerira i na mogućnost da je sorta Porečka rosulja tolerantna na zarazu bakterijom. Međutim, suprotno je utvrđeno za sortu Rosinjola, koja je bila simptomatična na južnoj mikro-lokaciji P-V, dok na sjevernoj mikro-lokaciji (V-P), simptomi nisu utvrđeni. S obzirom na navedenu varijabilnost pojavnosti bolesti ovisno o sorti, sugerira se mogućnost sadnje manje osjetljivih sorti kao jedne od obećavajućih mjera zaštite (Sisto i Iacobellis, 1999.). S obzirom na nedostatak znanstvenih istraživanja usmjerenih ka utvrđivanju osjetljivosti autohtonog sortimenta masline na rak masline, isto bi trebalo dodatno istražiti. Međutim, uz sve navedeno, važno je naglasiti da je rak masline bakteriozna bolest, zbog čega se može očekivati da će intenzitet zaraze biti drugačiji iz godine u godinu. Primjerice, jedne godine može doći do tzv. „epifitocije“, odnosno jake zaraze i pojave velikog broja tumora na biljkama masline, a zatim može proći i nekoliko godina bez vidljivih simptoma i novih šteta u maslinicima (Young, 2004.), što također može objasniti povećani intenzitet zaraze na sjevernijim lokacijama gdje su povoljniji uvjeti za zarazu bakterijom.

U zaštiti maslina od bakterioznog raka masline, naglasak je trenutno stavljen na primjenu preventivnih agrotehničkih i sanitarnih, odnosno integriranih mjera zaštite. Prisutnost bakterije *Pss* na sadnom materijalu regulirana je u RH, a *Pss* je na listi štetnih organizama koji ne smiju ili praktički ne smiju biti prisutni na sadnom materijalu (NN 9/2017.). Zaštita nakon niskih temperatura i tuče izostaje kod većine maslinara i nije uobičajena praksa u Istri, iako razmjer ozljeda koje mogu nastati od navedenih čimbenika nije zanemariv. Nadalje, navodnjavanje je mjera koja se koristi tek u malom broju maslinika, što može negativno utjecati na fiziološko stanje biljaka. Jedina dostupna kemijska mjera zaštite od ovog uzročnika, podrazumijeva korištenje sredstava na bazi bakra, ali s naglaskom na ispravnu primjenu kako bi se izbjegao fitotoksični učinak (Sisto i Iacobellis, 1999.). Prema načelima integrirane zaštite bilja, poželjno je tretiranje do dva puta godišnje, kao i redovito praćenje zdravstvenog stanja mladih stabala masline jer je pravovremenim uočavanjem, otklanjanjem i dezinfekcijom zaraženih grana moguće kontrolirati intenzitet zaraze (Ramosi sur., 2012., Barić, 2006., Young, 2004.). Korištenje antagonističkih

mikroorganizama poput bakterije *Bacillus subtilis*, jedna je od perspektivnih mjera zaštite (Bouaichi i sur., 2019.), a primjena takvih sredstava bi dovela do smanjenja korištenja sredstava na bazi bakra, koji mogu imati negativan utjecaj na okoliš. Daljnja istraživanja usmjerena su prema pronalasku ekološki i ekonomski prihvatljivijih bioaktivnih komponenti kao potencijalnih antibakterijskih preparata (Schollenberger i sur., 2018., Gormez i sur., 2015.) te su u tijeku mnoga laboratorijska istraživanja, ali takvi pripravci, od kojih su neki obećavajući, nisu još prisutni na tržištu.

ZAKLJUČAK

Rezultati terenskog istraživanja potvrđuju prisutnost raka masline u maslinarskim područjima Istre obuhvaćenima ovim istraživanjem. Izostanak simptoma na pojedinim sortama na razini mikro-lokacije sugerira podudarnost između geografskog položaja i osjetljivosti sorti masline na zarazu *Pss*. Povećani intenzitet zaraze utvrđen je na sjevernijim uzgojnim područjima u Istri (P-V i B-U), gdje je primijećeno formiranje tumora na deblu, kao i pucanje kore grana. Najčešće je molekularno identificiran uzročnik raka masline na sortama Leccino, Frantoio i Pendolino, za koje je utvrđeno da su osjetljive na zarazu bakterijom *Pss*.

ZAHVALA / ACKNOWLEDGEMENT

Rezultati prikazani u radu rezultat su istraživanja HRZZ projekta UIP-2020-02-7413 „Prirodni bioaktivni spojevi kao izvor potencijalnih antimikrobnih tvari u suzbijanju bakterijskih i drugih gljivičnih patogena masline“, Anti-Mikrobi-OL (AMO).

LITERATURA

1. Barić, B. (2006.): Integrirana zaštita maslina od bolesti i štetnika unutar integrirane proizvodnje. *Pomologia Croatica*, 12 (1): 87-92.
2. Bjeliš, M. (2005.): Zaštita masline u ekološkoj proizvodnji. Vlastita naklada, Solin.

3. Bouaichi, A., Benkirane, R., El-kinany, S., Habbadi, K., Lougraimzi, H., Sadik, S., Benbouazza, A., Achbani, E. H. (2019.): Potential effect of antagonistic bacteria in the management of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 8 (4): 1035-1040. DOI: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.8.4.1035-1040>
4. Carboneschi, M., Decorosi, F., Biancalani, C., Ortenzi, M. V., Macconi, S., Giovannetti, L., Viti, C., Campanella, B., Onor, M., Bramanti, E., Tegli, S. (2016.): Indole-3-acetic acid in plant-pahogen interactions: a key molecule for in planta bacterial virulence and fitness. Research in Microbiology, 167: 774-787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2016.09.002>
5. Godena, S., Dminić, I., Đermić, E. (2012.): Differential susceptibility of olive varieties to olive knot disease in Istria. Journal of Central European Agriculture, 13 (1): 85-94. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/13.1.1018>
6. Gormez, A., Bozari, S., Yanmis, D., Gulluce, M., Sahin, F., Agar, G. (2015.): Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of Two Species of Lamiaceae against Phytopathogenic Bacteria. Polish Journal of Microbiology, 64 (2): 121-127.
7. Iannotta, N., Monardo, D., Noce, M. E., Perri, L. (2005.): Susceptibility of olive genotypes to *Pseudomonas savastanoi* (Smith). Proceedings of the meeting IOBC/WPRS "Intergated Protection of Olive Crops". Florence, Italy, Darmstadt, Germany, 253-258.
8. Katalinić, M., Kačić, S., Vitanović, E. (2009.): Štetnici i bolesti masline. Agroknjiga, Split.
9. Licciardello, G., Mosca, A., Di Silvestro, S., Puglisi, D., Russo, M. P., Cattara, V., Caruso, P. (2023.): Cultivar Susceptibility to Olive Knot Disease and Association with Endophytic Microbiota Community. Agronomy, 13: 468. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020468>
10. Marchi, G., Mori, B., Pollacci, P., Mencuccini, M., Surico, G. (2009.): Systemic spread of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in olive explants. Plant Pathology, 58: 152-158. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01935.x>
11. Mijušković, M. (1999.): Bolesti i štetočine suprotnskih voćaka. Biotehnički institute. Podgorica.
12. Mole, B. M., Baltrus, D. A., Dangl, J. L., Grant S. R. (2007.): Global virulence regulation networks in phytopathogenic bacteria. Trends in Microbiology, 15 (8): 363-371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2007.06.005>

13. Moretti, C., Vinatzer, B.A., Onofri, A., Valentini, F., Bounaurio, R. (2016.): Genetic and phenotypic diversity of Mediterranean populations of the olive knot pathogen, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Plant Pathology*, 66: 595-605. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.12614>
14. NN 9/2017 – Pravilnik o stavljanju na tržište reprodukcijskog sadnog materijala i sadnica namijenjenih za proizvodnju voća - https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_02_9_275.html
15. Pribetić, Đ. (2006.): Sorte maslina u Istri. MIH, Poreč.
16. Rahi, Y., Turco, S., Taratufolo, M., Tati, M., Cerboneschi, M., Tegli, S., Valentini, F., D'Onghia, An., Iacobellis, N. S., Balestra, G., Mazzaglia, A. (2020.): Genetic diversity and population structure of *Pseudomonas savastanoi*, an endemic pathogen of the Mediterranean area, revealed up to strain level by the MLVA assay. *Journal of Plant Pathology*, 102: 1051-1064. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00589-0>
17. Ramos, C., Matas, I. M., Bardaji, L., Aragón, I. M., Murillo, J. (2012.): *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*: some like it knot. *Molecular Plant Pathology*, 13 (9): 998-1009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00816.x>
18. Rhimini, Y., Bouaichi, A., Chliyah, M., Msairi, S., Ouzzani Touhami, A., Benkirane, R., Achbani, E. H., Douira, A. (2018.): Influence of Variations in Climatic Factors and Some Cultural Practices on Knot Disease Development on Oleaster and Olive Tree (*Olea europaea* L.) Northwest of Morocco. *Annual Research and Review in Biology*, 24 (1): 1-3. DOI: <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/38771>
19. Russo, C., Cappelletti, G. M., Nicoletti, G. M., Di Noia, A. E., Michalopoulos, G. (2016.): Comparison of European Olive Production Systems. *Sustainability*, 8: 825. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8080825>
20. Salman, M., Greenhut, R., Preece, J., Ferguson, L., Kluepfel, D. (2020.): Field evaluation of olive (*Olea europaea*) genotypes for resistance to *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Journal of Plant Pathology*, 102: 663-670. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00549-8>
21. Sanzani, S. M., Schena, L., Nigro, F., Sergeeva, V., Ippolito, A., Salerno M. G. (2012.): Abiotic diseases of olive. *Journal of Plant Pathology*, 94 (3): 469-491.
22. Schollenberger, M., Staniek, T. M., Paduch-Cichal, E., Dasiewicz, B., Gadomska-Gajadur, A., Mirzwa-Mróż, E. (2018.): The activity of essential oils obtained from species and interspecies hybrids of the *Mentha* genus against selected plant pathogenic bacteria. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17 (6): 167-174. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.6.17>

23. Sisto, A., Iacobellis, N. S. (1999.): Olive knot disease: pathogenic and epidemiological aspects and defence strategies. *Olivo e Olio*, 2: 32-38.
24. Tegli, S., Carboneschi, M., Fatmi, M. (2017.): Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* in Asymptomatic Olive Plants. U: Fatmi, M., Walcott, R. R., Schaad, N.W. ed. *Detection of Plant-Pathogenic Bacteria in Seed and Other Planting Material*, APS Press, 311-319.
25. Tegli, S., Carboneschi, M., Marsili Libelli, I., Santalli, E. (2010.): Development of a versatile tool for the simultaneous differential detection of *Pseudomonas savastanoi* pathovars by End Point and Real-Time PCR. *BMC Microbiology*, 10: 156. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-156>
26. Teviotdale, B. L., Krueger, W. H. (2004.): Effects of timing of copper sprays, defoliation, rainfall, and inoculum concentration on incidence of olive knot disease. *Plant Disease*, 88: 131-135. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.2.131>
27. Vuletin Selak, G., Raboteg Božiković, M., Abrouk, D., Bolčić, M., Žanić, K., Perica, S., Nor-mand, P., Pujic, P. (2022.): *Pseudomonas* ST1 and *Pantoea* Paga Strains Cohabit in Olive Knots. *Microorganisms*, 10 (8): 1528. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081529>
28. Young, J. M. (2004.): Olive knot and its pathogens. *Australasian Plant Pathology*, 33: 33-39.
29. Žužić, I. (2008.): Maslina i maslinovo ulje: sa posebnim osvrtom na Istru. "Olea", udruga maslinara Istarske županije, Tar.

Author's address – Adresa autora

Laura Koščak, PhD student
e-mail: laura@iptpo.com
dr. sc. Sara Godena
Institute of Agriculture and Tourism, Poreč
Carlo Hugues 8, 52440 Poreč, Croatia

Primljeno – Recived:

08.03.2023.

Prof. dr. sc. Edyta Đermić
University of Zagreb Faculty of Agriculture
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia