



glasilo biljne zaštite



GLASILO BILJNE ZAŠTITE

Glasilo Hrvatskog društva biljne zaštite

Glavna urednica
prof. dr. sc. Renata Bažok

Tehnička urednica
dr. sc. Valentina Šoštarčić

Uređivački odbor:

dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emer., prof. dr. sc. Jasminka Igrc Barčić, prof. dr. sc. Klara Barić,
prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, Aleksandra Radić, dipl. ing., Marina Mikac, mag. ing. agr.,
dr. sc. Zdravka Sever, dr. sc. Mladen Šimala, prof. dr. sc. Renata Bažok, dr. sc. Valentina Šoštarčić

Nakladnik: Hrvatsko društvo biljne zaštite
c/o Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb
tel/faks. +385 (0)1 23 93 737

Copyright: Hrvatsko društvo biljne zaštite i autori
Lektorica: Jasminka Čovran

Realizacija: Infomart Zagreb d.o.o.
Marketing: Abeceda Agro d.o.o. 098 488 965
Časopis se citira u **CAB Abstracts bazama**

Godišnja pretplata
Žiro račun: Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb, br. IBAN HR85 2360 0001 1015 0920 9
OIB 37428897556

ČLANARINA U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE:

ČLANSTVO U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE
(uključuje članarinu i časopis GBZ).....47,00 €

ČLANSTVO U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE
ZA STUDENTE I UMIROVLJENIKE
(uključuje članarinu i časopis GBZ).....20,00 €

Slika na naslovnici:
Simptom napada *D. corbetti* na cvijetu orhideje *Phalaenopsis* spp.
(snimio: M. Šimala)

SADRŽAJ

Luka Mustapić, Krešimir Šimunac, Dario Ivić, Adrijana Novak, Luka Popović: Analiza zdravstvenog stanja mandarina u dolini neretve i mogućnosti zaštite.....	373
Tihomir Validžić, Dario Ivić, Adrijana Novak: Širenje gljivičnih bolesti – novi izazov komercijalnoj proizvodnji badema u istočnoj Hrvatskoj	385
Krešimir Šimunac, Slavica Kovačev Matijević, Bogdan Cvjetković: Slijepi putnik „tavanuše“ – <i>Tilletia</i> spp.....	399
Zrinka Drmić, Krešimir Šimunac, Jelena Plavec, Katarina Marić, Dario Ivić: Masovna pojava gumoze šećerne repe u istočnoj Hrvatskoj u 2023. godini	407
Katarina Martinko: Uloga endofita u zaštiti bilja	417
Mladen Šimala, Maja Pintar: <i>Dichromothrips corbetti</i> (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae) – prva intercepcija u Hrvatskoj.....	428
Zrinka Vidaković, Renata Dejanović: Intergirani pristup u suzbijanju važnih štetnika vinove loze	436

GLASILO BILJNE ZAŠTITE

GODINA XXIV

TRAVANJ - SVIBANJ

BROJ 3

Luka MUSTAPIĆ, Krešimir ŠIMUNAC, Dario IVIĆ, Adrijana NOVAK, Luka POPOVIĆ

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
luka.mustapic@hapih.hr

ANALIZA ZDRAVSTVENOG STANJA MANDARINA U DOLINI NERETVE I MOGUĆNOSTI ZAŠTITE

SAŽETAK

Unazad nekoliko godina primijećeno je pogoršanje zdravstvenog statusa mandarina, osnovne vrste agruma u Hrvatskoj. Uzrok tomu kombinacija je mnogobrojnih čimbenika, od kojih se ističu pojava i širenje narančinog trnovitog štitastog moljca (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903), smanjenje i nedostatak dostupnih aktivnih tvari za zaštitu bilja, povećan pritisak ekonomski važnih štetnih organizama te njihova rezistentnost na dopuštene pesticide. Unatoč rekordnu urodu, koji se procjenjuje na više od 60 000 t, proizvodnja mandarina u 2023. godini bila je zbog spomenutih čimbenika nepovoljna i otežavajuća, pa se postavlja pitanje održivosti proizvodnje u budućnosti. U radu su iznesena opažanja monitoringa mandarina u 2023. koji je proveo Centar za zaštitu bilja (HAPIH). U pogledu zaštite bilja ističe se zabilježena pojačana pojava gljivičnih bolesti u fazama razvoja ploda, ponajviše antraknoze plodova (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) u voćnjacima te plave truleži (*Penicillium italicum* (Pers.) Sacc.) u skladištima, zbog čega su gubitci prilikom kalibracije i skladištenja bili značajni. Prema opažanjima stručnjaka i proizvođača oko 6000 t plodova mandarina zbrinuto je kao industrijski otpad, a oko 2000 t plodova zaostalo je na stablu i tlu. Fungicidni tretmani u kasnijoj fazi vegetacije mandarine nisu uobičajena praksa, a za zaštitu plodova pri skladištenju koristi se djelatna tvar imazalil u „drencher” sustavu. Tijekom 2023. stručnjaci Centra za zaštitu bilja (HAPIH) pratili su na mandarinama i osjetljivost skladišnih populacija *Penicillium* spp. na djelatnu tvar imazalil, uključujući laboratorijsko *in vitro* istraživanje. Utvrđeno stanje upućuje na potrebu izrade novih strategija i pristupa zaštiti i proizvodnji mandarine u dolini Neretve, što podrazumijeva registraciju i korištenje novih aktivnih tvari drugačijeg mehanizma djelovanja u „drencher” sustavu, kao i uvođenje fungicidnog tretmana u kasnijem ljetnom i/ili jesenskom terminu po potrebi. U radu su istaknuti najvažniji problemi s kojima se susreću proizvođači

mandarina u posljednjih nekoliko godina, s posebnim osvrtom na sezonu 2023., te su dana potencijalna rješenja i preporuke.

Ključne riječi: mandarina, integrirana zaštita bilja, rezistentnost

UVOD

Mandarina (*Citrus unshiu* (Swingle) Markow) je, uz jabuku, najznačajnija voćna vrsta u hrvatskoj poljoprivredi te čini dominantan udio u sortimentu uzgoja agruma u Hrvatskoj. Važnost mandarine očituje se u više od 2000 obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava s registriranom proizvodnjom i površinama pod mandarinom te desetak većih i manjih otkupnih centara koji se bave stavljanjem mandarine na tržište. Prošlogodišnji urod mandarine smatra se izrazito zadovoljavajućim, te se procjenjuje na više od 60 000 t. Dolina Neretve najveće je uzgojno područje mandarina u Hrvatskoj, s oko 2100 ha (Statistički ljetopis RH, 2019.) na kojima su najzastupljenije najranije i rane sorte, a sortiment kasnog zrenja u silaznom je trendu, gledajući zasađene površine. Vrijeme dozrijevanja najranijih sorata, Ichimaru, Iwasaki i Zorica, događa se potkraj rujna i početkom listopada, kada otpočinja i ručna berba. Prema procjenama, udio sorata ranog vremena zriobe iznosi više od 52 % (Bjeliš i sur., 2019.), što posljedično dovodi do zasićenja tržišta te nagomilavanja viškova u skladištima, otežanim plasmanom i neadekvatnom tehnologijom skladištenja. Netom prije zaprimanja mandarine u skladište, tzv. „drencher” sustavom, plodovi se prskaju fungicidnim sredstvima na bazi aktivne tvari imazalil, koja je gotovo 20 godina u upotrebi kao jedina registrirana tvar za tu namjenu u Hrvatskoj. Također, uobičajena je praksa i odzelenjivanje ranih sortimenata mandarine, kako bi plod dobio željenu boju, te kalibriranje plodova po veličini i boji, uključujući pranje i voštiranje plodova (Bjeliš i sur., 2019.). Stoga, čak i u optimalnim uvjetima, cjelokupan proces od berbe do plodova spremnih za tržište traje značajno dugo, što rezultira razvojem skladišnih bolesti plodova i ekonomskim gubitcima u obliku otpada (Bjeliš i sur., 2020.). U 2023., prema opažanjima i mjerenjima stručnjaka, proizvođača i otkuplivača, oko 6000 tona plodova mandarine zbrinuto je kao industrijski otpad kalibracijom otkupnih centara, a štete u voćnjacima procjenjuju se na oko 2000 tona plodova.

Integrirana zaštita mandarine u praksi uključuje svega nekoliko kemijskih tretmana godišnje, od kojih su ona fungicidna, namijenjena najčešće suzbijanju uzročnika vlažne truleži korijena i korjenova vrata uzrokovanih *Phytophthora* vrstama te sprječavanju pojave simptoma „gumoze” istoimenog uzročnika. Shodno tomu, većina fungicidnih aktivnih tvari dopuštenih u tretiranju mandarine namijenjena je suzbijanju pseudogljiva (*Phytophthora* spp.). Suzbijanje gljivičnih patogena na plodovima mandarine u voćnjacima nije uobičajena praksa, što je dijelom uzrokovano kontinuiranim povlačenjem

određenih fungicida s tržišta i nedostatkom aktivnih tvari registriranih za suzbijanje patogena uzročnika truleži i antraknoze na plodovima (FIS, 2024).

ISTAKNUTI PROBLEMI U VOĆNJACIMA

Posljednjih nekoliko godina (Popović i sur., 2014.; Popović i sur., 2015.), ali izrazito u 2023. godini, u fazama rasta i razvoja te dozrijevanja plodova u voćnjacima zabilježena je intenzivna pojava antraknoze plodova mandarine (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) (Penz. & Sacc.)). Pojavi ove gljivice u razmjerima epifitocije pridonijela je kombinacija blage zime, kišovita vremena, tuče na određenim mikrolokacijama u fazi dozrijevanja plodova te rekordan urod pojedinih sorata. Razmjeri zaraza bili su na određenim lokalitetima potpuni, s prosjekom od 30 do 50 % zaraženih, simptomatičnih plodova na stablu. S obzirom na epidemiologiju antraknoze plodova (Mijušković, 1966.), ekonomska šteta očitovala se u opadanju plodova u fazi dozrijevanja (kod zaraze spojnog mjesta stapke i ploda) u voćnjacima te, poslije, prilikom kalibracije u otkupnim centrima gdje su se bilježili masovni gubitci u obliku tehnološkog otpada.

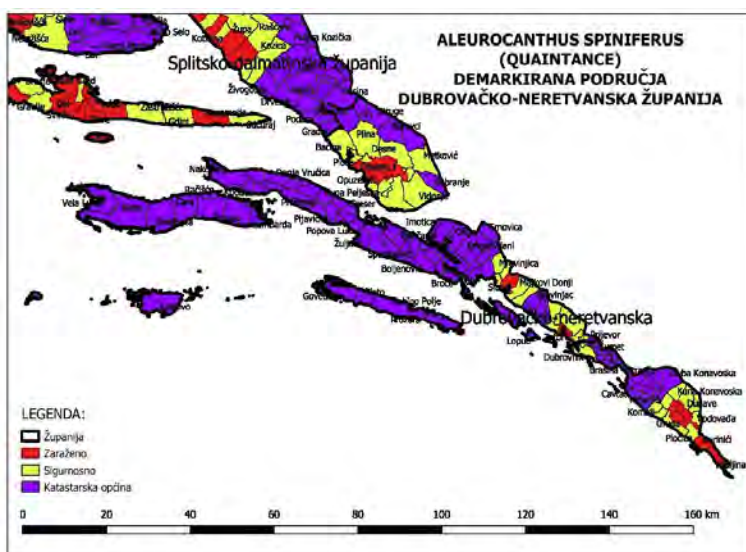
Sredozemna voćna muha (*Ceratitis capitata* Weideman), nakon dugog niza sezona uspješne primjene SIT tehnike (eng. 'Sterile insect technique') (Bjeliš i sur., 2016.), u 2023. zabilježena je iznad ekonomskog praga štetnosti, ponajprije u fazama dozrijevanja ranih sorata (posljednja dekada listopada). S obzirom na izostanak primjene SIT tehnike u 2023. godini, intenzivirano je praćenje ovog štetnika tjednim pregledom više od 300 kontrolnih lovki. Ulov se mjerio indeksom koji pokazuje tjedni broj muha na lovci po danu (FTD, eng. 'flies per trap per day'), gdje su maksimalne vrijednosti za područje doline Neretve bile: FTD=1,71. Maksimalno dopušteni FTD sukladno Akcijskom planu (Ministarstvo poljoprivrede, 2023a.) za cijelo područje doline Neretve zadan je



kao FTD=0,5. Prethodnih je godina prva aktivnost muhe zabilježena već u siječnju, što je presedan u pogledu rane detekcije i dokaz prilagodbe ovog štetnika zbog toplijih zima i klimatskih promjena. Prekoračene navedene vrijednosti ulova za područje doline Neretve trajale su gotovo cijelo razdoblje dozrijevanja mandarina. Stoga se, uz izostanak provođenja SIT tehnike nakon 13 godina, već u prvoj sezoni mjerio značajan gubitak u voćnjacima, te otežan izvoz i trženje plodova mandarine (slika 1).

Slika 1. Simptomi zaraze mediteranskom voćnom muhom (snimio L. Popović)

U 2023. godini prvi je put utvrđen karantenski štetnik, narančin trnoviti štitasti moljac (*Aleurocanthus spiniferus* Quintance, 1903), u intenzivnim nasadima mandarine u dolini Neretve. Zbog toga je cjelovito uzgojno područje mandarina u dolini Neretve proglašeno demarkiranim područjem. Demarkirano područje označava areal na kojemu se zakonski trebaju poduzimati mjere iskorjenjivanja i sprječavanja širenja karantenskog štetnog organizma, nakon što se utvrdi njegova prisutnost, a sastoji se od zaraženog i sigurnosnog područja (slika 2). Zaraženo područje sačinjava sva područja gdje je potvrđen karantenski štetnik, te sve bilje koje je u neposrednoj blizini utvrđene zaraze, odnosno koje bi moglo biti zaraženo. Sigurnosno područje okružuje zaraženo područje te je to obruč u kojemu se obavlja intenzivan nadzor s ciljem ograničavanja karantenskog štetnika unutar zaražena područja (Uredba (EZ) 2016/2031). Na uspješno udomaćenje narančinog trnovitog štitastog moljca u dolini Neretve pozitivno utječe niz čimbenika, počevši od klimatskih uvjeta, obilja biljaka domaćina tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa, uvoza biljnog sadnog materijala te specifičnosti poljoprivredne proizvodnje u dolini Neretve. Stoga se može pretpostaviti da će ova vrsta nastaviti širenje unutar toga područja, preferirajući agrume kao biljne domaćine, te da će postati jedan od najznačajnijih ekonomskih štetnika mandarine. Trenutačni izazovi za proizvođače, kada se utvrdi zaraza narančinim trnovitim štitastim moljcem u voćnjacima, svakako uključuju obvezno suzbijanje toga štetnika kemijskim sredstvima i agrotehničkim mjerama.



Slika 2. Zaraženo i sigurnosno područje doline Neretve za sprječavanje širenja karantenskog štetnog organizma *Aleurocanthus spiniferus* u 2023. (Izvor: Ministarstvo poljoprivrede, 2023b.)

ISTAKNUTI PROBLEMI U SKLADIŠTIMA

Popović i sur., (2014., 2015.) ističu da je izostanak provođenja biljne higijene (ponajviše skupljanja i zbrinjavanja otpalih plodova) ozbiljan fitosanitarni problem, jer dovodi do stvaranja žarišta različitih bolesti plodova u voćnjaku. U 2023. godini loše je zdravstveno stanje plodova mandarine tijekom berbe rezultiralo značajnim pojavama gljivičnih bolesti plodova mandarine u skladištima. Oštećenja mezokarpa ploda tijekom berbe, uzrokovana tučom, vjetrom, napadom sredozemne voćne muhe i drugim štetnicima, preduvjet su za infekciju plodova skladišnih bolesti agruma (Cvjetković, 2010.). Drugim riječima, kod gotovo svih skladišnih bolesti, zaraza plodova ili kontakt s inokulom događa se još u voćnjaku, što dovodi do razvoja bolesti na plodovima tijekom manipulacije, skladištenja, transporta ili prodaje. Nakon pojave simptoma truljenja plodova, najčešće u otkupnim centrima, zaraza se u tim prostorima dalje širi obilnom sporulacijom i dodirnom inficiranih i zdravih plodova. Na temelju višegodišnjih opažanja proizvođača, otkupljivača i stručnjaka poznato je da u Hrvatskoj najveće probleme na plodovima mandarine nakon berbe uzrokuje plava plijesan (*Penicillium italicum* Wehmer, (1894.)), te rjeđe zelena plijesan (*P. digitatum* (Pers.) Sacc.) (Ivić i sur., 2014.; Popović i sur., 2014.; Ivić i sur., 2017.). Do početka uporabe sredstava za tretiranje plodova nakon berbe, plava i zelena plijesan bile su ujedno i najštetnije bolesti agruma u Hrvatskoj. No, opetovanom primjenom samo jedne aktivne tvari, imazalila, za suzbijanje skladišnih bolesti plodova mandarine neminovno je došlo do razvoja rezistentnosti skladišnih populacija truleži. Rezistentnost je utvrđena vizualnim pregledima i monitoringom skladišta (slika 3), te je potvrđena uzorkovanjem simptomatičnih plodova koji su tretirani sredstvima na bazi imazalila i laboratorijskim testiranjem u *in vitro* uvjetima (Mustapić i sur. 2024., neobjavljeni rezultati).



Slika 3. Plava trulež na plodovima nakon fungicidnog tretmana imazalilom (Snimio L. Mustapić)

PREPORUKE PROIZVOĐAČIMA MANDARINA

Preporuke mjera zaštite u voćnjacima

Smanjenje količine otpada u skladištima, odnosno trulih i oštećenih plodova neadekvatnih za tržište, počinje od poduzimanja odgovarajućih mjera u voćnjacima. Glavna mjera koja je propisana i Naredbom o poduzimanju mjera za sprečavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe – *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (NN 53/2023) (Ministarstvo poljoprivrede, 2023c.) propisano je provođenje higijenskih mjera, odnosno prikupljanje i zbrinjavanje svih otpalih plodova s tla na svim mjestima proizvodnje, kao i u subjektima koji obavljaju djelatnost otkupa, pakiranja i skladištenja plodova mandarina. Time se ne smanjuje izvor zaraze samo za sredozemnu voćnu muhu nego i izvor inokuluma za ekonomski važne patogene, u prvom redu za antraknozu na plodovima u voćnjacima te trulež plodova u skladištima. Također, uvođenjem dodatnih fungicidnih tretmana može se smanjiti broj plodova koji su neadekvatni za tržište. Preventivnom aplikacijom fungicidima smanjuje se izvor inokuluma u voćnjacima, te tako i pritisak bolesti kada plodovi dođu u skladišta. Trenutačno su proizvođačima mandarine za suzbijanje antraknoze u voćnjacima na raspolaganju sredstva na bazi bakra i bakrenih spojeva (FIS, 2024). Dodatno, prikladne aktivne tvari za aplikaciju u fenofazama nakon cvatnje i u ranim fazama rasta plodova mogu biti narančino ulje, fludioksonil, sredstva na bazi *Trichoderma* spp. te strobilurini, koji imaju potencijalno učinkovito djelovanje na antraknozu, ali i na trulež plodova u voćnjacima. No, potrebno je istaknuti da sve navedene aktivne tvari trenutačno nemaju dopuštenje za primjenu na mandarina u Hrvatskoj, te zahtijevaju proširenje uporabne dozvole (FIS, 2024.).

Preporuke mjera zaštite u skladištu

Kod tehnologije skladištenja ključno je koristiti sredstva različita mehanizma djelovanja, odnosno izbjegavati opetovanu primjenu jedne aktivne tvari u sezoni. Idealan kandidat za korištenje u „drencher” sustavu uz imazalil su sredstva na bazi aktivne tvari pirimetanil, koja je registrirana u Hrvatskoj za korištenje u „drencher” sustavu u 2023. (tablica 1). Međutim, s obzirom na utvrđene visokorezistentne populacije plave truleži na imazalil u skladišnim prostorima, zasada je preporuka izbjegavati upotrebu sredstva na bazi imazalila minimalno jednu sezonu. To bi trebalo dovesti do smanjenja rezistentnih populacija plave truleži na imazalil u skladišnim, odnosno otkupnim prostorima, i smanjenja pojave skladišnih bolesti općenito. Dodatno, prije svake sezone berbe moguća je fumigacija skladišta, kao i sterilizacija ambalaže, kalibratora i pakirnica, kao ključnih izvora inokula unutar jedne sezone. Konačno, potrebno je osigurati prostornu izolaciju između zdravih i trulih plodova unutar i izvan skladišta, kako bi se spriječila kontaminacija i daljnji epidemiološki ciklus truleži plodova.

Tablica 1. Pregled registriranih aktivnih tvari za suzbijanje štetnika i bolesti mandarine u Hrvatskoj (FIS, 2024).

Table 1. Overview of registered active ingredients for controlling mandarin pests and diseases in Croatia (FIS, 2024).

Aktivna tvar /Sredstvo	Br. tretiranja u vegetaciji	Doza	Vrijeme primjene	Karenca	Štetni organizam
Abamektin Vertimec Pro	2	0,075 %	Proljeće, ljeto	10 dana	Grinje, lisni miner agruma
Acetamidrid Mospilan 20 SG	2	0,25kg/ha uz utrošak vode 2000l/ha	Proljeće	14 dana	Lisne uši, lisni miner agruma
Bacillus thuringiensis Dipel DF	3	0,5-1 kg/ha uz utrošak vode 200-4000l/ha	Proljeće	-	Gusjenica lisnog minera agruma
Deltametrin Decis 100 EC	1	0,075-0,125 l/ha	Kod pojave štetnika	30 dana	Lisne uši, štitaste uši,
Scatto	1	0,3-0,5l/ha		30 dana	sredozemna
Rotor Super	1	0,3-0,5l/ha		30 dana	voćna muha
Demetrina 25EC	1	0,3-0,5l/ha		30 dana	
Fenpiroksimat Nissorun plus	1	1,2l/ha	Od pune cvatnje do zriobe plodova	14 dana	Grinje
Heksitiazoks Shoshi	1	0,015 %	Izlazak ličinki iz jaja, prije pojave odraslih grinja	14	Grinje
Diablo SC	1	0,06-			
Shoshi 25 SC	1	0,15l/ha			
Nissorun plus	1	40-150ml/ha 1,2l/ha			
Lambda-cihalotrin Conetrap ceratitris karatetrap C	1	Ovisno o stupnju zaraze, gustoći i veličini nasada	Let odraslih oblika	-	Sredozemna voćna muha
Masne kiseline kalijeve soli Flipper	5	5-10l/ha	Od bubrenja pupova do pune zrelosti plodova	-	Tripsi, grinje, lisne uši, štitasti moljci

Metaldehid					
Pužomor	2	6kg/ha	Kod pojave	OVP*	Puževi
Metarex inov	4	5kg/ha	štetnika	OVP*	
Metoksifenozyd					
Runner 240 SC	2	0,03-0,04 % uz dodatak 0,5 % mineralnog ulja	Početak napada	14 dana	Lisni miner agruma
Milbemektin					
Milbeknock	1	0,15 %	Kod prve pojave pokretnih stadija štetnika	14	Grinje, lisni miner agruma
Mineralno ulja					
Bijelo ulje	2	1-5 %	Zimsko tretiranje	42 dana	Lisne uši,
Mineralno svijetlo ulje	2 1	1-5 % 20l/ha	pa do bubrenja pupova	42 dana OVP*	štitaste uši, grinje
Ovitex	2	20-30l/ha	Lipanj-kolovoz	/	
Ovipron top	2	1-2 %	Svibanj-rujan	OVP*	
Promanal neu	1	30l/ha	Svibanj-rujan	OVP*	
Laincoil	1	1-1,5 %	Do sazrijevanja	OVP*	
Insectoil key	1	1-1,5 %	plodova	OVP*	
Estiuoil	1	1-1,5 %		OVP*	
Plantoil					
Paecilomyces lilacinus					
Bioact prime	4	0,05 %	Prije sadnje ili u mladom nasadu minimalne starosti 2 godine	-	Nemato-de korijenovih kvržica
Piretrin					
Asset five	2	0,96l/ha	Kod pojave štetnika	1	Lisne uši, štitasti moljci
Piriprosifen					
Brai	1	0,05-0,075 %	Kod prve pojave	30	Štitaste uši
Proximo	1	0,05-0,075 %	štetnika		
Spinosad					
Success bait	-	1-1,5l/ha	Od prve pojave štetnika na plodovima	4	Sredozemna voćna muha
Spirotetramat					
Movento	2	0,06-0,075 % (tripsi), 0,045-0,06 % (lisne uši), 0,045-0,075 % (štitaste uši, štitasti moljci)	Od početka formiranja ploda do faze kada su plodovi na 90 % pune veličine	14	Tripsi, lisne uši, štitasti moljci, štitaste uši

Bakarni spojevi					
Nordox 75 WG	-	0,15 %	Izbjegavati	15	Bakterioze,
Cuprocaffaro	-	0,2 %	primjenu u	15	antraknoza,
50 WP	-	0,25-0,3 %	vrijeme cvatnje,	20	čađavice, rak,
Neoram WG	3	1,4-2,1kg/ha	razdoblja hladnog	OVP*	sušica agruma,
Cuprablau Z 35	1	4l/ha	vremena i visoke	14	gumoza i vlažna
WG			vlage zraka.		trulež plodova
Airone SC	/	0,2 %	Primjena kod	15	(<i>Phytophthora</i>
Bordoška juha			povoljnih uvjeta		spp.)
caffaro 20 WP			za razvoj bolesti		
Fosetil-al					
Aliette flash	1	0,25-0,3 %	Proljeće, ljeto,	15	Gumoza,
Alfil	3	0,25-0,3 %	jesen	15	trulež
Azimet 80 WG	3	0,25-0,3 %		15	korjenova
Golbex WG	3	0,3		14	vrata i vlažna
Keyfol WG	3	0,3 %		14	trulež
Kilate WP	3	0,3 %		14	plodova
Keyfol WP	3	0,3 %		14	(<i>Phytophthora</i>
Golbex WP	3	0,3 %		14	<i>a</i> spp.)
Allum	4	3-6kg/ha		14	
Imazalil					
Citrosol a imad	1	1l/100kg	36h nakon berbe	-	Plava i
2	1	0,5-0,6 %	plodova, u		zelena trulež
Citrocil	1	0,1%-0,4 %	skladištima		plodova
Deccozil EC	1	0,5-0,6 %			
Imacide 7,5 LS					
Kalijevi					
fosfonati	1	0,7-1 %	Nakon berbe	OVP*	Gumoza i
Savial post	1	0,7-1 %			vlažna trulež
Blakmur	1	0,7-1 %			plodova
Post-phite					(<i>Phytophthora</i>
					<i>a</i> spp.)
Narančino ulje					
Prev-gold	3	400ml/100l	Od početka		Crveni pauci
		vode	razvoja izboja do		
			dozrijevanja		
			plodova		
Pirimetaniil					
Penbotec 400	1	0,25L/100L	Nakon berbe, u	OVP*	Plava i
SC		(„drencher“)	skladištima		zelena trulež
		ili 0,5l/100l			plodova
		(prskanje,			
		vosak)			
Propamokarb					
Proplant	3	0,2 %	Proljeće/ljeto/	OVP*	Trulež
		(zalijevanje)	jesen		korijenovog
					vrata
					(<i>Phytophthora</i>
					<i>a</i> spp.)

Sumpor

Cosavet DF	4	0,2 %	Kod pojave	5	Grinje,
Microthiol special dispers	8	3-7,5 kg/ha	pepelnice ili grinja	OVP*	pepelnica

*osigurano vremenom primjene

ZAKLJUČAK

Ekonomska održivost proizvodnje i trženja mandarine ovisi uvelike o smanjenju gubitaka uzrokovanih propadanjem plodova u fazi nakon berbe (eng. 'post-harvest'), s obzirom na to da se upravo tu nagomilavaju najveći gubici u obliku velike količine plodova zbrinutih kao otpad. Integrirana zaštita mandarine od truleži plodova započinje obavljanjem higijenskih mjera i uvođenjem fungicidnih tretmana u voćnjacima u kasnijem vegetacijskom ciklusu (nakon cvatnje, rast i razvoj plodova) te primjenom sredstava različita mehanizma djelovanja za tretiranje plodova netom prije skladištenja kako bi se izbjegla pojava rezistentnosti. Samo se zajedničkim pridržavanjem svih propisanih i preporučenih mjera u voćnjacima i otkupnim centrima može postići poboljšanje zdravstvenog stanja plodova mandarina, što je strateški vrlo važno svim dionicima proizvodnog i tržišnog lanca, uključujući i krajnje potrošače.

MANDARIN PLANT HEALTH ANALYSIS IN THE NERETVA VALLEY AND ITS MANAGEMENT**SUMMARY**

Recently, the health status of mandarins, the most important citrus in Croatia, has deteriorated. The reason for this is a combination of various factors, including the outbreak and spread of the quarantine pest, orange spiny whitefly (*Aleurocanthus spiniferus* (Quaintance, 1903)), the reduction and lack of available pesticides, the increased pressure of economically important pests and their resistance to approved pesticides. Despite the record harvest numbers, estimated at more than 60 000 tons, in 2023 the mandarin fruit production was challenging due to the aforementioned factors. Therefore, sustainability of the production in the future is questioned. Regarding plant pest management, increased occurrence of fungal diseases in the field in the stages of fruit development and maturation was recorded. The causative agent was determined as citrus anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.)). In the post-harvest phase, the main pathogen was blue rot *Penicillium italicum* (*Penicillium italicum* (Pers.) Sacc.) which, in accordance with the anthracnose, was the main reason for heavy losses during calibration and storage. We estimate 6 000 tons of fruits was disposed as industrial waste,

and 4 000 tons of fruit remained in the field as left-over in the canopy or on the ground. Fungicide control in the field is not a common practice while only one active substance, imazalil, is used in the "Drencher" system to control storage pathogens. As part of the research and monitoring carried out by the Centre for plant protection (Croatian agency for agriculture and food), the sensitivity of storage populations of *P. italicum* to the active substance imazalil was investigated *in vitro*. Results show the need for implementation of new strategies and approaches in the integrated production and pest management of mandarins in Neretva valley. Most importantly, there is an urgent need for the replacement of imazalil in the post-harvest fungicide treatment as well as the control of fruit pathogens in the field. In this paper we give an overview of major plant pest management issues in mandarin fruit production in 2023. including possible solutions and recommendations.

Keywords: Mandarin orange, integrated pest management, resistance

LITERATURA

Bjeliš, M., Marić, N., Popović, L., Strikić, F., Poljak, V. (2020.). Uzročnici propadanja svježih plodova mandarine - *Citrus unshiu* tijekom trženja. Zbornik radova 32. seminara "DDD i ZUPP '20", Novi Vinodolski, 31.3.-3.4.2020., 159-166.

Bjeliš, M., Popović, L., Kiridžija, M., Ortiz, G., Pereira, R. (2016). Suppression of Mediterranean Fruit Fly Using Sterile Insect Technique in Neretva River Valley of Croatia. Proceedings of the 9th International symposium on fruit flies of economic importance. Urednici: Sabater-Munoz, B., Vera, T., Pereira, R., Orankanok, W. 14-16.05.2014., Bangkok, Tailand, 29-45.

Bjeliš, Ž., Babić, M., Filipović, I., Blažević, T. (2019.). Analiza i smjernice proizvodnje mandarina u dolini Neretve. Udruga proizvođača agruma i povrća "Neretvanska mladež", 1-30.

Cvjetković, B. (2010.). Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze. Zrinski d.d., Čakovec.

FIS (2024.). Fitosanitarni informacijski sustav, popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan 21.02.2024., Republika Hrvatska, Ministarstvo poljoprivrede, dostupno na: <https://fis.mps.hr/fis/javna-trazilica-szb/> (pristupljeno: 21. 2. 2024.)

Ivić, D., Popović, L., Arnaut, P., Deak, S., Bjeliš, M. (2017.). Etiologija i epidemiologija antraknoze agruma u Hrvatskoj. Sažeci 61. Seminara biljne zaštite, Opatija, 7. – 10. veljače 2017., 21-22.

Ivić, D., Popović, L., Roglić, A., Bjeliš, M. (2014.). Nalaz crne truleži, antraknoze i sive plijesni na plodovima mandarine nakon berbe. Agronomski glasnik, 76, 1-2, 83-94.

Mijušković, M. (1966.). Prilog proučavanju *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., uzročnika antraknoze agruma. Poljoprivreda i šumarstvo 12, 1-32.

Ministarstvo poljoprivrede (2023a). Akcijski plan o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe (*Ceratitidis capitata*) u dolini rijeke Neretve, za razdoblje 2023.-2025, 1-33, dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/vijesti/donesen-akcijski-plan-o-poduzimanju-mjera-za-sprjecavanje-sirenja-i-suzbijanje-sredozemne-vocne-muhe/6168> (pristupljeno: 21. 2. 2024.)

Ministarstvo poljoprivrede (2023b). Odluka o određivanju demarkiranih područja u kojima se provode mjere za obuzdavanje širenja narančina trnovitoga štitastog moljca – *Aleurocanthus spiniferus* (Quantance). Narodne novine, 36, 616

Ministarstvo poljoprivrede (2023c). Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje sredozemne voćne muhe - *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Narodne novine, 53.

Popović, L., Bjeliš, M., Ivić, D. (2014.). Značaj provođenja mjera higijene voćnjaka u uzgoju mandarine. Zbornik sažetaka 9. znanstveno-stručnog savjetovanja hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem, Split, 6. – 8. 3. 2014., 92-93.

Popović, L., Bjeliš, M., Ivić, D., Deak, S., Mustapić, P. (2015.). Potreba provođenja higijene u voćnjacima mandarina i zbrinjavanje otpada u otkupnim centrima, Program i sažetci 59. seminara biljne zaštite, Cvjetković, Bogdan (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo biljne zaštite, 2015. str. 57-57.

Službeni list Europske unije (2016). Uredba (EU) 2016/2031 Europskog Parlamenta i Vijeća od 26. listopada 2016. o zaštitnim mjerama protiv organizama štetnih za bilje i o izmjeni uredaba (EU) br. 228/2013, (EU) br. 652/2014 i (EU) br. 1143/2014 Europskog parlamenta i Vijeća te stavljanju izvan snage direktiva Vijeća 69/464/EEZ, 74/647/EEZ, 93/85/EZZ, 98/57/EZ, 2000/29/EZ, 2006/91/EZ i 2007/33/EZ, L 317 (59), 4-104.

Statistički ljetopis (2019.). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske.

Stručni rad

Tihomir VALIDŽIĆ¹, Dario IVIĆ², Adrijana NOVAK²

¹Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede, Područna služba za stručnu podršku Osijek

²Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
tihomir.validzic@mps.hr

ŠIRENJE GLJIVIČNIH BOLESTI – NOVI IZAZOV KOMERCIJALNOJ PROIZVODNJI BADEMA U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

SAŽETAK

Uspješna komercijalna proizvodnja badema u istočnoj Hrvatskoj sve je ugroženija širenjem gljivičnih i bakterijskih bolesti koje mogu uništiti više od 80 % uroda. Znanost za sada nema odgovor o razlozima nagloga širenja takvih bolesti, ali se pretpostavlja da su klimatske promjene i širenje proizvodnih područja uzgoja badema iz mediteranskog dijela dublje na europski kontinent okidači aktivacije poznatih gljivičnih i bakterijskih patogena kao vrlo opasnih bolesti. Nakon ulaska u Europsku uniju, u Republici Hrvatskoj sade se veći komercijalni nasadi badema ponajviše u Istri i Dalmaciji. Istodobno su u istočnoj Hrvatskoj podignuti manji komercijalni nasadi površine od jednog do sedam hektara, od kojih su neki stariji od 12 godina. Tijekom vegetacijske sezone 2023., na lokalitetu Aljmaš, uzorkovani su zaraženi listovi, plodovi, rodni izbojci i kora debla. Uzorci zaražena biljnog materijala uzeti su u trajnom nasadu badema površine 2,16 ha i starosti 6 godina. Simptomi na uzorkovanom biljnom materijalu bili su vrlo slični: odumiranje skeletnih grana, palež i sušenje rodni izbojaka, prisutnost narančastog ili prozirnog eksudata na plodovima i izbojcima, rak-rane na izbojcima i deblima te nekrotične lezije na plodovima i izbojcima. Morfološkom i molekularnom analizom sekvenci ribosomske DNA, u uzorcima je utvrđena prisutnost četiriju gljivičnih patogena: *Phomopsis velata* (sušenje pupa i izbojaka), *Neofusicoccum parvum* (gljivični rak), *Colletotrichum acutatum* (antraknoza) i *Monilinia laxa* (palež cvijeta i mladica). *Colletotrichum acutatum* prvi je put molekularno potvrđen na bademu u Republici Hrvatskoj, a identifikacija vrste *Phomopsis velata* smatra se prvim nalazom toga patogena na bademu u našoj zemlji. Ovaj rad daje prikaz životnog ciklusa, simptomatologije i epidemiologije četiriju navedenih patogena, kao i trenutačno dostupnih mjera i metoda zaštite badema od spomenutih bolesti.

Ključne riječi: badem, *Phomopsis velata*, *Neofusicoccum parvum*, *Colletotrichum acutatum*, *Monilinia laxa*, mjere zaštite

UVOD

Badem, *Prunus amygdalus* (*syn. P. dulcis*), sredozemna je voćna kultura koja pripada porodici ružovki (*Rosaceae*). U RH naziva se još i bajam, mendula, slatki

bajam ili slatki badem. Badem je jedina vrsta iz roda *Prunus* koja se uzgaja isključivo za iskorištavanje jezgre (sjemenke), pa se klasificira kao orašasti plod, a ne kao koštuničasto voće (Socias i Gradziel, 2017.).

Više od 90 % tržišnih potreba RH za bademom zadovoljava se uvozom iz drugih zemalja, stoga je posljednjih 20-ak godina povećan interes za sadnjom većih komercijalnih nasada badema. Danas nije neuobičajeno da se nasadi podižu i u istočnoj Hrvatskoj, veći i od dva hektara i stariji od 12 godina. Osnovni je problem u zaštiti intenzivnih nasada badema u istočnoj Hrvatskoj nedovoljna educiranost voćara o dostupnim mjerama i metodama zaštite, kao i nedostatak dovoljnog broja registriranih sredstava za zaštitu bilja.



Slika 1. Trajni nasad badema u k.o. Aljmaš (2,16 ha) u kojemu su pronađene četiri vrlo opasne gljivične bolesti (snimio T. Validžić)

Podatci o ukupno prijavljenim površinama badema u RH i istočnoj Hrvatskoj za ostvarivanje državne potpore u 2023. godini prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Površine nasada badema u RH i pet slavonskih županija u 2023. godini (Izvor: APPRRR, 2023)

Table 1. Total crop area of almond plantations in the Republic of Croatia and five Slavonian counties in 2023 (Source: APPRRR, 2023)

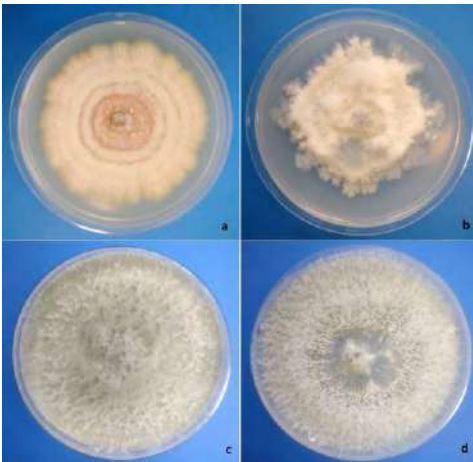
	Površina (ha)	Broj gospodarstava
Badem – ukupno u RH	1.150	1.282
Badem - istočna Hrvatska (županije: <i>Osječko-baranjska, Vukovarsko-srijemska, Brodsko-posavska, Požeško-slavonska i Virovitičko-podravska</i>)	75	70

Ovim se radom želi dati prikaz simptomatologije te do sada poznate epidemiologije četiriju gljivičnih bolesti koje su u vegetacijskoj sezoni 2023. pronađene u nasadu badema na lokalitetu Aljmaš – sušenja pupa i izbojaka (*Phomopsis velata*), gljivičnog raka (*Neofusicoccum parvum*), antraknoze (*Colletotrichum acutatum*) i paleži cvijeta i grančica (*Monilinia laxa*). Ovaj će rad također dati prikaz trenutačno dostupnih mjera zaštite badema od četiriju navedenih bolesti kako bi se voćarima omogućila tržišno konkurentna proizvodnja u RH.

MATERIJALI I METODE

Uzorci biljnog materijala (zaraženi listovi, mladi izbojci i plodovi, kora debla i skeletnih grana) uzeti su tijekom mjeseca kolovoza 2023. godine u trajnom nasadu badema na lokalitetu u k.o. Aljmaš (koordinate: 45°31'23,69" N i 18°58'15,80" E), površine 2,16 ha i starosti 6 godina (slika 1). Laboratorijska analiza provedena je u Centru za zaštitu bilja – HAPIH, Zagreb. Plodovi i kora isprani su vodom, izrezani i površinski sterilizirani u 70 %-tnom etanolu te postavljeni na inkubaciju u vlažnu komoru pri 22 – 25 °C. Izbojci su isprani vodom te razrezani na fragmente veličine do 5 mm, koji su sterilizirani u etanolu, isprani u demineraliziranoj vodi, prosušeni i inokulirani na krumpir-dekstrozni agar (KDA). Nakon 7 do 10 dana inkubacije, listovi, plodovi i kora mikroskopski su analizirani na prisutnost gljiva. Konidije, acervuli ili druge gljivične strukture koje su se razvile prebačene su na KDA. Također, pregledane su i kulture razvijene na KDA iz fragmenata izbojaka.

Preliminarna identifikacija utvrđenih vrsta gljiva provedena je na temelju morfologije kultura na KDA (slika 2). S listova je izoliran *Colletotrichum* sp. S plodova su izolirani *Colletotrichum* sp., *Monilinia* sp. i *Neofusicoccum* sp. S izbojaka su izolirani *Phomopsis* sp. i *Neofusicoccum* sp. Svi izolati, osim onih *Neofusicoccum* sp., sporulirali su na KDA.



Slika 2. Kulture patogenih gljivica na hranjivoj podlozi: a) *Colletotrichum acutatum*, b) *Monilinia laxa*, c) *Neofusicoccum parvum*, d) *Phomopsis velata* (snimio D. Ivić)

Identifikacija do razine vrste provedena je lančanom reakcijom polimerazom (PCR) i sekvenciranjem. Ukupan DNA izoliran je iz micelija kompletnom DNeasy Plant Kit® (Qiagen), nakon čega je proveden PCR s parom početnica ITS1/ITS4

(White i sur., 1990.). Parametri reakcije bili su 95 °C/2 min, 30 x (95 °C/20 sek, 55 °/25 sek, 72 °C/50 sek) i 72 °C/10 min. PCR produkti vizualizirani su elektorforezom na 1 %-tnom agaroznom gelu (45 min pri 110 V), pročišćeni GenElute® PCR Clean-Up kompletom (Sigma-Aldrich, USA) te poslani na sekvenciranje u Macrogen Europe®. Dobivene sekvence sastavljene su, provjerene, uređene i konačno uspoređene sa sekvencama iz Genbank® online baze podataka korištenjem računalnog programa Geneious Prime 2023.1.1 (<http://www.geneious.com>). Na temelju podudarnosti sekvenci (sve 99 % ili više) sa postojećima iz baze, vrste su determinirane kao *Colletotrichum acutatum*, *Monilinia laxa*, *Neofusicoccum parvum* i *Phomopsis velata*.

SUŠENJE PUPA I IZBOJAKA (*Phomopsis velata*, sin. *Diaporthe eres* Nitschke)

Vrste iz roda *Diaporthe* i njihov nespolni stadij razvoja *Phomopsis* spp. uzročnici su bolesti širokog spektra biljnih domaćina, od kojih su neke gospodarski važne u cijelom svijetu (Ristić i sur., 2016.). Prikrivena tzv. kriптиčna diversifikacija, fenotipska plastičnost te spolni i nespolni stadiji razmnožavanja kompliciraju točnu identifikaciju vrsta u tom rodu (Udayanga i sur., 2014.). Sušenje pupa i izbojaka (*Phomopsis velata*) posljednjih se godina naglo širi u nasadima u cijelom mediteranskom bazenu. U stručnoj literaturi za vrstu *P. velata* pojavljuje se 31 sinonim, od kojih se najčešće koristi *Diaporthe eres*. Ovaj rad potvrđuje prvi nalaz *P. velata* u bademu u RH (morfološka i molekularna analiza sekvenci ribosomske DNA). Prvi nalaz vrlo srodne vrste *Phomopsis amygdali* potvrđen je molekularnom analizom u nekoliko nasada u Republici Mađarskoj 2017. godine (Varjas i sur., 2017.).

Simptomatologija i epidemiologija

Tipičan je simptom napada *P. velata* nekrotično odumiranje kore na rodnim izbojcima, što rezultira sušenjem izbojka i pripadajućih pupova (slika 3). Sekundarni je simptom povremeno lučenje gumoznog eksudata (smolotok) iz rak-rana. Kod uznapredovale zaraze može doći do sušenja skeletnih grana ili čak do propadanja cijelog stabla. Početni simptomi pojavljuju se na peteljci, listu ili rodnim izbojcima na kojima se vide karakteristične prugaste lezije (Miličević, 2023.; Pereira Bezerra i Fan, 2022.). Patogen se širi abiotičkim čimbenicima (voda i vjetar), razvojem spolnih i nespolnih spora. Vrsta *D. eres* ima spolne i nespodne oblike. Kod spolnog stadija gljivica stvara askuse s osam askospora. Nespolni stadij *P. velata* razvija piknide s piknosporama. Patogen prezimljava u rak-ranama tvoreći plodna tijela peritecije s askosporama koje ostvaruju primarnu zarazu na proljeće (Udayanga i sur., 2014.).



Slika 3. Simptomi napada *P. velata* na rodnom izbojku badema (snimio T. Validžić)

Zaštita

U zaštiti badema od gljivičnog raka za sada su dostupne samo preventivne mjere. Preventivnim pomotehničkim mjerama nastoji se postići smanjenje primarnog inokuluma u zaraženu nasadu, tj. smanjenje „udomaćivanja“ patogena na najmanju moguću mjeru (Pereira Bezerra i Fan, 2022.). Ta preventivna mjera obuhvaća uklanjanje zaraženih izbojaka i grana te spaljivanje izvan nasada (sanitarna rezidba). Miličević, 2023., navodi kako se mogu provesti preventivni tretmani fungicidima na bazi bakra (*bakreni hidroksid*) u sklopu programa zaštite badema od šupljikavosti lista (*Stigmia carpophila*), kovrčavosti lista (*Taphrina deformans*) i dr. Tretmani se provode dva do tri puta godišnje, i to ujesen prije opadanja lišća, zatim pred kretanje vegetacije i u proljeće nakon cvatnje. Prema FIS-u, od 19. 2. 2024. u RH nemamo fungicida registriranih za suzbijanje sušenja pupa i izbojaka.

GLJIVIČNI RAK BADEMA (*Neofusicoccum parvum*)

Gljivični rak badema, koji uzrokuje patogena gljivica *Neofusicoccum parvum*, pripada skupini vrlo opasnih i žestokih patogena iz porodice *Botryosphaeriaceae*. U svijetu se provode intenzivna istraživanja gljivičnog raka, te je utvrđeno da se ne radi o jednom, već o kompleksu patogena iz rodova *Aplosporella*, *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Neofusicoccum* i dr., koji redovito prate jedni druge u zaraženim nasadima (Gramaje i sur., 2012.). Ta pojava znatno otežava evaluaciju simptoma bolesti na bademu jer je za sada vrlo teško odrediti koja je vrsta primarni patogen u analiziranom biljnom materijalu, ili se možda radi o kumulativnoj patogenosti više vrsta gljivica.

U nasadima badema u Kaliforniji voćari posljednjih godina prijavljuju gubitke od 10 % stabala svake vegetacijske sezone (Michailides i sur., 2018.). Ako se prvi simptomi na voćnim vrstama pojave u obliku odumiranja dijelova krošnje, u zapadnoj literaturi bolest se naziva *Canopy canker* (Moral i sur., 2019.), a simptomi bolesti na deblu uz obilan narančasti smolotok, nazivaju se *Band canker* (Michailides i sur., 2018.).



Slika 4. Simptomi zaraze *N. parvum* na peteljka plodova badema (Snimio: T. Validžić)

Simptomatologija i epidemiologija

Početni simptomi gljivičnog raka vidljivi su na krošnji – nagla kloroza i sušenje listova, sušenje plodova i smolotok, odumiranje jednogodišnjih izbojaka i skeletnih grana. Početni simptomi na deblu vide se kao nekrotične lezije na kori (rak-rane), koje se radialno šire u obliku prstena iz kojih se luči obilan narančasti smolotok (slika 6). Provodno tkivo ksilema nekrotizira i dobiva tamniju boju (slika 5). Na poprečnu presjeku odumrlih grana uočavaju se nekrotizirani dijelovi ksilema u obliku kružnih isječaka veće ili manje površine (Gramaje i sur., 2012.).



Slika 5. Nekrotične lezije na kori skeletne grane badema uz lučenje narančastog smolotoka i vidljivu nekrozu provodnog tkiva (Snimio: T. Validžić)

Epidemiologija i životni ciklus *N. parvum* na bademu za sada nisu detaljno istraženi. Općenito su vrste iz porodice *Botryosphaeriaceae* monociklički ili policiklički patogeni. U oba slučaja intenzitet zaraze i jačina simptoma uvelike

ovise o količini primarnog inokuluma (Moral i sur., 2019). Patogen prodire u biljno tkivo putem prirodnih otvora ili svježih rana nastalih rezidbom, strojnim otresanjem u berbi, tučom i mazopucom (Gramaje i sur., 2012.). Izvori primarnog inokuluma mogu biti okolna vegetacija, nasadi drugih vrsta (orah) ili zapušteni nasadi badema, oraha, pistacije, s kojih se spore putem vjetra ili vode prenose u nasad badema na svježe rane od rezidbe ili oštećenja na kori (Michailides i sur., 2018; Trouillas, 2021.).



Slika 6. a) Početni simptomi gljivičnog raka na deblu badema (eng. Band canker), b) Završni simptom – odumiranje debla (snimio: T. Validžić)

Zaštita

U svijetu za sada nisu poznate ili dostupne nikakve kurativne mjere u zaštiti badema od gljivičnog raka. Kada je stablo zaraženo rakom, općenito se ne može izliječiti, pa su ključne preventivne mjere (Trouillas, 2021.). Kritična pomotehnička mjera je rezidba, jer patogen prodire u stablo kroz svježe rane od rezidbe. Stoga je općenita preporuka da se zimska rezidba nasada ne obavlja za vrijeme kišna ili maglovita vremena. Premazivanje svježih rana od rezidbe aktivnom tvari *Tiofanat-metil* ili biološkim preparatom na bazi *Trichoderma atroviride* soj SC1 pokazalo je vrlo veliku učinkovitost u sprječavanju prodora *Botryosphaeriaceae* vrsta koje izazivaju simptome gljivičnog raka, u rasponu od 80 do 100 % (Trouillas, 2021). Prema FIS-u, od 19. 2. 2024. za suzbijanje gljivičnog raka u RH nemamo registriranih fungicidnih pripravaka. Pripravak Vintec (*Trichoderma atroviride* soj SC1) registriran je za

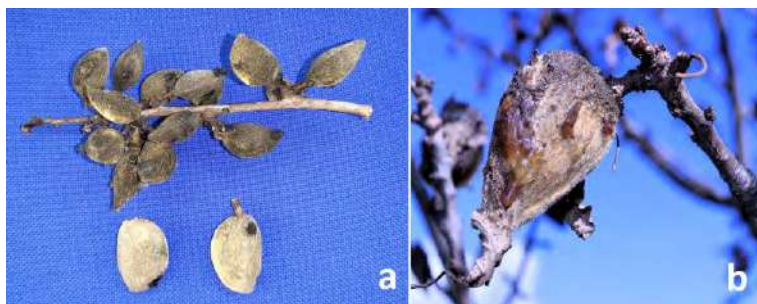
primjenu u vinovoj lozi za premazivanje rana od rezidbe u zaštiti od eske, eutipoze i sive grožđane plijesni (FIS, 2023).

ANTRAKNOZA BADEMA (*Colletotrichum acutatum*)

Antraknoza badema, čiji je uzročnik gljivica *Colletotrichum acutatum*, trenutačno je jedna od najznačajnijih bolesti badema u mediteranskom bazenu, Kaliforniji i Australiji. Razlogom nagla širenja bolesti smatraju se klimatske promjene koje su omogućile uzgoj badema u potpuno novim klimatskim, edafskim i orografskim uvjetima (Arquero i sur., 2013.). Prisutnost *C. acutatum* u nasadu badema u RH prvi put je potvrđena i morfološkom i molekularnom analizom sekvenci ribosomske DNA.

Simptomatologija i epidemiologija

Patogena gljivica *C. acutatum* uglavnom napada plodove badema, ali mogu biti zahvaćeni i cvjetovi, listovi i rodne grančice (Palacio-Bielsa i sur. 2017.). Najuočljiviji simptomi bolesti budu na plodovima u obliku udubljenih, okruglih, narančasto-smeđih lezija promjera 5 do 12 mm s obilnim narančastim smolotokom (slika 7). Zaraženi plodovi suše se i mumificiraju te otpadaju sa stabala tijekom ljeta (López-Moral i sur., 2020.). Manji broj zaraženih i mumificiranih plodova ostaje na stablima sve do proljeća sljedeće vegetacijske sezone i osnovni su izvor inokuluma za ostvarivanje primarnih zaraza (Förster i Adaskaveg, 1999.). Kod jače zaraženih stabala dolazi do odumiranja skeletnih grana. Lišće na zaraženim stablima može pokazivati simptome nekrotičnih lezija crvene boje, koje se šire od rubova i zahvaćaju cijelu plojku lista (López-Moral i sur., 2017.).



Slika 7. a) Zaostajanje u razvoju i mumifikacija plodova badema kao posljedica ranog napada gljivice *C. acutatum*, b) narančasti smolotok na plodovima zaraženima s *C. acutatum* (snimio T. Validžić)

C. acutatum pripada skupini policikličkih patogena jer u jednoj godini dovrši dva ili više životnih ciklusa. Gljivica prezimi uglavnom u mumificiranim plodovima koji ostaju na stablima. Primarne zaraze ostvaruju se u proljeće. Konidije se šire kišom, a primarne zaraze ostvaruju se na cvjetovima, listovima

ili mladim zametnutim plodovima, koji su i najosjetljiviji na napad. Osnovni preduvjet za širenje sekundarnih (ljetnih) zaraza svakako je voda (oborine ili navodnjavanje kišenjem), (López-Moral i sur., 2020.; Peres i sur., 2005.).

Zaštita

Provođenje preventivnih mjera posebno je važno jer se bolest nakon primarne zaraze polako širi i udomaćuje u nasadu (López-Moral i sur., 2020.). Preventivne mjere odnose se na pomotehniku – sanitarna rezidba zaraženih izbojaka i grana te uklanjanje mumificiranih plodova iz nasada. Dobru preventivnu fungicidnu zaštitu nasada badema u SAD-u i Španjolskoj pružili su pripravci na bazi: *klorotalonila*, *fenbukonazola*, *propikonazola*, *tebukonazola*, *iprodiviona*, *mankozeba*, *tiofanat-metila*, *azoksistrobina*, *piraklostrobina*, *boskalida*, *fluopirama* i *folpeta*. S preventivnim fungicidnim tretmanima treba započeti u fenofazi bijelih balona ili kada je 5 % do 10 % cvjetova otvoreno. Za vlažna i kišovita vremena potrebno je provesti 2 do 3 tretmana u razmacima od 10 do 14 dana (Adaskaveg i sur., 2017.; Lovera i sur., 2019.). Prema FIS-u, od 19. 2. 2024. u RH nemamo fungicida registriranih za suzbijanje antraknoze, iako je pripravak Signum (*piraklostrobin + boskalid*), registriran za suzbijanje paleži cvijeta i mladica (*Monilinia* spp.) i šupljikavost lista (*Wilsonomyces carpophilus*).

PALEŽ CVIJETA I SUŠENJE GRANČICA BADEMA (*Monilinia laxa*)

Palež cvijeta i sušenje mladica zajednički je naziv simptoma koje na bademu izazivaju gljivice *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena*, a sve češće i *Monilinia fructicola*. Sve tri vrste registrirane su i u RH na mnogim koštuničastim i jezgričastim voćnim vrstama, posebno kao tzv. skladišne bolesti (Ivić i Novak, 2012.). Štete na bademu mogu biti različite, ovisno o fenofazi razvoja.



Slika 8. a) *Monilinia laxa*, simptomi na rodnoj grančici; b) rak-rana na dvogodišnjoj grani badema (snimio T. Validžić)

Simptomatologija i epidemiologija

Kao posljedica ranog napada *M. laxa*, latice zaraženih cvjetova s pripadajućim mladim listovima posmeđe, nakon čega se suše i nekrotiziraju (slika 8). Sa

zaraženih cvjetova gljiva se širi i u mlade izbojke koji se suše zajedno s pripadajućim listovima. Na zaraženim izbojcima mogu se formirati rak-rane eliptična oblika koje su, uz mumificirane plodove na stablima, izvor inokuluma za primarne zaraze u sljedećoj vegetacijskoj sezoni (Holb, 2008.). Zaražene grančice s rak-ranama mogu se ukloniti iz nasada jedino sanitarnom rezidbom.

Zaštita

Osnovna zaštita badema od *M. laxa* treba se temeljiti na sprječavanju primarnih zaraza pred početak cvatnje ili u samoj cvatnji. Vrlo važna preventivna mjera obuhvaća mehaničko uklanjanje i iznošenje iz nasada mumificiranih plodova iz prethodne vegetacije, kao i sanitarnu rezidbu i spaljivanje sasušeni jednogodišnjih izbojaka. U uvjetima niske relativne vlage zraka, izostanka oborina i niske koncentracije inokuluma, nasad se može zaštititi jednim fungicidnim tretmanom u fenofazi ružičastog pupa, tj. kada je 5 do 10 % cvjetova otvoreno (Adaskaveg i sur., 2017.). Prema FIS-u, od 19. 2. 2024. za ovu su namjenu u RH registrirani slijedeći pripravci: Signum (*piraklostrobin + boskalid*) i biološki pripravak Serenade aso (*Bacillus amyloliquifaciens* soj QST 713), (FIS, 2023).

REZULTATI I RASPRAVA

Istraživanja u svijetu i RH pokazuju kako se na bademu svake godine, uz već poznate patogene i bolesti, pronalaze i nove gljivične bolesti. Iz toga proizlazi da patogeni potencijal mnogih već poznatih gljivica nije ni približno iscrpljen. To potvrđuju i recentna istraživanja u Iranu i Maroku. Mirabdollahi i sur., 2019., istraživali su masovno propadanje cijelih stabala/grmova divljega badema (*Amygdalus scoparia* Spach) u Iranu (slika 9). Identificirani patogeni koji su izazivali simptome raka i odumiranja u većem postotku bili su: *Wilsonomyces carpophilus*, *Thyrostroma cornicola*, *Collophorina paarla* i *Ulocladium consortiale*. U manjim postotcima bili su determinirani slijedeći patogeni: *Endoconidioma populi*, *Microsphaeropsis olivacea*, *Trichoderma asperellum*, *Paecilomyces formosus*, *Sacrothecium rubi*, *Preussia sp.* i *Chaetomium globosum*. Goura i sur., 2023., istraživali su u Maroku vrlo jak intenzitet odumiranja (canker), skeletnih grana i stabala badema. Identificirana su četiri gljivična patogena, i to: *Curvularia hawaiiensis*, *Fusarium ambrosium*, *Lasiodiplodia theobromae* i *Chondrestereum purpureum*.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju vrlo visoku akumulaciju novoidentificiranih patogena u pojedinim proizvodnim područjima badema, koji bi se u bliskoj budućnosti mogli proširiti i na sva proizvodna područja u svijetu.



Slika 9. Grm divljeg badema *Amygdalus scoparia* u rezervatu prirode u Iranu (Izvor: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/505437.html>)

ZAKLJUČAK

Proizvodnja badema u svijetu, pa tako i u RH, postaje sve složenija, posebno što se tiče zaštite od gljivičnih bolesti. Gotovo svake godine u svijetu se otkrivaju novi patogeni koji ugrožavaju stabilnu proizvodnju badema. Pretpostavlja se da su klimatske promjene (stres voćaka), promjene u tehnologiji sadnje (vrlo velik broj stabala po jedinici površine), kao i širenje proizvodnih područja badema „dublje na kontinent“, prouzročili masovnu reaktivaciju poznatih i prisutnih (gljivičnih i bakterijskih) patogena kao vrlo opasnih bolesti. Pojedini autori opisane patogene u stručnoj literaturi nazivaju „uspavani divovi“ (sleeping giants).

Ovaj je rad pokazao kako u svrhu zaštite badema od sušenja pupa i izbojaka, gljivičnog raka, antraknoze i paleži cvijeta i mladica, voćari imaju na raspolaganju samo preventivne agrotehničke/pomotehničke i preventivne kemijske mjere zaštite. Sva dosadašnja istraživanja u svijetu pokazala su kako kurativni tretmani protiv tih četiriju gljivičnih bolesti nisu učinkoviti.

S obzirom na sve to, u EU-u situaciju posebno otežava činjenica vrlo stroge zakonske regulative u području registracije i primjene sredstava za zaštitu bilja te zdravstvene sigurnosti hrane. Te činjenice posebno su svjesni stručnjaci i specijalisti zaštite bilja (zaštitari), koji se trenutačno s gledišta prakse na terenu, nalaze u vrlo nezavidnoj situaciji.

Recentni rezultati istraživanja u Iranu i Maroku, blago rečeno, uznemirujući su zbog većega broja novopronađenih gljivičnih patogena na divljem bademu, koji mogu biti primarni inokulum i u bliskoj se budućnosti mogu potencijalno aktivirati kao nove vrlo opasne bolesti badema.

SPREADING OF FUNGAL DISEASES – A NEW CHALLENGE TO THE COMMERCIAL PRODUCTION OF ALMOND IN EASTERN CROATIA

SUMMARY

The successful commercial production of almond in eastern Croatia is increasingly threatened by the spread of fungal and bacterial diseases that can destroy more than 80% of the crop. For now, science has no answers about the reasons for the sudden spread of the mentioned diseases, and the assumption is that climate change and the expansion of the production areas of almond cultivation from the Mediterranean part deeper into the European continent are the triggers for the activation of known fungal and bacterial pathogens as very dangerous diseases. After joining the European Union, larger commercial almond plantations are being planted in the Republic of Croatia, mostly in Istria and Dalmatia. At the same time, smaller commercial almond plantations of 1-7 hectares, some of which are older than 12 years, were planted in eastern Croatia. During the growing season of 2023, at the Aljmaš locality, infected leaves, fruits, reproductive shoots and trunk bark were sampled. Samples of infected plant material were taken in a almond plantation with an total crop area of 2.16 ha and an age of 6 years. The symptoms on the sampled plant material were very similar: death of skeletal branches, shoots blight, presence of orange or transparent exudate on fruits and shoots, cancer on shoots and trunks, and necrotic lesions on fruits and shoots. Morphological and molecular analysis of ribosomal DNA sequences revealed the presence of four fungal pathogens in the samples: *Phomopsis velata* (shoot blight), *Neofusicoccum parvum* (canopy canker), *Colletotrichum acutatum* (anthracnose) and *Monilinia laxa* (brown rot blossom blight). *Colletotrichum acutatum* was molecularly confirmed for the first time on almonds in the Republic of Croatia, while the identification of the species *Phomopsis velata* is considered the first finding of this pathogen on almonds in the Republic of Croatia. This Paper provides an overview of the life cycle, symptomatology and epidemiology of the four mentioned pathogens, as well as the currently available measures and methods of protecting almond from the mentioned diseases.

Keywords: Almond, *Phomopsis velata*, *Neofusicoccum parvum*, *Colletotrichum acutatum*, *Monilinia laxa*, control measures

LITERATURA

Adaskaveg, J.E., Gubler, W.D., Duncan, R., Stapleton, J.J., Holtz, B.A., Trouillas, F.P. (2017.). UC IPM Pest Management Guidelines: Almond UC ANR, Publication 3431. Dostupno na: <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/almond/anthracnose/#MANAGEMENT>, (pristupljeno: 8. 10. 2023.)

APPRRR (2023.). Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju, dostupno na: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.apprrr.hr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2023%2F09%2FTrazene-kulture-na-Jedinstvenom-zahtjevu-iz-2023.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK>, (pristupljeno: 7. 11. 2023.)

Arquero, O., Belmonte, A., Casado, B., Cruz-Blanco, M., Espadafor, M., Fernández, J.L., Gallego, J.C., García, A., Lorite, I., Lovera, M., et al. (2013.). Manual del Almendro, Ediciones Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural Sevilla, p. 81.

FIS (2023.). Fitosanitarni informacijski sustav RH, dostupno na: <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> (pristupljeno: 3. 11. 2023.)

Förster, H., Adaskaveg, J. E. (1999.). Identification of subpopulations of *Colletotrichum acutatum* and epidemiology of almond anthracnose in California. *Phytopathology*, 89(11), 1056-1065.

Geneious (2023). Bioinformatics software, dostupno na: <http://www.geneious.com>

Goura, K., Lahlali, R., Bouchane, O., Baala, M., Radouane, N., Kenfaoui, J., Ezrari, S., El Hamss, H., El Alami, N., Amiri, S., et al. (2023.). Identification and Characterization of Fungal Pathogens Causing Trunk and Branch Cankers of Almond Trees in Morocco. *Agronomy* 2023, 13, 130.

Gramaje, D., Agustí-Brisach, C., Pérez-Sierra, A., Moralejo, E., Olmo, D., Mostert, L., Damm, U., Armengol, J. (2012.). Fungal trunk pathogens associated with wood decay of almond trees on Mallorca (Spain). *Persoonia*; 28:1-13.

Holb, I. J. (2008.). Brown rot blossom blight of pome and stone fruits: symptom, disease cycle, host resistance, and biological control. *International Journal of Horticultural Science* 14, 15-21.

Ivić, D., Novak, A. (2012.). Smeđa trulež koštičavih voćaka [*Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey] Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo. Zagreb, 1-88

López-Moral, A., Raya-Ortega, M. C., Agustí-Brisach, C., Roca, L. F., Lovera, M., Luque, F., Arquero, O., Trapero, A. (2017.). Morphological, pathogenic, and molecular characterization of *Colletotrichum acutatum* isolates causing almond anthracnose in Spain. *Plant disease*, 101(12), 2034-2045.

López-Moral, A., Agustí-Brisach, C., Lovera, M., Arquero, O., Trapero, A. (2020.). Almond Anthracnose: Current Knowledge and Future Perspectives. *Plants* 9(8), p.945

Lovera, M., Arquero, O., Roca, L.F., López-Moral, A., Raya, M.C., Agustí-Brisach, C., Trapero, A. (2019.). Evaluación de tratamientos fungicidas para el control de las enfermedades de la parte aérea del almendro; Proceedings of the 'XI Jornada Fruticultura SECH'; Sevilla, Spain. 18–19

Michailides, T. J., Inderbitzin, P., Connell, J. H., Luo, Y. G., Morgan, D. P., & Puckett, R. D. (2018.). Understanding band canker of almond caused by *Botryosphaeriaceae* fungi and attempts to control the disease in California. *Acta Horticulturae*, (1219), 303–310

Miličević, T. (2023.). Najvažnije bolesti bajama, *Gospodarski list* (6), dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/vocarstvo-rubrike/najvaznije-bolesti-bajama> (pristupljeno: 14. 10.2023.)

Mirabdollahi Shamsi, M., Akbarinia, M., Mirabolfathy, M., Manzari, S., Ahmadihah, A. (2019.). Dieback and decline of wild almond (*Amygdalus scoparia* Spach) in the Harat protected forest of Yazd Province, Iran. *For Path* 49:e12538.

Moral, J., Morgan, D., Trapero, A., Themis, J., Michailides, T. J. (2019). Ecology and Epidemiology of Diseases of Nut Crops and Olives Caused by Botryosphaeriaceae Fungi in California and Spain, *Plant Disease* 103:8, 1809-1827

Palacio-Bielsa, A., Cambra, M., Martíñez, C., Olmos, A., Pallás, V., López, M.M., Adaskaveg, J.E., Förster, H., Cambra, M.A., Duval, H., et al. (2017). Almond Diseases, In *Almonds. Botany, Production and Uses*. Socias-Company R., Gradziel T.M., editors, CAB International; Boston, 321–374.

Plantarium (2024). Biljke i lišajevi Rusije i susjednih zemalja: online atlas i biljni vodič, dostupno na: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/505437.html>, (pristupljeno: 14. 2. 2024.)

Pereira Bezerra, J. D., Fan, X. (2022). ‘Diaporthe eres (apple leaf, branch and fruit fungus)’, *CABI Compendium*. CABI. doi: 10.1079/cabicompendium.18731.

Peres, N. A., Timmer, L. W., Adaskaveg, J. E., & Correll, J. C. (2005). Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. *Plant disease*, 89(8), 784-796.

Ristić, D., Stevanović, M., Stošić, S., Vučurović, I., Gašić, K., Gavrilović, V., Živković, S. (2016). *Diaporthe eres* as a pathogen of quince fruit (*Cidonia oblonga*) in Serbia. *Scientific Agriculture Symposium, “Agrosym 2016”, Proceedings*, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, 1270-1275.

Socias i Company R., Gradziel, T. (2017). *Almonds: Botany Production and Uses*. Boston MA, dostupno na: <https://www.worldcat.org/title/almonds-botany-production-and-uses/oclc/973733300> (pristupljeno: 8. 10. 2023.)

Thomidis, T., Michailides, T. J. (2009). Studies on *Diaporthe eres* as a New Pathogen of Peach Trees in Greece. *Plant disease*, 93(12), 1293–1297.

Tortora, M. L., Díaz-Ricci, J. C., Pedraza, R. O. (2011). *Azospirillum brasilense* siderophores with antifungal activity against *Colletotrichum acutatum*. *Archives of microbiology*, 193(4), 275–286.

Trouillas, F.P. (2021). How to Control Fungal Canker Diseases, dostupno na: <https://www.almonds.com/almond-industry/industry-news/how-control-fungal-canker-diseases>, (pristupljeno: 19. 2. 2024.)

UC IPM (2017). University of California-Integrated Pest Management Agriculture: Almond Pest Management Guidelines, Brown Rot Blossom Blight, dostupno na: <https://ipm.ucanr.edu/agriculture/almond/brown-rot-blossom-blight> (pristupljeno: 1. 11. 2023.).

Udayanga, D., Castlebury, LA., Rossman, AY., Cukeatirote, E., Hyde, KD. (2014). Insights in to the genus *Diaporthe*: Phylogenetic species delimitation in the *D. eres* species complex. *Fungal Diversity* 67, 203–229 (2014.).

Varjas, V., Vajna, L., Izsépi, F., Nagy G., Pájtli É. (2017). First report of *Phomopsis amygdali* causing twig canker on almond in Hungary, *Plant Disease* 101:9, 1674

Župić, I., Kožarić-Silov, G. (2017). Aktualni problemi u zaštiti intenzivnih nasada bajama od bolesti i štetnika', *Glasilo biljne zaštite*, 17(4), str. 384-393.

Izvorni znanstveni rad

Krešimir ŠIMUNAC¹, Slavica KOVAČEV MATIJEVIĆ², Bogdan CVJETKOVIĆ³

¹Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb

²Državni inspektorat Republike Hrvatske, Sektor za nadzor poljoprivrede i fitosanitarni nadzor, Osijek

³Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Zagreb

kresimir.simunac@hapih.hr

SLIJEPI PUTNIK „TAVANUŠE” – *TILLETIA* SPP.

SAŽETAK

„Tavanuša” je pšenica nepoznate i nekontrolirane kvalitete. Ona nije isto što i „farmersko sjeme”, poznata, zaštićena sorta proizvedena na vlastitu posjedu. Smrdljivu snijet pšenice uzrokuju *Tilletia tritici* i *Tilletia laevis*. Zakonodavni okvir i propisane preventivne mjere dovoljne su za sprječavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (*Tilletia* spp.) u Republici Hrvatskoj. Međutim, posljednjih su 10-ak godina službeni uzorci redovito pozitivni, što govori o neprovođenju propisanih mjera za suzbijanje bolesti. Razlog opetovanoj pojavi smrdljive snijeti pšenice nisu klimatske promjene, prilagodba patogena, promjena u infektivnosti ili pojava nekog novog soja. Razlog su neznanje ili neodgovornost pojedinaca koji se ne pridržavaju Naredbe o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (NN 80/13) i Pravilnika o doradi sjemena s poljoprivrednog gospodarstva (NN 41/23). U radu su, među ostalim, opisane mjere koje se poduzimaju za iskorjenjivanje smrdljive snijeti pšenice. Kontrola i mjere koje se provode važne su ako se pojave karantenske bolesti koje uzrokuju druge *Tilletia* vrste na pšenici, a to su patuljasta snijet pšenice (*T. controversa*) i indijska snijet pšenice (*T. indica*).

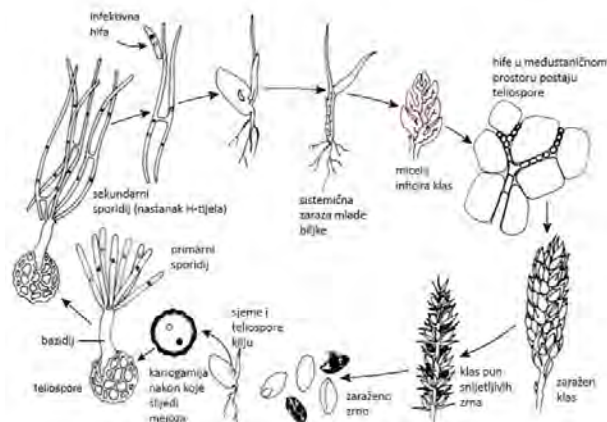
Ključne riječi: smrdljiva snijet, pšenica, *Tilletia* spp., tavanuša

UVOD

Smrdljiva snijet pšenice dugo je prisutna i dobro poznata bolest. Uzročnika ove bolesti (*T. tritici*) opisao je davne 1807. Isaac-Benedict Prevost, što je ujedno i prva opisana patogena gljiva (Prevost, 1807). Današnji naziv dobila je 1847. u čast M. M. Tilleta koji je 1755. radio sa smrdljivom snijeti pšenice (Mathre, 2000.). Danas se u Hrvatskoj pojavljuje sporadično u pšenici posijanoj iz sjemena nepoznate i nekontrolirane kvalitete, tzv. „tavanuša”. Do pojave fungicida za tretiranje sjemena smrdljiva snijet pšenice bila je široko rasprostranjena. Kada su fungicidi za tretiranje sjemena ušli u široku primjenu prije 50-ak godina, ona postaje manje važna (Sever i Cvjetković, 2012.). Kišpatić i sur. (1968.) navode kako tretiranje sjemena kao učinkovit, jednostavan i jeftin način suzbijanja u to vrijeme nije ušao u široku praksu u poljoprivredno

nerazvijenim zemljama te da je smrdljiva snijet pšenice česta pojava na našem području, osobito u nerazvijenim dijelovima. Od tada se postupno smanjuje značaj ove bolesti. Njezina posljednja jača pojava u Hrvatskoj bila je 1998., kada je uništeno 180 tona pšenice (Cvjetković i sur., 1999.). U razdoblju od 2000. do 2012. kod nas nije zabilježen nijedan slučaj smrdljive snijeti pšenice. Nakon toga, iz godine u godinu nastavlja se pojavljivati sporadično. Danas, kada su informacije lako dostupne i kada možemo tvrditi da kod nas više nema nerazvijenih krajeva, možemo se pitati zašto i dalje dolazi do zaraze sa smrdljivom snijeti pšenice.

Uzročnici smrdljive snijeti *T. tritici* i *T. laevis* jedine su dvije vrste na pšenici prisutne u Hrvatskoj (Kišpatić i sur., 1968.; Sever i Cvjetković, 2012.). Bolest je naziv „smrdljiva snijet” dobila po toksičnom spoju trimetilaminu koji se nalazi u teliosporama, a ima miris po pokvarenoj ribi. Zaraza s *T. tritici* ili *T. laevis* dovodi do propadanja klasa unutar kojega zrno (pšeno) postaje snjetljivo, odnosno prepuno mase spora smeđe boje koje se puknućem vanjske ovojnice (perikarpa) lako prosipaju poput prašine. Dio spora završi u tlu, a dio na urodu i mehanizaciji u vrijeme žetve. Ako se takva pšenica posije, zasigurno će doći do ponovne zaraze. Zaraza iz tla s *T. tritici* i *T. laevis* manje je vjerojatna, odnosno zaraza se primarno događa iz spora sa sjemena (Mathre, 2000.). Teliospore se zadržavaju na sjemenu u bradi i brazdi. Kada se takvo sjeme unese u tlo, teliospore počinju klijeti zajedno sa sjemenom. Razdoblje kada može doći do zaraze vrlo je kratko, od početka klijanja pa dok mlada klica ne dosegne samo 2 cm. U povoljnim uvjetima uz prisutnost dovoljnog broja spora, zaraza je redovita. Teliospore klijavu najbrže na 16 °C do 18 °C, međutim do najjače zaraze dolazi pri temperaturi od 5 °C do 10 °C jer je vrijeme klijanja sjemena presudno za zarazu (Kišpatić i sur, 1986.). Broj teliospora potrebnih za zarazu ovisi o otpornosti sorte, a kreće se u rasponu od 100 do 5000 spora/sjemenci (Cvjetković, 2022.). Patogen hifom prodire u klicu, nakon čega dolazi do vegetativnog vrha odakle latentno prorasta cijelu biljku do vremena klasanja,

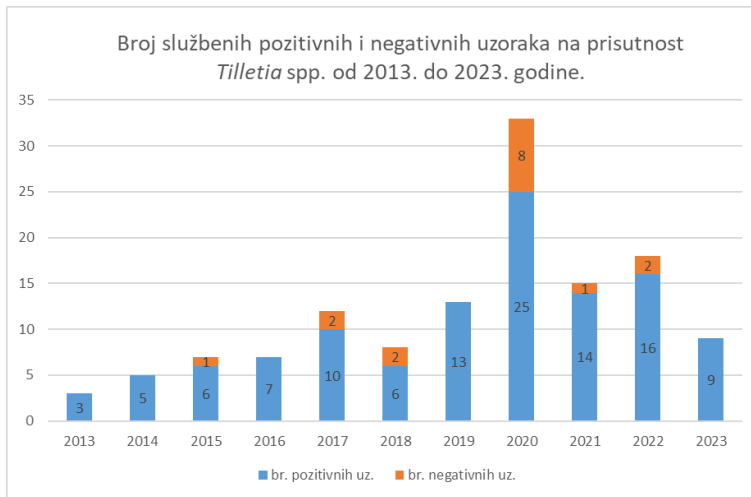


kada ulazi u nekrotičnu fazu. Zaražen klas, koji je redovito cijeli zaražen, stoji uspravno i izgleda izduženo. S obzirom na to da je patogen u biljci od samog klijanja, rijetko se dogodi da neki klas ne bude zaražen (Kišpatić i sur, 1986.).

Slika 1. Životni ciklus *T. tritici*, prilagođeno prema Mathre, 2000.

LABORATORIJSKI REZULTATI POSLJEDNIJH 10 GODINA

Posljednja epifitocija smrdljivom snijeti pšenice u Hrvatskoj dogodila se 1998. godine. Nedugo nakon toga uslijedilo je razdoblje bez pozitivnih uzoraka do 2012., od kada se redovito pojavljuje. Nekada su *T. tritici* i *T. laevis* bile podjednako zastupljene (Kišpatić i sur, 1986.). Na temelju službenih uzoraka može se tvrditi da je danas dominantna *T. tritici*, a *T. laevis* je iznimno rijetka sa svega nekoliko postotaka u populaciji uzročnika smrdljive snijeti pšenice. Ta selekcija počela je vjerojatno puno ranije. U epifitocijskoj 1998. Svi su pozitivni uzorci, točnije njih 44, bili zaraženi isključivo s *T. tritici* (Cvjetković i sur., 1999.).



Graf 1. Pregled službenih uzoraka na prisutnost *Tilletia* spp. od 2013. do 2023. godine.

Prisutnost patogena nije teško naslutiti na temelju mirisa ili izgleda, odnosno tamnije pšenice koja izgleda kao da je prljava. Zbog toga je većina pristiglih uzoraka pozitivna. Uzorci se u laboratoriju obrađuju metodom ispiranja, nakon čega se pregledavaju pod mikroskopom na hemocitometru. Ako se prekorači granična vrijednost (1 teliospora na 1,3 mm²), uzorak je pozitivan. Ovaj brz način morfološke detekcije omogućuje promptno reagiranje kako bi se u sklopu mjera za sprječavanje širenja i iskorjenjivanje uništila kontaminirana sirovina kao što je opisano niže u tekstu.

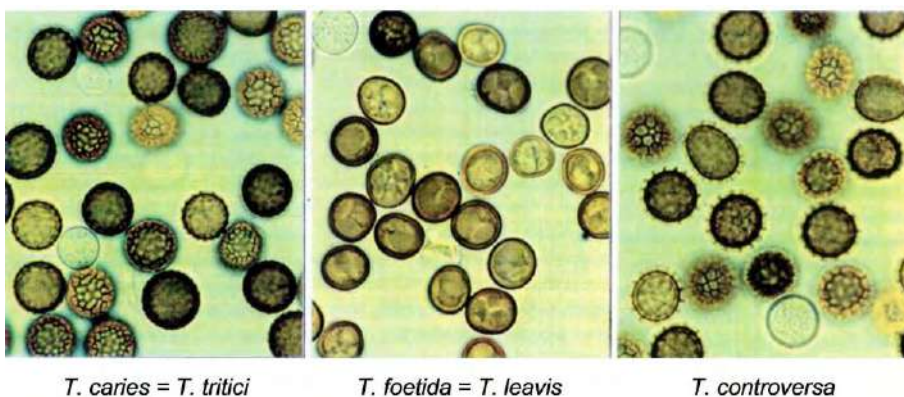
O *TILLETIA* VRSTAMA NA PŠENICI

Poznato je više od 180 *Tilletia* vrsta (Denchev i sur., 2012.) koje uglavnom parazitiraju na vrstama iz porodice trava (*Poaceae*). Na pšenici su najvažnije četiri vrste: *T. tritici* (Bjerk.) G. Winter (sin. *Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul), *T.*

laevis (J.G. Kühn) (sin. *Tilletia foetida*), *T. controversa* (J.G. Kühn) (sin. *Tilletia brevifaciens* Fisch, sin. *Tilletia nanifica* (Wagn.) Sav.), i *T. indica* Mitra (*Neovossia indica* (Mitra) Mundkur). Vrste *T. tritici* i *T. laevis* nije moguće razlikovati na temelju simptoma. Biologija im je identična, a razlikuju se morfološki. Stijenka teliospora *T. laevis* potpuno je glatka, a ona kod *T. tritici* izbrazdana je i mrežasta (CABI, 2021) (slika 2).

***Tilletia controversa* – uzročnik patuljaste snijeti pšenice**

T. controversa karantenski je štetni organizam i nije prisutan u Hrvatskoj. Naziv je dobio jer su zaražene vlati niže od zdravih. Nađena je na našem području jednom, davne 1957. (Kišpatić i sur., 1968.). Prema Kišpatić i sur. (1968.) zaraza se ostvaruje iz spora koje se nalaze u tlu, a ne iz onih sa sjemena, što je obrnuto od uzročnika smrdljive snijeti pšenice (*T. tritici* i *T. laevis*). Naime, spore klijaju iznimno sporo, pa ako su u tlo unesene u isto vrijeme kada i sjeme, ne stignu izvršiti zarazu. Zaraza je moguća samo od početka klijanja pa dok klica ne dosegne 2 cm. Teliospore u tlu mogu ostati vijabilne više godina. Razlike u izgledu teliospora u usporedbi s *T. tritici* vrlo su male, odnosno različita je visina mrežaste strukture membrane i debljina sluznog sloja (slika 2).



Slika 2. Izgled teliospora triju različitih *Tilletia* vrsta (Izvor: predavanje B. Cvjetković)

***Tilletia indica* – uzročnik indijske snijeti pšenice**

Ovaj karantenski štetni organizam nije prisutan u Europi, pa se nalazi na EPP0 A1 karantenskoj listi. Prisutan je u Indiji, Nepal, Afganistanu, Iraku i Južnoafričkoj Republici. Postoje pozitivni primjeri iskorjenjivanja ovog patogenog organizma u Brazilu i SAD-u (Kalifornija, Novi Meksiko) te ograničavanja širenja u Pakistanu, Iranu, Meksiku i SAD-u (Arizona) (CABI, 2021). Simptomi su blaži nego kod *T. tritici* i *T. laevis* jer u klasu bude zaraženo svega nekoliko zrna, zbog čega ju je teže otkriti. Isto tako, šteta je puno manja. Šteta može biti do 0,5 % uroda u najgorim godinama (Turgay i sur., 2020.). Morfološki se razlikuje po izgledu teliospora. Teliospore su u usporedbi s *T.*

caries dvostruko veće i tamnije (slika 3), izbrazdane su i ponekad nepravilna oblika. Kada dođe u tlo, gotovo ju je nemoguće iskorijeniti jer teliospore mogu ostati vijabilne do pet godina (CABI, 2021). *T. indica* nije prisutna u Europi uglavnom zbog za nju nepovoljne klime. Međutim, zbog promjene klime, ovaj patogen mogao bi biti prisutan u većini europskih zemalja do 2050. (Baker i sur., 2000.). Zbog toga je nužno zadržati fitosanitarne mjere i pridržavati se zakonodavnog okvira.



Slika 3. Teliospore *T. indica* i *T. tritici* (snimio K. Šimunac)

ZAKONODAVNI OKVIR, NADZOR I PROVOĐENJE MJERA ISKORJENJIVANJA

Smrdljiva snijet pšenice (*Tilletia* spp.) u većini je zemalja Unije gospodarska bolest, a u Hrvatskoj je ostala regulirana nacionalnom Naredbom o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (NN 80/13; u daljnjem tekstu Naredba), te Pravilnikom o doradi sjemena s poljoprivrednog gospodarstva (NN 41/23, čl. 4., u daljnjem tekstu Pravilnik). Prema Naredbi, posjednici biljaka domaćina obvezni su u razdoblju koje prethodi žetvi vizualno pregledati usjeve biljaka domaćina na eventualnu zarazu štetnim organizmom te, ako posumnjaju na zarazu, obavijestiti nadležnog fitosanitarnog inspektora. Također, za sjetvu biljaka domaćina štetnog organizma obvezna je uporaba certificiranog sjemena. U tom dijelu je Naredba u koliziji s Pravilnikom koji dopušta sjetvu sjemena s poljoprivrednog gospodarstva uz uvjet da je provedena laboratorijska analiza na prisutnost spora *Tilletia* spp. i da je rezultat negativan. Zbog nepoštovanja propisanih mjera iz zakonodavnog okvira, ova se bolest svake godine u Hrvatskoj sporadično pojavljuje.

Pri preuzimanju merkantilnog uroda žitarica na otkupnim mjestima

(skladišta, mlinovi), ovlaštena stručna osoba koja kontrolira kvalitetu uroda (u daljnjem tekstu: kontrolor) obvezna je organoleptički ili laboratorijskom metodom pregledati urod i, ako uoči simptome zaraze (miris po pokvarenoj ribi, snjetljiva zrna), kontrolor je o tome obvezan odmah obavijestiti fitosanitarnog inspektora. Fitosanitarni inspektor (u daljnjem tekstu: inspektor) državnog inspektorata na temelju čl. 20. Zakona o biljnom zdravlju (NN 127/19 i 83/22) i čl. 15. Zakona o državnom inspektoratu (NN 115/18 i 117/21) i Naredbe, započinje inspekcijski nadzor. Na osnovi podataka iz zaprimljene obavijesti, kako bi se spriječilo inicijalno širenje, žurno usmeno nalaže kombajneru koji je vršio žetvu zaražene žitarice, da na mjestu žetve odmah zaustavi rad kombajna, nalaže njegovo detaljno i temeljito čišćenje, pranje i dekontaminaciju, s tim da je rok izvršenja ove mjere neodgodiv. Inspektor dolazi u kontrolu izvršenja ove mjere i, ako je ona provedena sukladno toč. VIII. Naredbe (dekontaminacija) i detaljnim uputama inspektora, može na drugoj površini na kojoj se uzgajaju biljke domaćini *Tilletia* spp. započeti s radom. Nadalje, inspektor stavlja pod kontrolu predmetni urod žitarice koji mora biti u cijelosti prekriven nepropusnom folijom i zabranjuje njegovo premještanje, te iz uroda uzima službeni uzorak (sastoji se od zrnja, težine oko 2 kg). Uzorak se šalje na laboratorijsku analizu u Hrvatsku agenciju za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja u Zagrebu. Ako se laboratorijskom analizom detektira i identificira *Tilletia* spp., smatra se da je uzorak pozitivan i inspektor će rješenjem:

- 1) zapovjediti zbrinjavanje zaražena uroda
- 2) zapovjediti dekontaminaciju sredstava za rad kojima se može proširiti štetni organizam
- 3) zabraniti do kraja godine u kojoj je zaraza utvrđena i još dvije godine nakon godine u kojoj je zaraza utvrđena sjetvu biljaka domaćina (pšenica, raž, ječam i pšenoraž (trtikale) i drugih domaćina iz porodice trava) na površinama na kojima je utvrđena zaraza, odnosno na kojima je proizveden urod za koji je utvrđeno da je zaražen.

Zaraženi urod obvezan je zbrinuti posjednik o vlastitu trošku uz nazočnost inspektora, a sukladno s točkom VII. Naredbe, inspektor rješenjem određuje rok (najčešće je to rok bez odgode) u kojemu se zbrinjavanje mora obaviti te daje suglasnost da se zbrinjavanje obavi na određeni način (uglavnom je to duboko oranje zajedno sa žetvenim ostatcima) na oranici gdje je proizvedena zaražena pšenica. Vlasniku prijevoznog/ih sredstva/ava, drugih sredstava za rad (traktor, plug, tanjurača), koja su došla u doticaj sa zaraženim urodom i njegovim žetvenim ostatcima, inspektor zapovijeda postupak dekontaminacije koja se obvezno mora izvršiti u njegovoj nazočnosti. Nakon što posjednik zaražena uroda izvrši sve mjere zapovjedbene rješenjem, kao i vlasnik sredstava za rad, inspektor u inspekcijskom nadzoru čiji je predmet: Kontrola izvršenja rješenja s ciljem poduzimanja mjera za sprječavanje širenja iskorjenjivanje

.....

smrdljive snijeti, to konstatira zapisnikom. Inspektor dopunskim rješenjem nalaže posjedniku zaražena uroda da podmiri troškove laboratorijske analize.

ZAKLJUČAK

Smrdljiva snijet pšenice toliko je rijetka da je gotovo nemoguće slučajno je naći u polju. Svega je nekoliko pozitivnih uzoraka godišnje rezultat kontrole uroda pri otkupu. Njezina prisutnost ne treba izazivati zabrinutost. Razlog opetovanoj pojavi smrdljive snijeti pšenice nisu klimatske promjene, prilagodba patogena, promjena u infektivnosti ili pojava nekog novog soja. Problem je u pšenici posijanoj iz sjemena nepoznate i nekontrolirane kvalitete koje prethodno nije tretirano ili ispitano (tavanuša). Kontrola sjemena na prisutnost *Tilletia* spp. prije sjetve i po potrebi tretiranje sjemena adekvatnim fungicidom jamče urod bez smrdljive snijeti pšenice. Jednostavan način suzbijanja u kombinaciji s postojećim, kvalitetnim zakonodavnim okvirom trebao bi rezultirati iskorjenjivanjem smrdljive snijeti. Međutim, ona se redovito pojavljuje svake godine. Zabrinjava neodgovornost pojedinaca i nepridržavanje zakonskog okvira. Takav pristup može rezultirati korištenjem ove bolesti kao alata za zabranu sjetve „farmerskog sjemena“, što se već dogodilo donošenjem Naredbe iz 2013. i prethodnih naredbi (NN 176/03, NN 50/01, NN 85/00 i dr.). Kod velikih se proizvođača smrdljiva snijet pšenice pojavljuje zbog poduzetih mjera. Potencijalni problem može nastati u ekološkoj proizvodnji zbog nedostatka registriranih ekoloških sredstava za zaštitu bilja. Određeni efekt mogu dati biološki proizvodi na bazi *Pythium oligandrum*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* (Cvjetković, 2022) te *Pseudomonas* sp. MA 342, *Gliocladium roseum* koji u kombinaciji s mlijekom u prahu mogu dati zadovoljavajuću učinkovitost (Borgen i Davanlou, 2000.).

STOWAWAYS FROM NON-CERTIFIED CEREAL SEED - *TILLETIA* SPP.

SUMMARY

Non certified seed can have unknown origin and uncontrolled quality or it can be good quality farmer's seed which is well-known, protected variety, tested quality produced on own property. Common bunt of wheat is caused by *T. tritici* or *T. laevis*. The national legislative and preventive measures are sufficient to prevent the spread and eradication of Common bunt of wheat (*Tilletia* spp.) in Republic of Croatia. However, for the last 10 years, official samples have been regularly positive. That indicates the non-implementation of the prescribed measures. The reason presence of Common bunt of wheat is not climate change, pathogen adaptation, change in infectivity or the appearance of a new strain. Reason is the ignorance or irresponsibility of individuals who do not comply with the Order on measures to prevent the

spread and eradication Common bunt of wheat (NN 80/13) and the Regulation on processing of seeds from agricultural holdings (NN 41/23). This paper describes the measures taken to eradicate Common bunt of wheat. The controls and implemented measures are important in the event of the appearance of quarantine diseases caused by other *Tilletia* species on wheat, i.e. Dwarf bunt (*T. controversa*) and Karnal bunt (*T. indica*).

Keywords: common bunt, wheat, *Tilletia* spp.

LITERATURA

Baker, R. H. A., Sansford, C. E., Jarvis, C. H., Cannon, R. J. C., MacLeod, A., Walters, K. F. A. (2000.). The role of climatic mapping in predicting the potential geographical distribution of non-indigenous pests under current and future climates. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 82 (1-3), 57-71.

Borgen, A., Davanlou, M. (2000.). Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*). *J Crop Prod* 3(1):157–171.

CABI (2020.). Compendium *Tilletia tritici* (wheat bunt). Dostupno na: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.53923>, pristupljeno: 22. 2. 2024.

CABI (2021.). Compendium *Tilletia indica* (Karnal bunt of wheat). Dostupno na: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.36168>, pristupljeno: 23.2.2024.

Cvjetković, B. (2022.). Smrdljiva snijet pšenice (*Tilletia* spp.) [*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul; *Tilletia laevis* J.G. Kühn], Glasilo biljne zaštite 3, 355-358

Denchev, T. T., Van der Zon, A. P. M., Denchev, C. M. (2018.). *Tilletia triraphidis* (Tilletiaceae), a new smut fungus on *Triraphis purpurea* (Poaceae) from Namibia. *Phytotaxa* 375:182–186. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.375.2.5>

Kišpačić, J., Kovačević, Ž., Panjan, M., Maceljki, M. (1968.). Bolesti i štetnici ratarskog bilja, Nakladni zavod Znanje, Zagreb: 91-99

Mathre, D. E. (2000). Stinking smut of wheat. Dostupno na: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalbasidio/pdlessons/Pages/StinkingSmut.aspx>, pristupljeno: 29. 2. 2024.

NN 80/2013. Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti – *Tilletia* spp. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1687.html, pristupljeno: 19. 2. 2024.

Prevost, I. B. (1807). Citirano po Russel, P. E. (2006.). The development of commercial disease control, *Plant Pathology* 55, 585–594

Sever, Z., Cvjetković, B. (2012.). Zašto ponovo dolazi do zaraza smrdljivom snijeti (*Tilletia* spp.) u Hrvatskoj?, Glasilo biljne zaštite 5, 429-434

Turgay, E. B., Oguz, A. C., Olmez, F. (2020.). Karnal bunt (*Tilletia indica*) in wheat. *Climate Change and Food Security with Emphasis on Wheat* 5:229–241

Stručni rad

.....
Zrinka DRMIĆ, Krešimir ŠIMUNAC, Jelena PLAVEC, Katarina MARIĆ, Dario IVIĆ
 Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
 zrinka.drmic@hapih.hr

MASOVNA POJAVA GUMOZE ŠEĆERNE REPE U ISTOČNOJ HRVATSKOJ U 2023. GODINI

SAŽETAK

Šećerna repa podložna je velikom broju bolesti lista i korijena. U istočnoj Hrvatskoj, gdje se nalazi glavina proizvodnje šećerne repe, u 2023. zabilježeno je njezino masovno propadanje. Na većem broju parcela utvrđeno je sušenje lišća te atipična savitljivost i „gumasta” konzistencija donjeg dijela i repa korijena. Nakon vađenja takav je korijen vrlo brzo tamnio i trunuo. Iako je skupljeno samo 30 uzoraka vrlo kasno u sezoni, u simptomatičnim je biljkama na 33 % uzoraka laboratorijskom analizom dokazana prisutnost uzročnika gumoze korijena, stolbur fitoplazme '*Candidatus Phytoplasma solani*'. Na korijenju koje je skupljeno i analizirano, u kratkom su se vremenu razvili gljivični i bakterijski sekundarni uzročnici truleži (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Pectobacterium* sp., *Geotrichum* sp.). Za širenje bolesti odgovorni su vektori cikade (Hemiptera: Cixiidae, Auchenorrhyncha). Bolest je sa znanstvene strane relativno nepoznata i za njezinu kontrolu za sada ne postoje provjerene mjere zaštite. Uzroci masovne pojave gumoze šećerne repe u Hrvatskoj tijekom 2023. nepoznati su i mogu se samo pretpostaviti. Potrebno je detaljnije istražiti tu bolest i njezine vektore kako bi se izbjegla prošlogodišnja epifitocijska pojava, koja može biti novi značajan rizik za proizvodnju šećerne repe u Hrvatskoj.

Ključne riječi: šećerna repa, gumoza, stolbur fitoplazma, trulež korijena

UVOD

Šećerna repa kolokvijalno se naziva i kraljicom ratarskih kultura. Oko 35 % ukupne svjetske proizvodnje šećera dobiva se iz šećerne repe (Farhaoui i sur., 2023.). Njezin uzgoj zahtijeva značajno znanje, pomno planiranje te pravodobno i kvalitetno prilagođavanje zahtjevima u vegetaciji. U Hrvatskoj je uzgoj šećerne repe dobro organiziran kooperacijom između prerađivača i uzgajivača gdje su uzgoj popratili stručnjaci svojom podrškom od sjetve do vađenja. U posljednjih su se desetak godina površine pod šećernom repom u Hrvatskoj smanjile za više od 60 %, s nekadašnjih preko 37 000 hektara na samo 8000 hektara u 2023. (DZS, 2024.). Razlozi su mnogobrojni, od prvotnih ukidanja kvota za šećer, gašenja hrvatskih šećerana, pada cijena šećera, smanjena broja odobrenih aktivnih tvari i sredstava za zaštitu bilja, pa sve do

rasta troškova proizvodnje. Zajednički nazivnik svima je upitna isplativost proizvodnje unatoč državnim potporama. Prošle, 2023. godine ispunjeni su svi preduvjeti za promjenu negativnog trenda. Godina klimatski nije previše odstupala od prosjeka (DHMZ, 2024.), a cijene šećera skočile su na povijesno visoke razine. Međutim, već su u lipnju uočene neobične promjene na šećernoj repi, poput gubitka turgora u lišću te žućenja lišća, što je bilo najuočljivije na rubovima parcela. Korijen je do kraja kolovoza bio zadovoljavajuće veličine i oblika. Nakon toga, na pojedinim je parcelama došlo do zastoja u rastu korijena. Veličina problema uočena je u vrijeme vađenja šećerne repe, kada se trulež korijena počela pojavljivati unutar 24 sata od vađenja. Korijen sa simptomima truleži, koji je nakon vađenja duže čekao preradu, postao je neupotrebljiv. Prema navodima proizvođača, na nekim parcelama zabilježene su totalne štete. Planirane potpore za proizvođače postale su upitne jer prema Pravilniku o provedbi izravne potpore poljoprivredi i IAKS mjera ruralnog razvoja za 2023. godinu (NN 25/23), unutar Intervencije 32.07, stavak treći propisuje da je jedan od uvjeta za ostvarivanje potpore minimalna isporučena količina korijena šećerne repe od 40 t/ha.

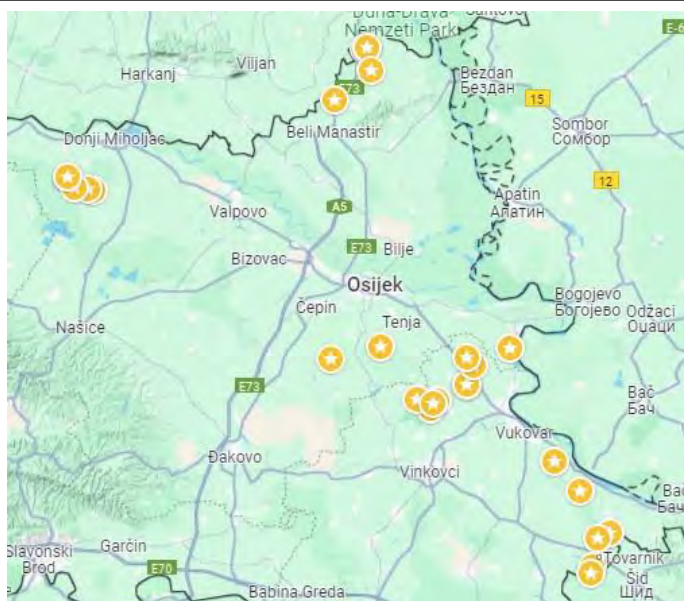
Od početka stoljeća, osobito proteklih nekoliko godina, sve su veću pozornost proizvođača, znanstvenika, oplemenjivača i industrije šećerne repe općenito privukle bakterijske bolesti koje se prenose kukcima. Iako je puno uloženo u otkrivanje njihove etiologije i epidemiologije, još uvijek se mogu smatrati relativno slabo istraženima. Uzročnici su bakterije koje žive u floemu biljaka i prenose se kukcima na perzistentan način. Zabilježene štete u europskim su zemljama značajne, katkada do razine isplativosti uzgoja općenito (Bressan i sur. 2008.; Pfitzer i sur., 2022.). Prva je takva bolest tzv. „sindrom siromaštva“ ili sindrom niske digestije, poznat pod francuskim nazivom „*syndrome des basses richesses*“ (SBR) (Gatineau i sur., 2002.; Bressan i sur., 2008.; Pfitzer i sur., 2020.). Bolest je prvi put zabilježena 1991. u Francuskoj, na području Burgundije i Jure (Sémétey i sur., 2007.). Već 2004. godine bolest je zabilježena na površini od oko 1800 ha. Prema Schröderu i sur. (2012.) u dolini rijeke Elbe (Njemačka) uočena je pojava SBR-a 2009., a u Švicarskoj 2017. godine. Prvi znakovi SBR-a pojavljuju se u kasno ljeto, na starijim listovima u obliku kloroze i nekroze, asimetrično oblikovanih mlađih listova, dok je na poprečnom presjeku zaražena korijena uočljiva smeđa boja provodnog tkiva (Gatineau i sur., 2002.). Uzrok pojave SBR-a povezan je s prisutnošću floemske bakterije '*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*' te fitoplazme '*Ca. phytoplasma solani*' (Bressan i sur., 2008.).

Druga takva bolest je tzv. gumoza, za koju se u najnovije vrijeme počinje koristiti međunarodni engleski naziv „*rubbery taproot disease*“, RTD (Ćurčić i sur., 2021.). Simptomi RTD-a vidljivi su sredinom lipnja, oko mjesec dana nakon prijenosa vektorom, u smislu gubitka turgora u listovima šećerne repe za vrijeme najtoplijeg dijela dana. Potom se javlja žućenje prvo starijih i većih

listova, koji zatim nekrotiziraju. Korijen repe postaje elastičniji i poprima gumenastu konzistenciju (Duduk i sur., 2023.). Prvi nalaz RTD-a u Hrvatskoj zabilježili su Ćurčić i sur. (2021.), na području Belog Manastira i Novih Jankovaca, na ukupno 16 pozitivnih uzoraka. Pojava RTD-a povezuje se s prisutnosti stolbur fitoplazme '*Candidatus phytoplasma solani*' (Ćurčić i sur., 2022.). Prema literaturnim navodima, stolbur fitoplazma endemska je u Europi i na Mediteranu, uzročnik je bolesti na raznim kultiviranim biljkama (pomoćnice, vinova loza, kukuruz, lavanda) (Cvrković i sur., 2022.). Smatra se da je gumozna šećerne repe na području panonskog bazena prisutna odavno, no pojavljivala se vrlo sporadično i nije zaokupljala veću pozornost. Bolest korijena šećerne repe sa simptomima sličnima gumozni opisana je u Slavoniji još davne 1891. (Kišpatić, 1983.). Kasniji zapisi o prisutnosti gumoze šećerne repe na području panonskog bazena datiraju iz šezdesetih godina prošlog stoljeća, kada je zabilježena zaraza i na području Bugarske i Rumunjske (Racovita, 1959.; Marić, 1974.; Ćurčić i sur., 2022.). Stolbur fitoplazmu prenose vektori, cikade *Hyaletthes obsoletus* i *Reptalus cuspidatus* (Kosovac i sur., 2023.) te *Reptalus quinquecostatus* (Holzinger i sur., 2003.). Cikada *Pentastiridius leporinus*, osim što prenosi fitoplazmu '*Ca. phytoplasma solani*', vektor je i SBR-a, bolesti niske digestije (Bressan i sur., 2008.). Posljednjih je nekoliko godina brojnost cikade *Pentastiridius leporinus* porasla, te je postala značajan ekonomski štetnik u proizvodnji šećerne repe na području istočne Francuske, Njemačke i Švicarske (Peter, 2020.; Pfitzer i sur. 2020.; Sémétey i sur., 2007.; Pfitzer i sur. 2022.). RTD i SBR uzrokuju promjenu strukture korijena šećerne repe, utječu na smanjen sadržaj i mogućnost prerade šećera te prinos biomase šećerne repe (Zübert i Kube, 2021.; Ćurčić i sur., 2021.).

PREGLEDI I ANALIZE ŠEĆERNE REPE U 2023. GODINI

Tijekom i nakon kampanje 2023. godine, na više je lokacija u istočnoj Hrvatskoj uočeno neobično i brzo masovno propadanje korijena šećerne repe. Na pojedinim parcelama repa je bila slabo razvijena, do takvih razmjera da su proizvođači odustajali od vađenja. Nakon upita upućenih Ministarstvu poljoprivrede, potkraj listopada i početkom studenoga provedeni su vizualni pregledi i laboratorijske analize biljaka šećerne repe. U Osječko-baranjskoj i Vukovarsko-srijemskoj županiji pregledano je ukupno 30 lokacija (preko 650 hektara) na kojima je zabilježeno opće stanje biljaka, vidljive patološke promjene na korijenu te stanje lisne mase. Prikupljena su ukupno 22 uzorka korijena i 30 uzoraka listova za laboratorijske analize. Jedan uzorak korijena sadržavao je pet nasumično izvađenih korijena sa svake lokacije, a jedan uzorak lista sadržavao je lišće s pet biljaka. Lokacije uzorkovanja prikazane su na slici 1.



Slika 1. Lokacije prikupljanja uzorka korijena i lista šećerne repe obuhvaćene provedenim istraživanjem označene su žutim oznakama. Ukupno je istraživanjem bilo obuhvaćeno 30 lokacija na području Vukovarsko-srijemske i Osječko-baranjske županije

Uzorci su analizirani u HAPIH-u – Centru za zaštitu bilja u Zagrebu, Laboratoriju za bakteriologiju i Laboratoriju za mikologiju. Mikološke analize bile su usmjerene na detekciju uzročnika sekundarne truleži korijena i provedene su inkubacijom na vlažnom filter-papiru i mikroskopskim pregledom, dok su bakteriološke analize bile usmjerene na detekciju fitoplazmi. Iz listova prikupljenih uzoraka šećerne repe izolirane su ukupne nukleinske kiseline CTAB metodom (Maixner i sur. 1995.; Šeruga i sur. 2003.). Za utvrđivanje prisutnosti fitoplazmi uzorci su analizirani metodom lančane reakcije polimerazom u stvarnom vremenu (eng. *real-time* PCR) za univerzalnu detekciju fitoplazmi prema Christensen i sur. (2004.). Da bi se utvrdila moguća zaraza fitoplazmom '*Ca. phytoplasma solani*', uzorci u kojima je utvrđena prisutnost fitoplazme, podvrgnuti su daljnjoj analizi, odnosno umnažanju '*Ca. phytoplasma solani*' specifičnog fragmenta genske regije *tuf* ugniježđenim PCR testovima (fTuf1/rTuf1; Schneider i sur., 1997. i fTufAY/rTufSTOL; Schneider i sur., 1997./Foissac, neobjavljeno). Prisutnost PCR-om umnoženih fragmenata provjerena je elektroforezom u 1 % agaroznom gelu. PCR fragmenti zatim su vizualizirani s pomoću UV-transiluminatora (UViTech, Cambridge, Engleska, Ujedinjeno Kraljevstvo). Za diferencijaciju *tuf* genotipova (*tuf*-a, -b1, -b2 ili -d) iz PCR produkata dobivenih ugniježđenim PCR-om (fTufAY/rTufSTOL) nasumično su odabrana dva uzorka 7flp (Mikluševci) i SR12 (Krunoslavlje) i poslana na sekvenciranje (Genewiz Europe, Leipzig, Njemačka).

REZULTATI I RASPRAVA

Vizualnim pregledom polja šećerne repe u jesen 2023. uočene su biljke s malo svjetlozelenog lišća koje su imale izraženu retrovegetaciju te na drugim parcelama biljke u oazama na kojima nije bilo vidljivog lišća. Uočeni su karakteristični simptomi gumoze na većem broju polja (slika 2), u skladu s navodima Duduka i sur. (2023.). Korijen zahvaćenih biljaka bio je gumozne, savitljive konzistencije. Na poprečnom presjeku korijena nerijetko su se pojavili tamni koncentrični krugovi koji su bili jače uočljivi kod jače zaražena korijena, što je uobičajeniji simptom za SBR (Zübert i Kube, 2021.). Na uzdužnom presjeku moglo se vidjeti da simptomi započinju od repa i šire se u gornje dijelove korijena (slika 3). Biljke s jače izraženim simptomima nalazile su se prema rubovima parcele, poput opisanih u istraživanju Čurčić i sur. (2022.). Na pojedinim parcelama odustalo se od vađenja repe zbog nemogućnosti industrijske prerade zaražena korijena. Poput navoda u istraživanju Kosovac i sur. (2022.), na poljima gdje je vađenje provedeno i korijen je ostavljen na polju, takav korijen bio je jako zahvaćen s truleži (slika 4). Izvana je bio smeđe do crne boje, ponegdje s bijelom presvlakom uz prisutnost saprofitskih mikroorganizama. Razmjeri propadanja korijena šećerne repe na poljima s vidljivim simptomima bili su raznoliki, između 10 % i 100 %. Korijen je brzo propadao i postao neupotrebljiv za preradu.



Slika 2. Atipično savitljiv korijen šećerne repe zaražen gumozom (snimio K. Šimunac)



Slika 3. Uzdužni prerez korijena šećerne repe zaraženoga s '*Ca. phytoplasma solani*' na kojemu je vidljivo da trulež počinje od repa korijena (snimio K. Šimunac)



Slika 4. Izvađen korijen šećerne repe na depou s lokacije Seleš (Osječko-baranjska županija) iz 2023. godine s vidljivim znakovima uznapredovale truleži (snimila Z. Drmić)

Laboratorijski analizirani uzorci pokazali su visok udio fitoplazme ('*Ca. Phytoplasma*'), pozitivno je bilo 17 od 30 uzoraka. U deset uzoraka, u kojima je analiza provedena do razine vrste, potvrđena je stolbur fitoplazma ('*Ca. Phytoplasma solani*') (tablica 1). Svi pozitivni uzorci imali su izražene simptome gumoze. Nepovoljno razdoblje za uzimanje uzoraka (studeni) moglo je negativno utjecati na rezultate laboratorijske analize, pa bi to mogao biti uzrok diskrepancije između stanja utvrđena vizualnim pregledom (preko 90 % lokacija sa

simptomima) i laboratorijskih rezultata (57 % pozitivnih uzoraka). Optimalno razdoblje za analize na prisutnost fitoplazmi načelno je kasno ljeto i rana jesen. Analizom sekvenci dvaju uzoraka (7flp (Mikluševci) i SR12 (Krunoslavlje) potvrđena je prisutnost genotipa tuf-b1 u oba uzorka. Prema karakterizaciji *tuf* gena, '*Ca. Phytoplasma solani*', pokazalo se da su različiti genotipovi povezani s različitim prirodnim epidemiološkim ciklusima '*Ca. Phytoplasma solani*' (Langer i Maixner, 2004.).

Tablica 1. Rezultati laboratorijskih (mikoloških i bakterioloških) analiza prikupljenih uzoraka korijena i lista šećerne repe

Table 1. Results of laboratory analyses of collected sugar beet root and leaf samples

Broj polja - uzoraka	Županija	Površina (ha)	Rezultat bakteriološke analize	Rezultat mikološke analize
6	Vukovarsko-srijemska	344	pozitivan*	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Pectobacterium</i> sp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Macrophomina phaseolina</i>
8	Vukovarsko-srijemska	25	pozitivan**	Nije analizirano
2	Vukovarsko-srijemska	75	negativan	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Pectobacterium</i> sp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Rhizopus</i> sp.
1	Osječko-baranjska	28	pozitivan*	<i>Fusarium</i> spp., <i>Pectobacterium</i> sp.,
2	Osječko-baranjska	60	pozitivan**	<i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp.,

11	Osječko-baranjska	130	negativan	<i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Trichoderma</i> spp., <i>Geotrichum</i> sp., <i>Pectobacterium</i> sp., <i>Penicillium</i> spp.,
----	-------------------	-----	-----------	--

* uzorak pozitivan na prisutnost '*Candidatus* Phytoplasma'

** uzorak pozitivan na prisutnost '*Candidatus* Phytoplasma solani'

Kod mikoloških laboratorijskih analiza utvrđena je neobično brza pojava sekundarnih gljiva i bakterija uzročnika truleži korijena. U 22 analizirana uzorka utvrđeni su u ovom slučaju većinom sekundarni paraziti iz rodova *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Rhizopus*, *Geotrichum*, s jednim nalazom *Macrophomina phaseolina* te izraženom pojavom bakterijske meke truleži i kvasaca, označenom kao *Pectobacterium* sp. i *Torula* sp. Svi utvrđeni patogeni navode se kao uzročnici truleži korijena šećerne repe (Bugbee, 1986.).

ZAKLJUČAK

Provedene laboratorijske analize potvrdile su uočena opažanja na polju. Korijen biljaka zaraženih fitoplazmom ('*Ca.* Phytoplasma solani') razvio je simptome gumoze te je nakon vađenja vrlo brzo zahvaćen sekundarnim uzročnicima truleži korijena, bakterijama i gljivama. Bolest se pojavila do razmjera epifitocije. Planirane potpore za proizvođače u sklopu potpora poljoprivredi i IAKS mjera (NN 25/23) bit će isplaćene i onima koji su imali prinos manji od 40 t/ha na temelju čl. 240 koji predviđa isplatu potpore zbog više sile. Odluka je donesena, među ostalim, na temelju ovog istraživanja. S obzirom na to da vektori fitoplazme nisu praćeni, a prikupljeni uzorci i analize nisu provedene u optimalnom razdoblju, potrebna su daljnja istraživanja u vegetacijama koje slijede. Potrebno je determinirati vektore fitoplazme, utvrditi vrijeme zaraze šećerne repe, odrediti ukupno površinu zahvaćenu ovom bolesti te mogućnosti za prevenciju i/ili smanjenje prijenosa na području uzgoja šećerne repe u Hrvatskoj.

MASS OCCURRENCE OF SUGAR BEET RUBBERY TAPROOT DISEASE IN SUGAR BEET IN EASTERN CROATIA IN 2023.

SUMMARY

Sugar beet is susceptible to a large number of leaf and root diseases. In eastern Croatia, where the majority of sugar beet production is located, a massive occurrence of root rot of sugar beet was recorded in 2023. Drying of the leaves, unusual flexibility and a "rubbery" consistency of the lower part of the roots were observed. After harvesting, such a root darkened and rotted very quickly. Although only 30 samples were collected, very late in the season,

plant analysis confirmed the presence of stolbur phytoplasma '*Candidatus Phytoplasma solani*' in 33% samples. Fungal and bacterial secondary rot pathogens (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Pectobacterium* sp., *Geotrichum* sp.) developed on the collected roots in a short time. Insects of the family Cixiidae (Hemiptera: Cixiidae, Auchenorrhyncha) have been identified as vectors. The disease is relatively unknown from a scientific point of view and no protective measures have been reported to date. The patterns of mass occurrence of rubbery taproot disease in 2023 are unknown and can only be guessed. A more detailed study of the disease and its vectors is needed to avoid last year's epiphytotic phenomenon. Rubbery taproot disease could become a new significant risk for sugar beet production in Croatia.

Key words: sugar beet, rubbery taproot disease, stolbur phytoplasma, root rot

LITERATURA

Bressan A., Sémétey O., Nusillard B., Clair D., Boudon-Padieu E. (2008.). Insect vectors (Hemiptera: Cixiidae) and pathogens associated with the disease syndrome "basses richesses" of sugar beet in France. *Plant Dis* 92: 113–119. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-1-0113>.

Bugbee, W.M. (1986.). Storage rot of sugar beet. U: *Compendium of Beet Diseases and Insects*, Whitney, E.D., Duffus, J.E. (ur.), APS Press, SAD, 37-39.

Christensen, N.M., Nicolaisen, M., Hansen, M., Schulz, A. (2004.). Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real-time PCR and bioimaging. *Mol Plant Microbe Interact*, 17(11):1175-84.

Čurković, T., Jović, J., Krstić, O., Marinković, S., Jakovljević, M., Mitrović, M., Toševski, I. (2022.). Epidemiological Role of *Dictyophara europaea* (Hemiptera: Dictyopharidae) in the Transmission of '*Candidatus Phytoplasma solani*'. *Horticulturae*, 8(7):654. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070654>.

Čurčić, Ž., Stepanović, J., Zübert, C., Taški-Ajduković, K., Kosovac, A., Rekanović, E., Kube, M., Duduk, B. (2021.). Rubbery Taproot Disease of Sugar Beet in Serbia Associated with '*Candidatus Phytoplasma solani*'. *Plant Dis.*, 105(2):255-263. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-20-1602-RE>.

Čurčić, Ž., Kosovac, A., Rekanović, E., Stepanović, J., Duduk, B. (2022.). Gumoza šećerne repe ozbiljna pretnja proizvodnji šećerne repe u centralnoj Evropi. u *Zbornik referata*, 56. Savetovanje agronoma i poljoprivrednika Srbije (SAPS) i 2. Savetovanje agronoma Republike Srbije i Republike Srpske, Zlatibor, 105-112. https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_fiver_2746.

Duduk, N., Vico, I., Kosovac, A., Stepanović, J., Čurčić, Ž., Vučković, N., Rekanović, E., Duduk, B. (2023.). A biotroph sets the stage for a necrotroph to play: '*Candidatus Phytoplasma solani*' infection of sugar beet facilitated *Macrophomina phaseolina* root rot. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1164035.

DHMZ - Državni hidrometeorološki zavod (2024.). Praćenje klime. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracjenje¶m=ocjena&el=msg_ocjena&MjesecSezona=8&Godina=2023, pristupljeno 9.2.2024.

DZS - Državni zavod za statistiku (2024.). Površina i proizvodnja žitarica i ostalih usjeva u 2023. Dostupno na; <https://podaci.dzs.hr/media/do1niao5/polj-2023-2-6-povr%C5%A1ina-i-proizvodnja-%C5%BEitarica-i-ostalih-usjeva-u-2023-privremeni-podaci.pdf>. (pristupljeno: 13. 2. 2024.)

Farhaoui, A., Tahiri, A., Khadiri, M., El Alami, N., Lahlali, R. (2023.). Fungal Root Rots of Sugar Beets: A Review of Common Causal Agents and Management Strategies. *Gesunde Pflanzen*, 1-30.

Gatineau, F., Jacob, N., Vautrin, S., Larrue, J., Lherminier, J., Richard-Molard, M., Boudon-Padieu, E. (2002.). Association with the syndrome "basses richesses" of sugar beet of a phytoplasma and a bacterium-like organism transmitted by a *Pentastiridius* sp. *Phytopathology*, 92(4):384-392.

Holzinger, W. E., Kammerlander, I., Nickel, H. (2003.). *The Auchenorrhyncha of Central Europe* (Vol. 1). Leiden, Brill.

Kišpaćić, J. (1983.). Bolesti šećerne repe i krumpira, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 44-46.

Kosovac, A., Ćurčić, Ž., Rekanović, E., Stepanović, J., Duduk, B. (2022.). Diverzitet cikada iz familije Cixiidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) u usevima šećerne repe u Srbiji. Zbornik rezimea radova, 17. Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 26-27.

Kosovac, A., Ćurčić, Ž., Stepanović, J., Rekanović, E., Duduk, B. (2023.). Epidemiological role of novel and already known 'Ca. *P. solani*' cixiid vectors in rubbery taproot disease of sugar beet in Serbia. *Sci. Rep.* 13:1433. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28562-8>.

Langer, M. i Maixner, M. (2004.). Molecular characterization of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur-group based on RFLP-analysis of non-ribosomal DNA. *Vitis*, 43:191-199.

Marić, A. (1974.). Bolesti šećerne repe. Institut za zaštitu bilja, Novi Sad, 84-104.

Maixner, M., Ahrens, U., Seemüller, E. (1995). Detection of the German Grapevine Yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and a vector by a specific PCR procedure. *Eur J Plant Pathol.* 101: 241-250.

Narodne novine (NN 25/23) (2023.). Pravilnik o provedbi izravne potpore poljoprivredi i IAKS mjera ruralnog razvoja za 2023. godinu, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_03_25_410.html (pristupljeno: 13. 2. 2024.).

Peter, M. (2020.). Neue Krankheit bedroht den Zuckerrübenanbau, Vol. 1. *LANDfreund*, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, Germany, 24-25.

Pfitzer, R., Rostás, M., Häußermann, P., Häuser, T., Rinklef, A., Schrameyer, K., Voegelé, R.T., Maier, J., Varrelmann, M. (2022.). Effects of crop rotation and soil tillage on suppressing the syndrome "basses richesses" vector *Pentastiridius leporinus* in sugar beet. *Research Square*, Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1956648/v1>.

Pfitzer, R., Schrameyer, K., Voegelé, R.T., Maier, J., Lang, C., Varrelmann, M. (2020.). Causes and effects of the occurrence of "syndrome des basses richesses" in German sugar beet growing areas. *Sugar Ind* 145:234-244. <https://doi.org/10.36961/si24263>.

Racovita, A. (1959.). Noi Cercetari Privind Gomoža Sfeclei de Zahar. *Extras Din Lucra Rile Institutului Cercet. Aliment.* 3:269-296.

Schneider, B., Gibb, K.S., Seemüller, E. (1997.). Sequence and RFLP analysis of the elongation factor Tu gene used in differentiation and classification of phytoplasmas.

Microbiology 143:3381-3389.

Schröder, M., Rissler, D., and Schrameyer, K. (2012.). Syndrome des Basses Richesses (SBR)—erstmaliges Auftreten an Zuckerrübe in Deutschland. J. Kulturpflanz. J. Cult. Plants, 64:396.

Sémétey, O., Bressan, A., Richard-Molard, M., and Boudon-Padieu, E. (2007.). Monitoring of proteobacteria and phytoplasma in sugar beet naturally or experimentally affected by the disease syndrome basses richesses. Eur. J. Plant Pathol. 117: 187–196. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9087-3>.

Šeruga, M., Škorić, D., Botti, S., Paltrinieri, S., Juretić, N., Bertaccini, A. F. (2003.). Molecular characterization of a phytoplasma from the aster yellows (16SrI) group naturally infecting *Populus nigra* L. 'Italica' trees in Croatia. For Pathol. 33: 113-125.

Zübert, C., Kube, M. (2021.). Application of TaqMan Real-Time PCR for Detecting '*Candidatus Arsenophonus Phytopathogenicus*' Infection in Sugar Beet. Pathogens 10, 1466. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111466>.

Stručni rad

Katarina MARTINKO

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za fitopatologiju, Odsjek za fitomedicinu

kmartinko@agr.hr

ULOGA ENDOFITA U ZAŠTITI BILJA

SAŽETAK

Biljna proizvodnja suočava se s velikim troškovima pronalaska, razvoja i komercijalizacije novih proizvoda za zaštitu bilja jer biljni patogeni sve brže razvijaju otpornost na sredstva namijenjena njihovu suzbijanju. Zbog toga postoji velika potreba za razvojem alternative koja može ponuditi ekološki i ekonomski prihvatljivu zaštitu bilja. Mikroorganizmi koji žive unutar biljaka sve više postaju predmetom istraživanja. Riječ je o endofitima čija bi primjena, kao sredstava za biološko suzbijanje, potencijalno dovela do smanjenja uporabe kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Poznato je da endofitni mikroorganizmi promoviraju rast biljnog domaćina i induciraju otpornost biljke koju koloniziraju. Također, zbog svojih jedinstvenih simbiotskih interakcija unutar biljnih domaćina, antagonistički djeluju na biljne patogene. Zanimljivo je da jedan endofitni mikroorganizam može djelovati na patogena kombinirajući više antagonističkih mehanizama borbe, ali isto tako može imati dvojnu biološku aktivnost kada se govori o učinku na ciljanog patogena ili štetnika. Ovaj rad približava razumijevanje trostruke interakcije (endofit-biljka domaćin-patogen) te stavlja naglasak na potrebu uključivanja endofita u probir zbog pronalaska novih spojeva u svrhu biološkog suzbijanja.

Ključne riječi: antagonizam, biološko suzbijanje, endofiti, interakcija, simbioza.

UVOD

Biljne bolesti uzrokuju znatne gubitke prinosa i zbog toga su velika prijetnja poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog razvoja otpornosti patogena na fungicide, te zbog sigurnosnih i ekoloških problema, mnoga sredstva za zaštitu bilja uklanjaju se s tržišta, što stvara potrebu za pronalaženjem alternativnih načina u suzbijanju biljnih štetnika i patogena na ekološki i ekonomski prihvatljiv način (Demain, 2000.; Strobel i Daisy, 2003.; Latz i sur., 2018.). Jasno je da se biljna proizvodnja suočava sa sve većim troškovima razvoja i komercijalizacije novih proizvoda za zaštitu bilja, osobito kada je riječ o biološkim čimbenicima. Među biočimbenicima navode se endofiti, koji postaju čestim predmetom suvremenih istraživanja u fitomedicini. Riječ je o mikroorganizmima koji žive unutar biljaka koje koloniziraju međustanično ili intracelularno (Tiwari, 2014a; Soni i sur., 2021.) i posljedično održavaju skladan simbiotski odnos bez nanošenja bilo kakve štete ili simptoma bolesti (Chandra, 2012.; Mishra i sur., 2018.; Soni i sur., 2021.). Endofiti su vrlo prisutni diljem svijeta, o čemu svjedoči

podatak da gotovo sve do sada identificirane biljne vrste služe kao domaćini za najmanje jednu ili više endofitnih vrsta (Strobel i sur., 2004.). Interes (posebno za mutualističke endofite) povećao se, zbog čega endofiti postaju riznica neistražene mikroraznolikosti značajne za eru ekologije (Griffin, 2013.). U zamjenu za korištenje biljke kao staništa i izvora ishrane, neki endofiti potiču rast, razvoj, prilagodbu te toleranciju na stres onoga biljnog domaćina kojega koloniziraju (Wani i sur., 2015.). Na temelju izražene biološke aktivnosti putem bioaktivnih metabolita koje produciraju, endofiti smanjuju intenzitet biljnih bolesti i dovode do smanjenja uporabe kemijskih sredstava za zaštitu bilja (Strobel i Daisy, 2003.; Larran i sur., 2016.; Martinez-Klimova i sur., 2017.). To ih čini potencijalno korisnima u modernoj medicini, industriji i poljoprivredi. U skladu s tim, važno je razumjeti njihovu distribuciju i biologiju te prepoznati potencijalne dobrobiti u smislu biološkog suzbijanja, kao najvećeg potencijala koji ti mikroorganizmi mogu ponuditi (Suryanarayanan i sur., 2009.; Khan i Doty, 2011.; Griffin, 2013.).

POJAM ENDOFITA

Kada govorimo o interakcijama mikroorganizama s biljnim svijetom, simbioza je neizostavan pojam koji opisuje odnos između dva organizma i uključuje širok spektar uvjeta koji variraju od mutualističkih do patogenih. Posljednjih se godina zanimanje znanstvenika za istraživanjem endofitnih mikroorganizama u smislu mutualističkih simbioza, značajno povećalo (Griffin, 2013.). Nedavno je shvaćanje koncepta biljnog mikrobioma (koji obuhvaća kolektivne genome svih mikroorganizama povezanih s biljkom), dovelo do drugačijeg pogleda na evoluciju biljaka, u kojoj se biljka i mikrobiom razvijaju zajedno, dok mikrobiom pruža biljkama fleksibilnost u prilagodbi na uvjete okoliša (Hardoim i sur. 2015.; Wani i sur., 2015.; Latz i sur., 2018.). Velik dio mikrobioma upravo su endofiti. Riječ je uglavnom o bakterijama i gljivama, koje (kao komenzalni simbioti) koloniziraju i održavaju se unutar tkiva biljaka domaćina (Compant i sur., 2010.; Griffin, 2013.). Prema načinu života, endofiti koloniziraju biljnog domaćina fakultativno ili obligatno (Hardoim i sur., 2015.), te se kreću unutar cijele biljke (Germaine i sur., 2006.; Griffin, 2013.). Ujedno potječu iz biljne rizosfere ili filozfere, te se često nalaze u korijenju, stabljici, listovima, cvjetovima, pa čak i u sjemenu (Surette i sur., 2003.). Sposobnost endofita da koloniziraju unutrašnjost biljke pruža potencijalu prednost u suzbijanju uzročnika bolesti. Tako su zaštićeni od strane domaćina, čime se potencijalno smanjuje osjetljivost na okolišne uvjete (Hardoim i sur., 2015.; Latz i sur., 2018.). Zanimljivo je da još uvijek postoje rasprave o tome što konkretno znači termin "pravi endofit", jer taj termin definira samo položaj mikroorganizma u biljci. Međutim, ova definicija još uvijek može uključivati latentne patogene (mikroorganizme koji uzrokuju bolest nakon određenog razdoblja) ili oportunističke saprotrofe (mikroorganizme koji se hrane na neživoj organskoj

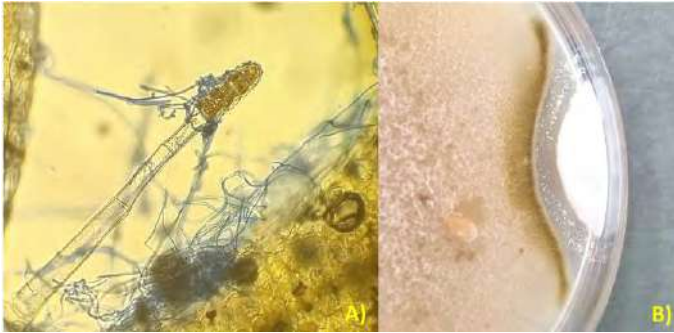
tvori) (Griffin, 2013.). Zbog svojih jedinstvenih simbiotskih interakcija unutar biljnih domaćina, endofiti izravno djeluju u supresiji biljnih patogena. Isto tako, mogu djelovati neizravno protiv patogena, pogodujući svojim biljnim domaćinima tako da promoviraju njihov rast ili potiču mehanizme obrane biljaka, kao kod inducirane sustavne otpornosti (De Silva i sur., 2019.). Nedvojbeno je da način života i dobrobiti endofita, imaju velik potencijal za fitomedicinu, što bi omogućilo proizvođačima i poljoprivrednicima smanjeno korištenje kemijskih sredstava za zaštitu bilja. S druge strane, razvoj i komercijalizacija endofita i ostalih biočimbenika trenutačno nisu jednostavni procesi jer su u praksi još uvijek ograničeni (Suryanarayanan i sur., 2016.; De Silva i sur., 2019.). Isto tako, postoji zabrinutost javnosti zbog mogućih negativnih posljedica i mogućeg izostanka kolonizacije biljaka na koje su endofitni mikroorganizmi aplicirani, time i izostanka njihove učinkovitosti (Griffin, 2013.). Mnoga istraživanja provode se u laboratorijskim uvjetima, čime se izbjegavaju komplikacije povezane s utjecajem okoliša (Latz i sur., 2018.). Kada se istraživanja provode u uvjetima *in vivo*, neki mikroorganizmi često nisu dovoljno pouzdani i učinkoviti u svojoj aktivnosti zbog utjecaja različitih okolišnih čimbenika (Köhl i sur., 2011.; Latz i sur., 2018.). Usprkos tome, dokazano je da neki endofiti ipak mogu pružiti stabilniji učinak i veću učinkovitost, u usporedbi s mikroorganizmima iz vanjskih niša. Aktualni je problem pronaći prave endofite, ili odgovarajuću kombinaciju endofita i biljnog domaćina, koji će biti učinkoviti i stabilni u što širem spektru okolišnih uvjeta (Griffin, 2013.; Latz i sur., 2018.) uz korištenje potencijala koje pojam endofita obuhvaća.

BIOLOŠKO SUZBIJANJE FITOPATOGENA PRIMJENOM ENDOFITA

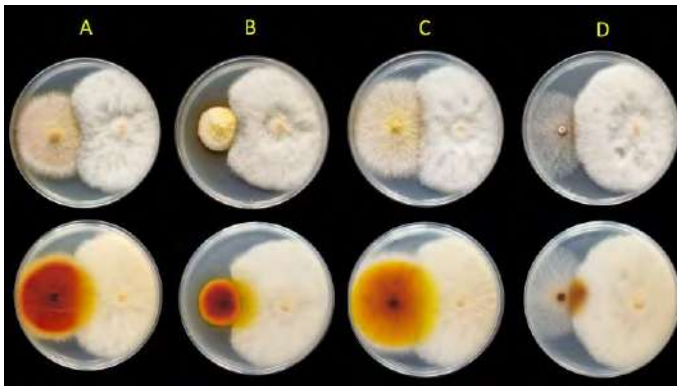
Prva primjena gljivičnog endofita kao sredstva suzbijanja biljnih patogena, došla je s gljivom *Epichloë typhina* koja kolonizira biljnu vrstu – livadnu mačicu (*Phleum pratense*). Ovaj endofit je uspio smanjiti osjetljivost biljke na bolesti uzrokovane patogenom gljivom *Cladosporium phlei* u usporedbi s biljkama bez endofita. Isti rezultati postignuti su primjenom endofitne gljive *Epichloë festucae*, što je dovelo do smanjenja simptoma pjegavosti koju uzrokuje patogen *Sclerotinia homoeocarpa*, u usporedbi s biljkama bez endofita (O'Hanlon i sur., 2012.; De Silva i sur., 2019.). U istraživanjima provedenima u svrhu pronalazanja potencijalnih bioloških čimbenika testiraju se oni endofiti koji su u biljkama prirodno zastupljeni. To potvrđuje učinkovitu kolonizaciju te da se mogu stabilno održati u biljnom domaćinu. Endofitne gljive uglavnom pripadaju rodovima kao što su *Chaetomium*, *Piriformospora*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Penicillium* i *Trichoderma* (Mastouri i sur., 2010.; Murphy i sur., 2014.; Rajani u sur., 2020.), a mehanizmi borbe koje koriste u supresiji biljnih patogena su antibioza, kompeticija, parazitizam i indukcija biljne otpornosti (Griffin, 2013.). Parazitizam je dobro dokumentiran mehanizam za

uobičajene endofitne gljive, kao što su vrste roda *Trichoderma*. Riječ je o askomicetnim gljivama koje su sposobne učinkovito suzbiti širok spektar biljnih patogena (Verma i sur., 2007.; Marra i sur., 2019.; Rajani u sur., 2020.) i pri tom inducirati otpornost velikog broja biljnih domaćina (Mukherjee i sur., 2018.; Singh i sur., 2018.). S druge strane, o endofitizaciji vrsta iz roda *Epicoccum* manje se zna. Del Frari i sur. (2019.) testirali su različite endofitne gljive iz roda *Epicoccum* (izolirane iz vinove loze) u suzbijanju uzročnika apopleksije vinove loze, odnosno fitopatogenih gljiva *Phaeomoniella chlamydospora*, *Fomitiporia mediterranea* i *Phaeoacremonium minimum*. U metodi dvojnih kultura, u inhibiciji navedenih patogena, najznačajniji učinak zabilježen je u endofita *E. layuense*. U uvjetima *in vivo*, inokulacija ukorijenjene reznice vinove loze (sorte Cabernet Sauvignon i Touriga Nacional) istim endofitom dovodi do uspješne kolonizacije reznica. Također, kolonizacija vrste *E. layuense* nije dovela do negativnih učinaka na biljkama, već je znatno smanjila simptome apopleksije za 31 do 82 %, ovisno o patogenu i sorti vinove loze. O rezultatima značajne supresije u laboratorijskim uvjetima svjedoči i istraživanje Nzabanita i sur. (2022.) koji navode da je izolat endofita *Epicoccum nigrum* značajno inhibirao rast širokog spektra fitopatogenih gljiva, kao što su *Fusarium graminearum*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides* i *Sclerotinia sclerotiorum*, u metodi dvojnih kultura. Zanimljivo je da se izolati iste endofitne vrste mogu značajno razlikovati u stupnju antagonizma istog patogena (slika 2). Neki endofiti mogu imati i dvostruku biološku aktivnost (učinak protiv dva ili više biljnih patogena ili protiv insekata i biljnih patogena), a najočitiji je primjer endofitna gljiva *B. bassiana*. Ovaj dobro poznati komercijalno dostupan entomopatogen, učinkovit u suzbijanju više od 20 redova kukaca, može uspješno živjeti kao endofit mnogih biljnih vrsta (Ownley i Griffin 2012.; Griffin, 2013.). Mnogi primjeri potvrđuju da je ova gljiva ujedno značajna i po svojoj antagonističkoj sposobnosti da različitim mehanizmima inhibira fitopatogene (slika 1), a tome u korist navodi se istraživanje Ownley i sur. (2008.) koje donosi rezultate značajne inhibicije simptoma fitopatogene bakterije *Xanthomonas malvacearum* u pamuku (Ownley i sur., 2008.; Griffin, 2013.). Isti su autori dokazali da tretman sjemena rajčice i pamuka vrstom *B. bassiana* dovodi do endofitne kolonizacije presadnica, time i biološke zaštite od fitopatogena *Rhizoctonia solani* i *Pythium myriotylum*, gdje je potvrđen parazitizam u kombinaciji s antibiotskim djelovanjem. Antagonistički potencijal nekoliko izolata vrste *B. bassiana* potvrđen je i u istraživanju Barra-Bucarei i sur., (2020.), gdje je zabilježena značajna inhibicija (30 – 36 %) uzročnika sive plijesni, primjenom metode dvojnih kultura. U istom istraživanju provedeno je i potapanje korijena rajčice u suspenziji spora *B. bassiana*, što je u konačnici dovelo do značajne supresije *Botrytis cinerea* u uvjetima plastenika. Antagonizam endofita *B. bassiana* potvrđuju i Sinno i sur. (2021.) koji donose značajne rezultate postignute u uvjetima *in vivo*, kojima je potvrđeno

smanjenje jačine zaraze patogenima *Botrytis cinerea* i *Alternaria alternata* te je zabilježena stimulacija rasta rajčice ovisno o apliciranu izolatu. Postoje istraživanja gdje je testiran stupanj antagonizma više različitih endofita. U istraživanju Lahlali i Hidžretska (2010.), dva su endofita (*Trichoderma atrovirida* i *Epicoccum nigrum*) pokazala najučinkovitiju inhibiciju u uvjetima *in vitro* na rast micelija patogena *Rhizoctonia solani*, gdje je ujedno dokazano da su oba endofita značajno promovirala rast i prinos krumpira (Griffin, 2013.). Kao što je navedeno, mnoga istraživanja potvrđuju da većina antagonističkih endofita ne djeluju protiv biljnih štetnika ili patogena samo jednim mehanizmom borbe, već često koriste kombinaciju mehanizama za inhibiciju ili suzbijanje (Latz i sur., 2018.), čime pozitivno djeluju na biljku. Osim toga, dvostruka biološka aktivnost endofita može pospješiti njihovu potencijalnu primjenu u budućnosti.



Slika 1. Antagonistički mehanizmi endofitne gljive *Beauveria bassiana*; A) parazitacija uvijanjem hifa (plavo) oko konidiofora patogena *Leveillula sp.*, B) antibiotički učinak na patogena *Fusarium sp.* (snimila K. Martinko).



Slika 2. Prikaz različitih učinaka *Epicoccum sp.* u inhibiciji patogene gljive *Fusarium solani* u metodi dvojnih kultura; A) *E. nigrum* (izolacija iz lovora), B) *E. nigrum* (izolacija iz ružmarina), C) *E. nigrum* (izolacija iz smilja), D) *E. layuense* (izolacija iz crnoplodne aronije). Petrijevke sa stražnje strane (donji red) prikazuju produkciju sekundarnih metabolita (žuta obojenost) izolata *Epicoccum sp.* i njihovo otpuštanje u hranjivu podlogu. (snimila K. Martinko).

ENDOFITI KAO IZVOR AKTIVNIH METABOLITA

Gljivični endofiti (tijekom kolonizacije biljnog domaćina) aktiviraju širok spektar procesa u svojim domaćinima, a takvu fitokemijsku obranu aktiviraju endofitni metaboliti (Chakraborty i sur., 2006.; Abdelaziz i sur., 2022.) koji imaju značajne metaboličke aktivnosti. Derivati endofitnih ekstrakta uključuju spojeve iz skupine benzopiranona, benzokinona, favonoida, fenola, steroida, terpenoida, tetralona i ksantona, peptida, kinona, lignana, alkaloida, fenilpropanoida, te izokumarina (Tan i Zou, 2001.; Elghaffar i sur., 2022.; Abdelaziz i sur., 2022.) s nizom bioloških aktivnosti (Palanichamy i sur., 2018.; Soni i sur., 2021.). Zbog toga su endofiti izvor bioaktivnih spojeva korištenih u humanoj medicini (Zohair i sur., 2018.). Butler (2004.) izvijestio je da više od 40 % lijekova (koji se danas koriste u medicini) potječu od metabolita gljiva. Zanimljivo je da su osobito endofiti koji su izolirani iz ljekovitih biljaka dokazano uključeni u proizvodnju farmakološki važnih tvari (Desire i sur., 2014.; Pandey i sur., 2018.). Značajan broj spojeva izoliranih iz endofitnih gljiva, učinkovito je biološko sredstvo sa svojstvima antifungalnog, antibakterijskog i antitumorskog djelovanja (Sadiran, 2011.; Zohair i sur., 2018.), što potvrđuju mnoga istraživanja. U istraživanju El-Sharkawy i sur. (2023.) procijenjen je potencijal biološkog suzbijanja žute hrđe (*Puccinia striiformis*) u pšenici primjenom ekstrakta endofita *E. nigrum* izoliranoga iz pšenice. Ekstrakt izolata pokazao je značajan inhibitorni učinak (96 %) na klijanje uredospora u uvjetima *in vitro*. U uvjetima plastenika primjena istog ekstrakta dovela je do značajnog smanjenja jačine bolesti (87,5 %) tretiranih biljaka. Aplikacija ekstrakta inducirala je obrambeni odgovor biljke, nakupljanje sadržaja fenolnih spojeva i smanjenje peroksidacije lipida. Nadalje, uočen je stimulativan učinak na rast pšenice te povećanje ukupnih fotosintetskih pigmenata u listovima nakon primjene ekstrakta. Ekstrakt vrste *E. nigrum* sadržavao je sekundarne metabolite s antifungalnim djelovanjem, kao što su maslačna, α -linolenska, heksanska, mliječna i pentadekanska kiselina. Istraživanje Nzabanita i sur. (2022.) donosi rezultate značajnog fungistatskog učinka ekstrakta *E. nigrum* na patogena *usarium graminearum*. Rezultati su postignuti u uvjetima plastenika, gdje je primjena ekstrakta dovela do značajnog smanjenja jačine fuzarioze pšenice. Jednako navode Kramski i sur. (2023.), za ekstrakt vrste *B. bassiana*, koji je značajno stimulirao rast pšenice i nije negativno utjecao na korisne bakterije u tlu.

ZAKLJUČCI

Biološka kontrola korištenjem endofitnih mikroorganizama ekološki je prihvatljiva i učinkovita alternativa kemijskim fungicidima, koji nisu ekološki i ekonomski isplativo rješenje. Endofiti (gljivični i bakterijski mikroorganizmi) jedinstvena su i visokospecijalizirana skupina čimbenika koji su sposobni

antagonizirati biljne patogene proizvodnjom antifungalnih i antibakterijskih metabolita. Tom biološkom aktivnošću stimuliraju rast i obrambeni odgovor biljnog domaćina. Svijest o dobrobitima endofita porasla je u novije vrijeme, kao i svijest o tome da postoje problemi koji se mogu pojaviti tijekom pokušaja implementacije ovih mikroorganizama. Zbog njihove osjetljivosti na uvjete okoliša i kompatibilnosti s biljnim domaćinom, potrebna su dodatna istraživanja interakcije s biljkama i patogenima u poljskim uvjetima. Takav je pristup nužan kako bi se osigurala stabilnost i učinkovitost endofitnih mikroorganizama pri uključivanju u programe integrirane zaštite bilja.

THE ROLE OF ENDOPHYTES IN PLANT PROTECTION

SUMMARY

Plant production faces high costs of finding, developing and commercializing new compounds for plant protection due to the rapid development of plant pathogen resistance. That is why there is a great need to develop an alternative that can offer ecologically and economically acceptable plant protection. Microorganisms that live inside plants are increasingly becoming the subject of research. These are endophytes whose application, as biological control agents, would potentially lead to a reduction in the use of pesticides. Endophytic microorganisms are known to promote the growth of the plant host and induce resistance in the plant they colonize. Also, due to their unique symbiotic interactions within plant hosts, they act antagonistically in the suppression of plant pathogens. It is interesting that one endophytic microorganism can affect a pathogen by combining several antagonistic mechanisms, but it can also have a dual biological activity, when talking about the effect on the target pathogen or pest. Based on the wide spectrum of potential that endofite show, this study approaches the understanding of the triple interaction (endophyte -host plant –pathogen). It also emphasizes the need to include endophytes in screening with the aim of finding new compounds in phytopharmacy for the purpose of biological control.

Key words: antagonism, biological control, endophytes, interaction, symbiosis.

LITERATURA

Abdelaziz, A.M., Kalaba, M.H., Hashem, A.H. (2022.). Biostimulation of tomato growth and biocontrol of *Fusarium* wilt disease using certain endophytic fungi. *Bot Stud* 63, 34. dostupno na: <https://doi.org/10.1186/s40529-022-00364> (pristupljeno: 14. 2. 2024.)

Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J.F., Ortiz Campos, J. (2020.). Antifungal Activity of *Beauveria bassiana* Endophyte against *Botrytis cinerea* in Two Solanaceae Crops. *Microorganisms* 8, 65. dostupno na: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010065>
Vol. 24 / Br. 3 423

(pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Busby, P.E., Ridout, M., Newcombe, G. (2016.). Fungal endophytes: modifiers of plant disease. *Plant Mol Biol* 90, 645–655. dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s11103-015-0412-0> (pristupljeno 16. 2. 2024.)

Butler, M.S. (2004.). The Role of Natural Product Chemistry in Drug Discovery. *Journal Natural Products*, 67,12: 2141 – 2153.

Chakraborty, U., Chakraborty, B., Basnet, M. (2006.). Plant growth promotion and induction of resistance in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium*. *J Basic Microbiol.* 46(3):186–195. dostupno na: <https://doi.org/10.1002/jobm.200510050> (pristupljeno: 13. 2. 2024.)

Chandra, S. (2012.). Endophytic fungi: novel sources of anticancer lead molecules. *Appl Microbiol Biotechnol* 95:47–59

Compant, S., van der Heijden, M.G.A., Sessitsch A. (2010.). Climate change effects on beneficial plant- microorganism interactions. *FEMS Microbiol Ecol* 73:197–214.

De Silva, N. I., Brooks, S., Lumyong, S., Hyde, K. D. (2019.). Use of endophytes as biocontrol agents. *Fungal Biology Reviews.* dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2018.10.001> (pristupljeno: 17. 2. 2024.)

Del Frari, G., Cabral, A., Nascimento, T., Boavida Ferreira, R., Oliveira, H., Sarrocco, S. (2019.). *Epicoccum layuense* a potential biological control agent of esca-associated fungi in grapevine. *PLOS ONE*, 14(3), e0213273–. dostupno na: <https://doi.org.0.1371/journal.pone.0213273> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Demain, A.L. (2000.). Microbial natural products: a past with a future, p. 3-16. In S. K. Wrigley, M. A. Hayes, R. Thomas, E. J. T. Chrystal, and N. Nicholson (ed.), *Biodiversity: new leads for pharmaceutical and agrochemical industries.* The Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom.

Desire, M.H., Bernard F., Forsah M.R., Assang C.T., Denis O.N. (2014.). Enzymes and qualitative phytochemical screening of endophytic fungi isolated from *Lantana camara* Linn. leaves. *J. Appl Biol Biotechnol* 2(6):1–6.

Elghaffar, R.Y.A., Amin, B.H., Hashem, A.H., Sehim, A.E. (2022.). Promising endophytic *Alternaria alternata* from leaves of *Ziziphus spina-christi*: phytochemical analyses, antimicrobial and antioxidant activities. *Appl Biochem Biotechnol.* dostupno na: 194(9):3984–4001. <https://doi.org/10.1007/s12010-022-03959-9> (pristupljeno: 14. 2. 2024.)

El-Sharkawy H.H.A., Rashad Y.M., Elazab N. T. (2023.). Biocontrol potential of the endophytic *Epicoccum nigrum* HE20 against stripe rust of wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* 194, 105517. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105517> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Germaine, K.J., Liu, X., Cabellos, G.G., Hogan, J.P., Ryan, D., Dowling, D.N. (2006.). Bacterial endophyte-enhanced phytoremediation of the organochlorine herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *FEMS Microbiol Ecol* 57:302–310.

Griffin, M. R. (2013.). Biocontrol and Bioremediation: Two Areas of Endophytic Research Which Hold Great Promise. *Advances in Endophytic Research*, 257–282. dostupno na: https://doi.org/10.1007/978-81-322-1575-2_14 (pristupljeno: 18. 2. 2024.)

Hardoim, P.R., van Overbeek L.S., Berg G., Pirttilä A.M., Compant S., Campisano A., Döring M., Sessitsch A. (2015.). The hidden world within plants: Ecological and

evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiol Mol Biol Rev.* 79 (3): 293–320

Khalil, A., Abdelaziz, A., Khaleil, M., Hashem, A. (2021.). Fungal endophytes from leaves of *Avicennia marina* growing in semi-arid environment as a promising source for bioactive compounds. *Lett Appl Microbiol.* 72(3):263–274. dostupno na: <https://doi.org/10.1111/lam.13414> (pristupljeno: 18. 2. 2024.)

Khan, Z. i Doty, S. (2011.). Endophyte-assisted phytoremediation. *Curr Top Plant Biol* 12:97–10

Köhl, J., Postma, J., Nicot, P., Ruocco, M., Blum, B. (2011.). Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plant-pathogenic fungi and bacteria. *Biol Control.* 57 (1): 1–12.

Kramski D.J., Nowinski D., Kowalczyk K., Kruszyński P., Radzińska J., Greb-Markiewicz, B. (2023). *Beauveria bassiana* Water Extracts' Effect on the Growth of Wheat. *Plants.* 12(2):326. dostupno na: <https://doi.org/10.3390/plants12020326> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Lahlali, R. i Hijri, M. (2010.). Screening, identification and evaluation of potential biocontrol fungal endophytes against *Rhizoctonia solani* AG3 on potato plants. *FEMS Microbiol Lett* 311:152–159.

Larran, S., Simón, M.R., Moreno, M.V., Siurana, M.P.S., Perelló, A. (2016). Endophytes from wheat as biocontrol agents against tan spot disease. *Biol. Control* 92, 17–23. dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/282152258_Endophytes_from_wheat_as_biocontrol_agents_against_tan_spot_disease (pristupljeno: 15. 2. 2024.)

Latz, M. A. C., Jensen, B., Collinge, D. B., Jørgensen, H. J. L. (2018.). Endophytic fungi as biocontrol agents: elucidating mechanisms in disease suppression. *Plant Ecology and Diversity.* 11 (5-6), 555–567. dostupno na: <https://doi.org/10.1080/17550874.2018.153414> (pristupljeno 16. 2. 2024.)

Martinez-Klimova, E., Rodríguez-Peña, K., Sánchez, S. (2017.). Endophytes as sources of antibiotics. *Biochemical Pharmacology*, 134, 1–17. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2016.10.010> (pristupljeno: 13. 2. 2024.)

Mastouri, F., Björkman, T., Harman, G.E. (2010.) Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology.* 100(11), 1213-1221. dostupno na: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-10-0091> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Mishra, A., Singh, S.P., Mahfooz, S., Bhattacharya, A., Mishra, N., Shirke, P.A., Nautiyal, C.S. (2018.). Bacterial endophytes modulates the withanolide biosynthetic pathway and physiological performance in *Withania somnifera* under biotic stress. *Microbiol Res* 212:17–28.

Mukherjee, M., Mukherjee, P.K., Horwitz, B.A., Zachow, C., Berg, G., Zeilinger, S. (2012.). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions: advances in genetics of biological control. *Indian J. Microbiol.* 52(4), 522-529. dostupno na: <https://doi:10.1007/s12088-012-0308-5> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Murphy, B.R., Doohan, F.M., Hodkinson, T.R. (2014.). Yield increase induced by the fungal root endophyte *Piriformospora indica* in barley grown at low temperature is nutrient limited. *Symbiosis.* 62(1), 29-39. dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s13199-014-0268-0> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Nzabanita, L. Zhang, H. Zhao, Y. Wang, Y. Wang, M. Sun, S. Wang, L. Guo (2022.).

Fungal endophyte *Epicoccum nigrum* 38L1 inhibits *in vitro* and *in vivo* the pathogenic fungus *Fusarium graminearum*, *Biological Control*, 174, 1050. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105010> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

O'Hanlon, K.A., Knorr, K., Jørgensen, L.N., Nicolaisen, M., Boelt, B. (2012.). Exploring the potential of symbiotic fungal endophytes in cereal disease suppression. *Biological Control*, 63(2), 69–78. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.08> (pristupljeno: 15. 2. 2024.)

Ownley, B.H. i Griffin, M.R. (2012.). Dual biological control of insect pests and plant pathogens with fungi in the order Hypocreales. In: *Biocontrol: management, processes and challenges*. Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge.

Ownley, B.H., Griffin M.R., Klingeman, W. E, Gwinn, K.D., Moulton, J.K., Pereira, R.M. (2008.). *Beauveria bassiana*: endophytic colonization and plant disease control. *J. Invertebr. Pathol.* 98:267–270.

Ownley, B.H., Griffin, M.R., Klingeman, W.E., Kimberly, D. Gwinn, J. Moulton, K., Pereirak, R. M. (2008.). *Beauveria bassiana*: Endophytic colonization and plant disease control, *Journal of Invertebrate Pathology*, 98 (3), 267-270. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2008.01.010> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Palanichamy, P., Krishnamoorthy, G., Kannan, S., Marudhamuthu, M. (2018.). Bioactive potential of secondary metabolites derived from medicinal plant endophytes. *Egypt J. Basic Appl Sci* 5(4): 303–312.

Pandey, S.S., Singh S., Pandey, H., Srivastava, M., Ray T., Soni, S., Pandey, A., Shanker K., Babu C.S.V., Banerjee S., Gupta M.M., Kalra A. (2018). Endophytes of *Withania somnifera* modulate in planta content and the site of withanolide biosynthesis. *Sci Rep* 8(1):5450.

Rajani, P., C., R., Vasanthakumari, M. M., Olsson, S. B., G., R. (2020.). Inhibition of plant pathogenic fungi by endophytic *Trichoderma spp.* through mycoparasitism and volatile organic compounds. *Microbiological Research*, 126595. dostupno na: <https://10.1016/j.micres.2020.126595> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Sadiran, S. (2011). Bioactive microbial metabolites from Malaysian rainforest soil fungi as a source of new drugs candidates. MSc Thesis, Faculty of Pharmacy, Universiti Teknologi Mara, Serdang.

Singh, P., Tripathi, N., Joshi, D., Pathak, A.D., Sethi, A. (2018.). *Trichoderma* elicitors create a potential chemical barrier through induced systemic resistance against *Colletotrichum falcatum* and minimise sucrose losses in sugarcane. *Plant Pathol. J.* 100 (2), 151-162

Sinno, M., Ranesi, M., Di Lelio, I., Iacomino, G., Becchimanzi, A., Barra, E., Molisso, D., Pennacchio, F., Digilio, M.C., Vitale, S. (2021.). Selection of Endophytic *Beauveria bassiana* as a Dual Biocontrol Agent of Tomato Pathogens and Pests. *Pathogens* 2021, 10, 1242. dostupno na: <https://doi.org/10.3390/pathogens10101242> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Soni S.K., Singh R., Ngpoore N.K., Niranjana A., Singh P., Mishra A., Tiwari S. (2021.). Isolation and characterization of endophytic fungi having plant growth promotion traits that biosynthesizes bacosides and withanolides under *in vitro* conditions. *Braz J Microbiol* 52, 1791–180. dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00586-0> (pristupljeno: 11. 2. 2024.)

.....

Strobel, G. i Daisy, B. (2003.). Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and molecular biology reviews: MMBR*, 67(4), 491–502. dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC309047/> (pristupljeno: 14. 2. 2024.)

Strobel, G.A. (2002.). Rainforest endophytes and bioactive products. *Crit Rev Biotechnol* 22:315–333.

Surette, M.A., Sturz, A.V., Lada, R.R., Nowak, J. (2003.). Bacterial endophytes in processing carrots (*Daucus carota* L. var. *sativus*): their localization, population density, biodiversity and their effects on plant growth. *Plant Soil* 253:381–390.

Suryanarayanan, T. S., Thirunavukkarasu, N., Govindarajulu, M. B., Sasse F., Jansen R., Murali T. S. (2009.). Fungal endophytes and bioprospecting. *Fungal Biology Reviews*, 23(1-2), 9–19. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2009.07.001> (pristupljeno: 11. 2. 2024.)

Suryanarayanan, T.S., Govinda Rajulu, M.B., Vidal S. (2018). Biological Control Through Fungal Endophytes: Gaps In Knowledge Hindering Success. 7 (3), 185 – 198. dostupno na: <https://doi.org/10.2174/2211550105666160504130322> (pristupljeno: 17. 2. 2024.)

Tan, R.X. i Zou, W.X. (2001). Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Nat Prod Rep* 18(4):448–459.

Tiwari, S., Singh, S., Pandey, P., Saikia, S.K., Negi, A.S., Gupta, S.K., Pandey, R., Banerjee, S. (2014a). Isolation, structure determination and anti-aging effects of 2, 3-pentanediol from endophytic fungus of *Curcuma amada* and docking studies. *Protoplasma*. dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s00709-014-0618-0> (pristupljeno: 11. 2. 2024.)

Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., Valero, J.R. (2007). Antagonistic fungi, *Trichoderma spp*, panoply of biological control. *Biochem Eng J.* 37(1), 1-20. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.05.012> (pristupljeno: 5. 3. 2024.)

Wani, Z.A., Ashraf, N., Mohiuddin, T., Riyaz-Ul-Hassan, S. (2015.). Plant-endophyte symbiosis, an ecological perspective. *Appl Microbiol Biotechnol.* 99 (7): 2955– 2965.

Zohair, M.M., El-Beih, A.A., Sadik, M.W., Hamed, E.R., Sedik, M.Z. (2018.). Promising biocontrol agents isolated from medicinal plants rhizosphere against root-rot fungi. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 15, 11–18. dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.04.015> (pristupljeno: 13. 2. 2024.)

Pregledni rad

Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb
mladen.simala@hapih.hr

***Dichromothrips corbetti* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae) – PRVA INTERCEPCIJA U HRVATSKOJ**

SAŽETAK

Invazivna vrsta tripsa *Dichromothrips corbetti* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae), podrijetlom iz jugoistočne Azije, prvi je put nađena 2022. i u Hrvatskoj. Tijekom vizualnog pregleda bilja u vrtnom centru u Lučkom, u sklopu programa posebnog nadzora karantenskog štetnog organizma *Thrips palmi* Karny, 1925 (Thysanoptera: Thripidae) detektirani su na cvjetovima orhideje *Phalaenopsis* spp. simptomi napada karakteristični za tripsa. Odrasli razvojni stadiji prikupljeni su otresanjem cvjetova na bijelu podlogu i pohranjeni do laboratorijske analize u AGA mješavini u Eppendorf epruveti. Primjerci tripsa mikroskopski su identificirani na osnovi morfoloških karakteristika odraslih ženki s pomoću relevantnih ključeva za determinaciju kao vrsta *D. corbetti*. To je oligofagni štetnik zabilježen na različitim vrstama i kultivarima iz porodice orhideja (Orchidaceae).

Ključne riječi: Thysanoptera, *Dichromothrips corbetti*, *Phalaenopsis* spp., intercepcija, Hrvatska

UVOD

Dichromothrips Priesner, 1932 vrstama je relativno siromašan rod tripsa jer obuhvaća ukupno 18 vrsta zabilježenih uglavnom u tropskim i suptropskim područjima Staroga svijeta na biljkama iz porodice orhideja (Orchidaceae) (Mound, 1976.; Lee i sur., 2002.; Mound i Ng, 2009.). U Europi su prisutne samo dvije vrste, *Dichromothrips corbetti* (Priesner, 1936) i *Dichromothrips orchidis* Priesner, 1932 (Zur Strassen, 2003.).

Vrsta *D. corbetti* (Thysanoptera: Thripidae) potječe iz Orijentalne zoogeografske regije. Najprije je prikupljena i opisana kao *Anaphothrips corbetti* Priesner, 1936 sa singapurske orhideje (*Vanda joaquim*) u Kuala Lumpuru (Mound, 1976.). Danas je gotovo kozmopolitska vrsta, proširena internacionalnom trgovinom orhideja u cijelom svijetu (Ng i Zaimi, 2018.). U Europi je relativno recentno zabilježena vrsta, do sada nađena u Nizozemskoj (1988.), Mađarskoj (2007.), Sloveniji (2011.), Belgiji (2012.) i Slovačkoj (2016.) (Masarović i sur., 2017.; EPPO, 2022). Hrani se i razvija isključivo na orhidejama, pri čemu preferira cvjetove na kojima uzrokuje brojna sitna, diskolorirana srebrnasta oštećenja, posebice dobro uočljiva na vrstama i

kultivarima tamnijih cvjetova (Seljak, 2012.). Kompletan razvoj od jajeta do odrasla stadija u laboratorijskim uvjetima na cvjetovima orhideje *Vanda* sp. traje od 9 do 13 dana (Navasero i sur., 2002.). Odrasla ženka tamne je boje, osim žutih stopala i vrha goljenice, te duga 1,4 do 1,6 mm. Vrsta je zabilježena na različitim vrstama orhideja, uključujući *Dendrobium* spp., *Cymbidium* spp., *Arundina* spp., *Cattelya* spp., *Phalaenopsis* spp., *Ascocenda* spp. i *Vanda* spp. (Zur Strassen, 2003.; Seljak, 2012.; Ng i Zaimi, 2018.).

MATERIJALI I METODE

Uzorak tripsa za laboratorijsku analizu i identifikaciju vrste prikupljen je tijekom vizualna pregleda biljaka u sklopu programa posebnog nadzora karantenske vrste tripsa *Thrips palmi* Karny, 1925 metodom otresanja cvjetova orhideje sa simptomima napada tripsa na bijelu podlogu. Izolirani odrasli stadiji preneseni su tankim, finim kistom u mješavinu devet dijelova 60-postotnog etilnog alkohola te po jednog dijela glacijalne octene kiseline i glicerina u Eppendorf epruveti (Mound i Kibby 1998) te čuvani do laboratorijske analize na hladnom, u priručnom prenosivom hladnjaku. Prikupljeni uzorak tripsa označen je relevantnim podacima, što podrazumijeva oznaku uzorka, biljnu vrstu, lokalitet, pripadajuću GPS koordinatu i datum uzorkovanja. Odrasle ženke prikupljene u uzorku pripremljene su za izradu trajnih mikroskopskih preparata s pomoću binokularne lupe Olympus SZX 7, opremljene digitalnom kamerom Olympus LC 20. Postupak preparacije tripsa proveden je modificiranom metodom opisanom od Mound i Kibby (1998.). Primjerci tripsa pincetom su iz Eppendorf epruvete premješteni u 40-postotnu mliječnu kiselinu u staklenoj epruveti. Sadržaj je zagrijavan 10 minuta u sterilizatoru tipa MS-1 na 90 °C. Tripsi su zatim pincetom preneseni iz epruvete u satno stakalce ispunjeno benzilnim alkoholom i pokriveno polovicom staklene petrijeve posude. Nakon jednog sata preparirani su primjerci položeni pojedinačno dorzo-ventralno na predmetno stakalce, u nekoliko kapi mješavine kemikalija Canada balsam (dva dijela) i benzilnog alkohola (jedan dio) te su pokriveni pokrovnim stakalcem. Determinacija tripsa obavljena je korištenjem svjetlosnog mikroskopa Olympus BX 51 (okulari s povećanjem 10 x i objektivi s povećanjem 4, 10, 20, 40 i 100 x) opremljenoga s digitalnom kamerom Olympus model DP 25. Vrsta tripsa u prikupljenu uzorku identificirana je klasičnom mikroskopskom metodom na osnovi morfoloških karakteristika odraslih stadija ženki, s pomoću dihotomnih identifikacijskih ključeva (Mound i Kibby 1998; Zur Strassen 2003). Mikroskopski trajni preparati tripsa, nakon završena postupka preparacije jedinki, identifikacije vrste te etiketiranja, podvrgnuti su procesu sušenja u sterilizatoru oko dva mjeseca na 40 °C. Trajni preparati tripsa pohranjeni su u entomološkoj zbirci HAPIH – Centra za zaštitu bilja.

REZULTATI

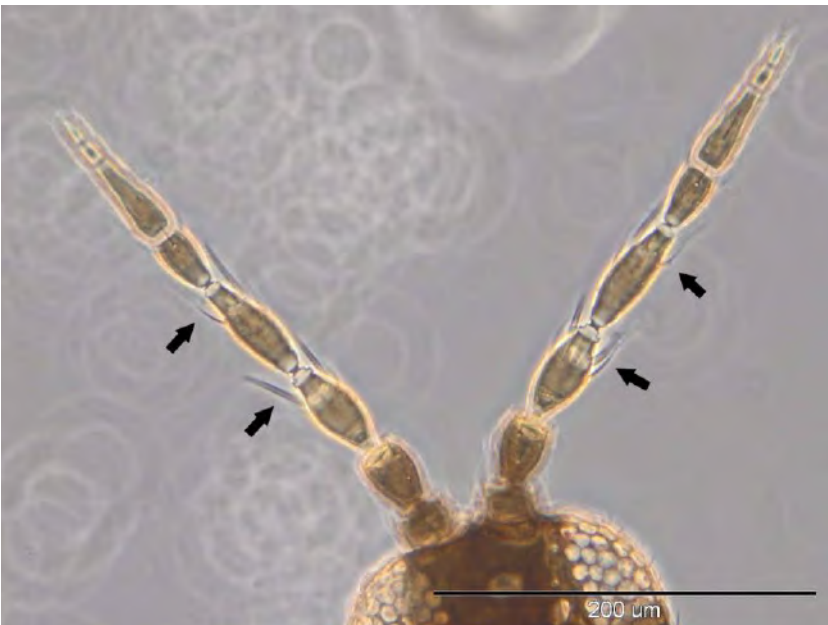
Vrsta *D. corbeti* identificirana je u uzorku 10 odraslih ženki tripsa prikupljenih s cvjetova orhideje *Phalaenopsis spp.* u stakleniku vrtnog centra u Lučkom (N 45°45'26.17" E 15°52'10.93") 9. studenoga 2022., što je prvi nalaz te vrste za faunu tripsa Hrvatske. Vrstu *D. corbeti* može se mikroskopski identificirati na osnovi sljedećih morfoloških karakteristika odrasle ženke: tijelo je tamnosmeđe boje, stopalo (*tarsus*) i vrh goljenice (*tibia*) žuti, prednja su krila smeđa sa svijetlom bazom (slika 1); prva žila prednjih krila ima dvije distalne prave dlake, a druga ukupno najmanje 15 pravih dlaka; glava je šira nego duga, s dva para ocelarnih pravih dlaka (*ocellar setae*) (ante-ocelarni par I odsutan), od kojih je par III pozicioniran izvan trokuta koji čine čeonne oči (*ocelle*) (slika 2); ticala su sastavljena od osam članaka, članci III i IV suženi su na vrhu i nose osjetilne otvore (*sense cones*) u obliku duge vilice (slika 3); prvi članak prsišta na leđnoj strani (*pronotum*) ima vrlo izražene poprečne linije i nema duge rubne prave dlake (*ante- i postero-marginal setae*), što ga morfološki razlikuje od ostalih 17 zabilježenih vrsta iz roda *Dichromothrips* (slika 4); stražnji članak prsišta ima na leđnoj strani (*metanotum*) karakterističnu strukturu koju čine poprečne linije i par središnjih pravih dlaka pozicioniran iza prednjeg ruba (slika 4); članci zatka na bočnoj trećini leđne strane (*abdominal tergites*) imaju mnogobrojne guste poprečne linije, kakve nisu prisutne u središnjem dijelu; leđna strana VIII članka zatka na stražnjem rubu ima potpuni niz tankih, dugih dlačica (*microtrichia*) (slika 5); leđna strana X članka zatka nije poprečno rascijepljena (slika 5); središnja 2 para pravih dlaka na trbušnoj strani VII članka abdomena (*abdominal sternite*) prilično su udaljena od stražnjeg ruba.



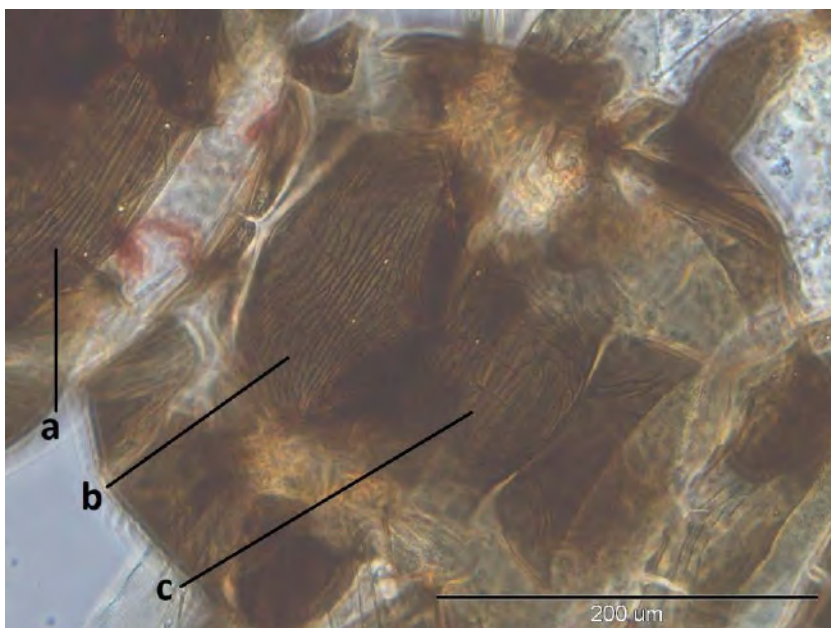
Slika 1. Mikroskopski trajni preparat odrasle ženke *D. corbeti* (snimio M. Šimala)



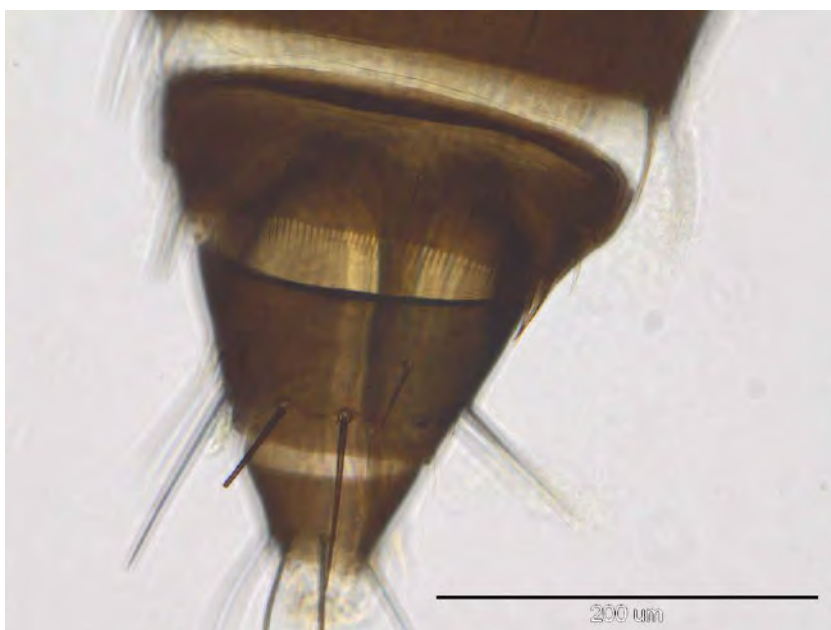
Slika 2. Ocellarne prave dlake – par II i par III *D. corbetti* (snimio M. Šimala)



Slika 3. Osjetilni otvori na III i IV članku ticala *D. corbetti* (snimio M. Šimala)



Slika 4. Pronotum (a), mezonotum (b) i metanotum (c) *D. corbetti* (snimio M. Šimala)



Slika 5. Leđna strana VIII, IX i X članka zatka *D. corbetti* (snimio M. Šimala)

RASPRAVA

Simptomi napada uočeni tijekom vizualnog pregleda biljaka na cvjetovima orhideja *Phalaenopsis* spp. (slika 6) bili su karakteristični za napad neke od

štetnih vrsta tripsa i potencijalno su se mogli dovesti u vezu s infestacijom karantenske vrste *T. palmi*. Identična simptomatologija na cvjetovima orhideja pojavljuje se i kod napada nekih drugih polifagnih vrsta tripsa koje napadaju cvjetove ukrasnih biljaka domaćina. Prije svega, takvi se simptomi povezuju s dominantnom štetnom vrstom u fauni tripsa na ukrasnom bilju u zaštićenim prostorima Hrvatske, *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895). Međutim, već se vizualno na osnovi svjetlije boje tijela i nešto manjih odraslih stadija vrste *F. occidentalis* u odnosu na jedinke *D. corbeti* ovakva hipoteza može odbaciti. Vrlo slične simptome u vidu srebrnastih oštećenja na cvjetovima uzrokuje i taksonomski te morfološki srodna, također u nas prisutna vrsta *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895). Sličan tip simptoma, ali na cvjetovima hortenzije uzrokuje makroskopski vrlo slična invazivna, azijska vrsta *Thrips setosus* Moulton, 1928, prvi put zabilježena u Hrvatskoj 2016. (Šimala i sur., 2017.). Na cvjetovima orhideja simptome u vidu srebrolikosti može izazvati i napad još jedne azijske vrste nađene u Hrvatskoj 2021., *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton, 1907) (Šimala i sur., 2023.). Ponekad su simptomi srebrnastih mrlja na laticama cvjetova posljedica istodobnog napada smjese dviju ili više fitofagnih vrsta tripsa. Dakle, samo na osnovi simptoma napada tripsa na biljci ili na temelju makroskopske dijagnostike nije moguće sigurno i točno odrediti vrstu uzročnika. Stoga, mikroskopska morfološka identifikacija primjeraka prikupljenih s napadnutih biljnih organa jedina je relevantna i potpuno pouzdana metoda za određivanje vrste tripsa koja je odgovorna za pojavu određenih simptoma. U uzorku prikupljenu s orhideja morfološki je identificirana za Hrvatsku nova vrsta *D. corbeti*. Osim faunističkog značaja, precizna identifikacija vrste tripsa, kao i u drugih grupa štetnika, važna je i s fitosanitarnog aspekta jer su samo određene vrste tripsa i vektori vrlo destruktivnih virusnih bolesti biljaka. Nije poznato prenosi li vrsta *D. corbeti* biljne viruse (Messelink, 2019.). Također, vrsta tripsa ponekad određuje i specifične preventivne i kurativne biološke, integrirane te kemijske mjere zaštite.



Slika 6. Simptomi napada *D. corbeti* na cvijetu orhideja *Phalaenopsis* spp. (snimio M. Šimala)

ZAKLJUČAK

Trenutačan fitosanitarni status vrste *D. corbettii* u Hrvatskoj može se odrediti kao intercepcija invazivne vrste. Međutim, kod masovne komercijalne proizvodnje ulončenih orhideja u zaštićenom prostoru, koje za sada nema u nas, ova bi vrsta tripsa mogla postati potencijalno vrlo štetna zbog izravna negativna utjecaja na kvalitetu i estetsku vrijednost cvijeta.

***Dichromothrips corbettii* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae) – THE FIRST INTERCEPTION IN CROATIA**

SUMMARY

Invasive thrips species *Dichromothrips corbettii* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae), originating from Southeast Asia, was intercepted in 2022 for the first time in Croatia. Characteristic symptoms of thrips infestation were detected on the flowers of *Phalaenopsis* spp. orchid, during visual inspection of plants in a garden centre in Lučko, conducted as a part of survey of the quarantine harmful organism *Thrips palmi* Karny, 1925 (Thysanoptera: Thripidae). Adult thrips were collected by shaking flowers on a white plastic tray and stored until laboratory analysis in AGA mixture in an Eppendorf tube. Thrips specimens were microscopically identified on the basis of morphological characters of adult females, using relevant keys for identification, as species *D. corbettii*. It is an oligophagous pest recorded on different species and cultivars from the orchid family (Orchidaceae).

Key words: Thysanoptera, *Dichromothrips corbettii*, *Phalaenopsis* spp., interception, Croatia

LITERATURA

EPPO Global Database, (2022.) *Dichromothrips corbettii* (ANAPCO). Distribution, dostupno na: <https://gd.eppo.int/taxon/ANAPCO/distribution>, (pristupljeno: 1. 12. 2022.)

Lee, G. S., Ahn, K. S., Woo, K. S. (2002.). New Record of *Dichromothrips smithi* (Zimmermann) (Thysanoptera: Thripidae) Injurious to Orchidaceae in Korea. *J. Asia Pacific Entomol.*, 5 (2), 155-160.

Masarović, R., Štefanik, M., Zvarikova, M., Sigmund, J., Fedor, P. (2017.). First Record of a New Alien Economically Important Thrips *Dichromothrips corbettii* (Priesner, 1936) (Thysanoptera: Thripidae) in Slovakia – Short Communication. *Plant. Protect. Sci.*, 53 (3), 177-180.

Messelink, G. (2019.). Knowing and recognising thrips in your crops. AHDB identification poster. https://www.wur.nl/upload_mm/6/a/d/b0b6e349-f3cb-4cdf-9752-a32ec7eaff4a_8412105558%20-%20PSG_WPR_Folder%20trips_EN_def.pdf (pristupljeno: 14. 12. 2022.)

-
- Mound, L. A.** (1976.). Thysanoptera of the genus *Dichromothrips* on Old World Orchidaceae. Biological Journal of the Linnean Society, 8, 245-265.
- Mound, L. A., Kibby, G.** (1998.). Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd edition. Wallingford, UK. CAB International, 70 pp.
- Mound, L. A., Ng, Y. F.** (2009.). An illustrated key to the genera of Thripinae (Thysanoptera) from South East Asia. Zootaxa, 2265, 27-47.
- Navasero, M. M., Hirao, G. A., Navasero, M. V.** (2002.). Mass rearing of *Dichromothrips corbeti* (Priesner) (Thysanoptera: Thripidae) on Vanda flowers. Philipp. Ent., 16 (1), 33-41.
- Ng, Y. F., Zaimi, J. S.** (2018.). The economically important thrips from Malaysia, with a key to species (Thysanoptera, Thripinae). ZooKeys, 810, 113-126.
- Seljak, G.** (2012.). Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011. Acta Entomologica Slovenica, 20 (1), 31-44.
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T.** (2017.): Japanski cvjetni trips (*Thrips setosus* Moulton, 1928) (Thysanoptera: Thripidae) – prvi nalaz u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 17 (3), 315-322.
- Šimala, M., Pintar, M., Vierbergen, G.** (2023.): Rezultati programa posebnog nadzora karantenske vrste tripsa *Thrips palmi* Karny, 1925 (Thysanoptera: Thripidae) u Hrvatskoj u 2021. Entomologia Croatica 22 (1), 53-56.
- Zur Strassen, R.** (2003.). Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. Goecke & Evers, Keltern, Deutschland, 122.

Izvorni znanstveni rad

Zrinka VIDAKOVIĆ, Renata DEJANOVIĆ

Bayer d.o.o.

zrinka.vidakovic@bayer.com

INTERGIRANI PRISTUP U SUZBIJANJU VAŽNIH ŠTETNIKA VINOVE LOZE

SAŽETAK

Potporna održivoj proizvodnji hrane, očuvanje prirodnih resursa, smanjenje emisije štetnih plinova i čuvanje bioraznolikosti glavna je misija tvrtke Bayer. Razvoj i uvođenje bioloških rješenja u integrirane programe zaštite bilja odgovor je tvrtke Bayer na zahtjeve proizvođača i potrošača za visokokvalitetnom hranom “bez ostataka pesticida”, svima dostupnom i proizvedenom na održiv način. Ovaj rad obrađuje problematiku zaštite vinove loze od važnih štetnika uz naglasak na suzbijanje američkog cvrčka (*Scaphoideus titanus*) te strategiju suzbijanja uvođenjem biološkog insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (trgovački naziv Flipper), uz postojeći insekticid flupiradifuron, u integrirani program zaštite vinove loze. Uz biološke pripravke, konvencionalni kemijski pripravci također su važan sastavni dio integriranih programa, stoga je također predstavljena i uloga te mjesto insekticida na osnovi flupiradifurona (trgovački naziv Sivanto Prime) u strategiji suzbijanja američkog cvrčka.

Ključne riječi: američki cvrčak, biološki insekticid, flupiradifuron, vinova loza

UVOD

Uvođenje bioloških pripravaka u integrirane programe zaštite poljoprivrednih kultura ima višestruku korist za poljoprivrednog proizvođača i krajnjeg potrošača. Biološki pripravci dodatan su izbor proizvođačima pri provedbi programa zaštite, omogućuju njihovo korištenje u tank-mix kombinaciji s kemijskim pripravcima, ili pak samostalno, te povećavaju mogućnosti za učinkovitije suzbijanje štetnika, osobito onih populacija koje su razvile rezistentnost na kemijske insekticide. Dodatan su alat za antirezistentnu strategiju, a njihova primjena od početka vegetacije, pa sve do berbe, osigurava zaštitu tijekom cijelog vegetacijskog ciklusa i neposredno prije berbe. Pridonose smanjenju štetnog utjecaja na korisne organizme i okoliš, očuvanju tla te zdravlju biljaka jer pomažu usvajanje hraniva, što u konačnici rezultira i boljim prinostom.

Proizvod na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Flipper) biološki je insekticid i akaricid izrazito kontaktnog prodora i višestrukog načina djelovanja. U dodiru sa štetnikom izaziva dehidraciju, odnosno isušivanje, voštanog sloja na tijelu štetnika (slika 1), a ulaskom kroz trahealne otvore dolazi do citolize i gušenja.

Proizvod je registriran na velikom broju kultura na otvorenom i u zaštićenim prostorima, što je prikazano tablicom 1. Budući da je aktivna tvar, masne kiseline kalijevih soli prirodan su nusproizvod koji nastaje u proizvodnji ekstra djevičanskog maslinova ulja, spomenuti biološki insekticid može se primjenjivati i u ekološkoj proizvodnji. Djelatna tvar djeluje isključivo kontaktno na sve razvojne stadije lisnih uši, resičara (tripsa), štitastih moljaca, štitastih uši, cvrčaka, lisnih buha i grinja. Selektivan je za oprašivače i korisne organizme, što ga čini idealnim partnerom u integriranoj zaštiti, a i nema karence.



Slika 1. Netretirana zelena breskvina uš (*Myzus persicae*) (Izvor: Alpha Biocontrol)



Slika 2. Zelena breskvina uš (*Myzus persicae*) 24 sata nakon aplikacije insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli u koncentraciji od 1 % (Izvor: Alpha Biocontrol)

Tablica 1. Informativni pregled registriranih primjena insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Bayer Crop Science Hrvatska, 2024.)

Table 1. Informative review of registered applications of insecticides based on potassium salt fatty acids (Bayer Crop Science Hrvatska, 2024)

PRIMJENA	ŠTETNICI	DOZA (l/ha)	KARENCA
Plodovito povrće na otvorenom i u zaštićenom prostoru (patlidžan, rajčica, paprika, krastavac, tikvice, lubenica, bundeva)	Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum sp.</i>), štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	3-10	Bez karence

<p>Lisnato povrće na otvorenom i u zaštićenom prostoru (salata, endivija, rucola, blitva, matovilac, špinat)</p> <p>Kupusnjače (kupus, kelj, kelj pupčar, kineski kupus, cvjetača, brokula)</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Macrosiphum sp.</i>, <i>Nasonovia ribis-nigri</i>, <i>Acyrtosiphon sp.</i>, <i>Brevicoryne brassicae</i>), štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i>, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	3-10	Bez karence
<p>Jagoda na otvorenom i u zaštićenom prostoru</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Macrosiphum rosae</i>), octena mušica ploda (<i>Drosophila suzukii</i>), štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i>, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	3-10	Bez karence
<p>Mahunarke (grah, grašak, leća, bob, slanutak)</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Macrosiphum sp.</i>, <i>Acyrtosiphon pisum</i>, <i>Acyrtosiphon sp.</i>), štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i>, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	3-10	Bez karence
<p>Korjenasto povrće (mrkva, pastirnjak, celer, komorač, hren)</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Macrosiphum sp.</i>, <i>Acyrtosiphon pisum</i>, <i>Acyrtosiphon sp.</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	3-10	Bez karence
<p>Vinova loza (vinske i stolne sorte)</p>	<p>Grinje (<i>Tetranychus urticae</i>, <i>Panonychus ulmi</i>), cikade (<i>Empoasca. vitis</i>, <i>Scaphoideus titanus</i>, <i>Metcalfa pruinosa</i>), štitaste uši (<i>Planococcus ficus</i>, <i>Parthenolecanium corni</i>, <i>Pulvinaria vitis</i>, <i>Pseudococcus citri</i>), octena mušica ploda (<i>Drosophila suzukii</i>), lisne uši (<i>Aphis sp.</i>, <i>Viteus vitifoliae</i>)</p>	3-10	Bez karence
<p>Maslina</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis sp.</i>), štitaste uši (<i>Saissetia oleae</i>, <i>Lepidosaphes ulmi</i>), štitasti moljci (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>), trips (<i>Thripidae</i>)</p>	5-10	Bez karence
<p>Agumi</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Aphis citricola</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>, <i>Panonychus citri</i>), tripsi (<i>Frankliniella occidentalis</i>), štitasti moljci (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>, <i>Aleurothrixus floccosus</i>, <i>Dialeurodes citri</i>, <i>Aleurocanthus spiniferus</i>)</p>	5-10	Bez karence

<p>Jezgričavo i koštičavo voće</p>	<p>Lisne buhe (<i>Cacopsylla pyri</i>, <i>Cacopsylla mali</i>), lisne uši (<i>Aphis pomi</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Dysaphis plantaginea</i>, <i>Dysaphis pyri</i>, <i>Hyalopterus pruni</i>, <i>Brachycaudus helichrysi</i>, <i>Brachycaudus schwartzi</i>, <i>Aphis gossypii</i>, <i>Myzus cerasi</i>, <i>Hyalopterus amygdali</i>) grinje (<i>Panonychys ulmi</i>)</p>	<p>5-10</p>	<p>Bez karence</p>
<p>Cvijeće, ukrasno bilje, rasadnici cvijeća i ukrasnog bilja</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Macrosiphum sp.</i>), štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i>, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>), trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>), grinje (<i>Tetranychus urticae</i>)</p>	<p>3-10</p>	<p>Bez karence</p>

Flupiradifuron (trgovački naziv Sivanto Prime) sistemski je insekticid s izraženim "knock-down" učinkom registriran na velikom broju kultura na otvorenom i u zaštićenim prostorima. Aktivna tvar, flupiradifuron pripada kemijskoj skupini butenolida te potječe od alkaloida stemofolina, prirodnog izolata dobivena iz biljke *Stemona japonica*. Brzo i učinkovito djeluje na različite razvojne stadije štetnika, ličinke i odrasle oblike pri čemu ishrana štetnika prestaje već trideset minuta nakon primjene, što pridonosi sprječavanju širenja virusa i fitoplazmi. Siguran je za oprašivače, pčele i bumbare, ali i za mnoge korisne kukce, što je prednost i preduvjet za primjenu u održivim i integriranim sustavima proizvodnje (Bayer Crop Science Hrvatska, 2024a). Djeluje na širok spektar štetnika: lisne uši, cvrčke, štitaste moljce, te je važan alat za suzbijanje štetnika koji su razvili rezistentnost na insekticide iz skupine neonikotinoida. Informativni pregled registriranih primjena nalazi se u tablici 2.

Tablica 2. Informativni pregled registriranih primjena insekticida na osnovi flupiradifurona (Bayer Crop Science Hrvatska, 2024b)

Table 2. Informative overview of registered applications of flupiradifurone-based insecticides (Bayer Crop Science Hrvatska, 2024b)

<p>PRIMJENA</p>	<p>ŠTETNICI</p>	<p>DOZA (l/ha)</p>	<p>KARENCA</p>
<p>Plodovito povrće na otvorenom i u zaštićenom prostoru na supstratu (patlidžan, rajčica, paprika, krastavac, tikvice, lubenica, bundeva)</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Nasonovia ribes-nigri</i>, <i>Aulacorthum solani</i>), Štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i>, <i>Trialeurodes vaporariorum</i>)</p>	<p>0,6 (na otvorenom) 0,5-0,6 u zaštićenim prostorima</p>	<p>3 dana</p>
<p>Salata na otvorenom i u zaštićenom prostoru</p>	<p>Lisne uši (<i>Aphis gossypii</i>, <i>Aphis fabae</i>, <i>Macrosiphum euphorbiae</i>, <i>Myzus persicae</i>, <i>Macrosiphum sp.</i>, <i>Nasonovia ribis-nigri</i>, <i>Acyrtosiphon sp.</i>)</p>	<p>0,625</p>	<p>3 dana</p>

Jagoda u zaštićenom prostoru	Lisne uši (<i>Aphis forbesi</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Macrosiphum rosae</i>), Štitasti moljci (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	0,5 lisne uši 0,625 štitasti moljci	3 dana
Grašak, grah	Lisne uši (<i>Acyrtosiphon pisum</i> , <i>Aphis fabae</i>)	0,375	7 dana
Mrkva	Mrkvina buha (<i>Bactericera trigonica</i>)	0,375	21 dan
Vinova loza (vinske i stolne sorte)	Lozin zeleni cvrčak (<i>Empoasca vitis</i>) Američki cvrčak (<i>Scaphoideus titanus</i>) Medeći cvrčak (<i>Metcalfa pruinosa</i>)	0,5	14 dana
Maslina	Maslinova muha (<i>Dacus oleae</i>) Maslinov medič (<i>Saissetia oleae</i>)	0,75	14 dana
Duhan	Lisne uši (<i>Myzus persicae</i> , <i>Myzus nicotianae</i>)	0,5	Nije primjenjivo
Cvijeće, ukrasno bilje, rasadnici drveća	Lisne uši Štitasti moljci	0,5-0,75	Nije primjenjivo

Za uspješno suzbijanje američkog cvrčka, vektora fitoplazme zlatne žutice vinove loze, potrebno je predložiti strategiju suzbijanja vodeći pritom računa o razvojnom ciklusu i biologiji štetnika te tehničkim karakteristikama svakog pojedinog insekticida. Ovim će se stručnim radom prikazati učinkovitost insekticida na osnovi flupiradifurona i masnih kiselina kalijeve soli na američkog cvrčka te objasniti njihovu poziciju u strategiji suzbijanja američkog cvrčka u vinovoj lozi.

MATERIJALI I METODE RADA

Tijekom 2019. i 2020. godine postavljena su ukupno tri pokusa u vinogradima na području Podravine, u Koprivničko-križevačkoj županiji, u mjestu Virje i Borovljani. Pokusi su bili postavljeni na sortama Rajnski rizling u Virju i dva pokusa na direktno rodnom hibridu u Borovljanima. Vizualnim pregledima naličja listova utvrđeno je više od 10 ličinaka na 50 pregledanih listova, što je prag odluke za suzbijanje američkog cvrčka.

Pokusi su postavljeni sukladno važećim EPPO smjernicama (EPPO, 2019/20) te francuskim smjernicama važećima za vektore zlatne žutice vinove loze (CEB-147, 2019/20).

Svaki pojedini pokus bio je postavljen u četiri varijante, svaka varijanta u četiri ponavljanja, prema slučajnom brojnom rasporedu, uključujući i netretiranu kontrolu. Veličina pokusne parcele po ponavljanju iznosila je 17 m², po svakom ponavljanju bilo je uključeno 10 trsova.

Pokusom se istraživala i uspoređivala učinkovitost insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Flipper) i flupiradifurona (Sivanto Prime) s učinkovitosti standardnog pripravka na bazi indoksakarba sukladno registracijama u Republici Hrvatskoj. Pripravak na bazi flupiradifurona primijenjen je jedanput u dozi od 0,5 L/ha, pripravak na osnovi masnih kiselina

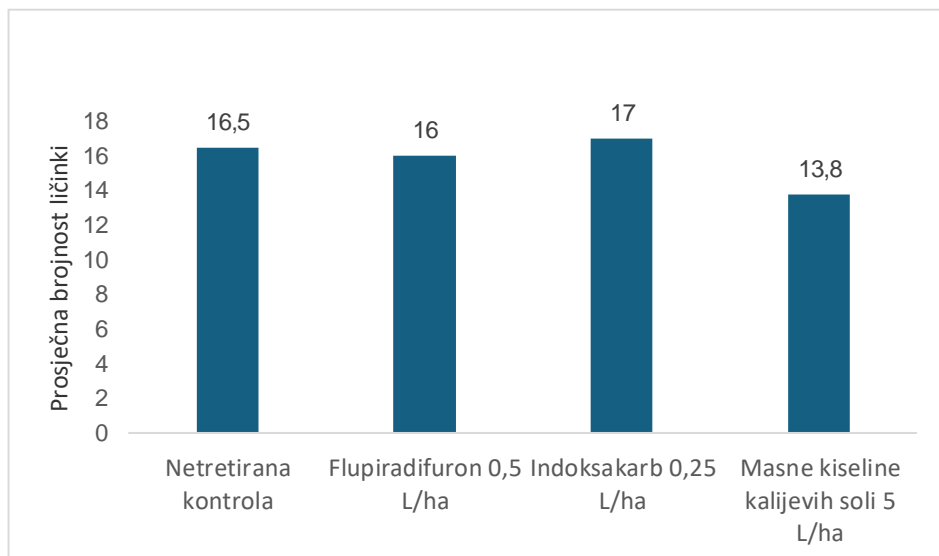
kalijeve soli (Flipper) primijenjen je dvaput u vremenskom razmaku od sedam dana između svake aplikacije, u dozi od 5 L/ha. Standardni insekticid na bazi indoksakarba primijenjen je jedanput u dozi od 0,25 L/ha. Aplikacija pripravaka na osnovi flupiradifurona, indoksakarba te prva aplikacija insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli u 2019. godini napravljena je 12. lipnja, dok je druga aplikacija insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli provedena 19. lipnja u oba pokusa. Jedan pokus postavljen je 2020. godine, a aplikacija insekticida na osnovi flupiradifurona, indoksakarba te prva aplikacija insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli provedena je 13. lipnja, dok je druga aplikacija insekticida na osnovi masnih kiselina kalijeve soli provedena 20. lipnja 2020. godine. Prva aplikacija (aplikacija A) spomenutim insekticidima provedena je po završetku cvatnje vinove loze (BBCH stadij 69), kad su ličinke većinom bile u stadiju L1. Druga aplikacija (aplikacija B) provedena je u fazi početka formiranja prvih bobica (BBCH 71), a većina ličinaka bila je u stadiju L2. Ličinke L1-L2 stadija nisu pokretne i zadržavaju se na naličju listova vinove loze hraneći se sisanjem biljnih sokova.

Neposredno prije aplikacije, 12. lipnja 2019. odnosno 13. lipnja 2020., očitana je brojnost ličinaka na svim varijantama i svakom pojedinom ponavljanju po varijanti. Prvo očitavanje brojnosti ličinaka nakon aplikacije na pokusima postavljenima 2019. godine provedeno je 14. lipnja, dva dana nakon prve aplikacije. Drugo očitavanje obavljeno je 19. lipnja, sedam dana nakon prve aplikacije, a treće očitavanje obavljeno je 26. lipnja, 14 dana nakon prve aplikacije. Na varijantama koje su drugi put tretirane insekticidom na osnovi masnih kiselina kalijeve soli, očitavanje je provedeno 26. lipnja, odnosno sedam dana nakon druge aplikacije. Na pokusu postavljenom 2020. godine, prvo očitavanje brojnosti ličinaka nakon aplikacije provedeno je 15. lipnja, dva dana nakon prve aplikacije. Drugo očitavanje obavljeno je 20. lipnja, sedam dana nakon prve aplikacije, a treće je očitavanje obavljeno 27. lipnja, 14 dana nakon prve aplikacije. Na varijantama koje su drugi put tretirane insekticidom na osnovi masnih kiselina kalijeve soli očitavanje je provedeno 27. lipnja, odnosno sedam dana nakon druge aplikacije. Na svakom je tretmanu izračunana prosječna brojnost ličinaka.

REZULTATI

Grafikonom 1 prikazane su prosječne vrijednosti brojnosti ličinaka u tri pokusa provedena 2019. i 2020. godine dobivene očitavanjem neposredno prije same aplikacije. Brojnost je određena na uzorku od 50 listova po ponavljanju. Na netretiranoj kontroli prosječna brojnost u tri pokusa iznosila je 16,5 ličinaka, na varijantama tretiranima insekticidom flupiradifuron 16 ličinaka, na varijantama tretiranima standardom indoksakarbom prosječno je utvrđeno 17 ličinaka na listovima, a na varijantama tretiranima biološkim

insekticidom na osnovi masnih kiselina kalijeve soli utvrđeno je 13,8 ličinaka. Dobivene vrijednosti ukazuju na jednoličan raspored populacije ličinaka američkog cvrčka na sve 4 varijante u sva tri pokusa.



Grafikon 1. Prosječna brojnost ličinaka L1-L2 američkog cvrčka neposredno prije aplikacije utvrđena u tri pokusa

Grafikonom 2 prikazana je prosječna brojnost ličinaka dobivena u tri očitavanja nakon aplikacije na svakoj varijanti u tri pokusa provedena 2019. i 2020. godine.

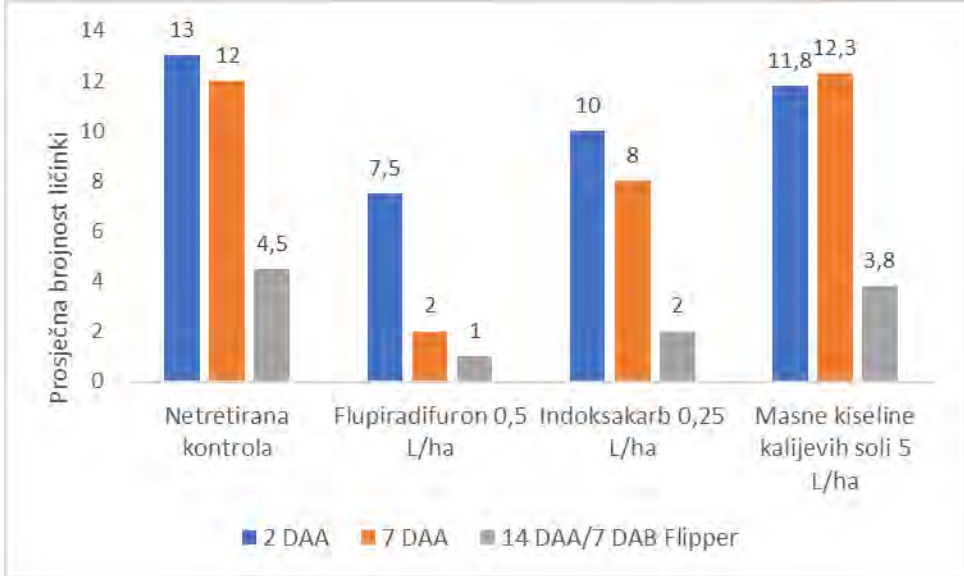
Na netretiranoj kontroli, prvim očitavanjem, dva dana nakon aplikacije prosječna brojnost ličinaka L1-L2 stadija iznosila je 13 ličinaka, drugim očitavanjem, sedam dana nakon prve aplikacije, prosječna brojnost iznosila je 12 ličinaka, a trećim je očitavanjem, 14 dana nakon prve aplikacije, utvrđeno prosječno 4,5 ličinaka.

Na varijantama tretiranima insekticidom flupiradifuron, prosječna brojnost ličinaka dva dana nakon prve aplikacije iznosila je 7,5 ličinaka, drugim očitavanjem, sedam dana nakon aplikacije utvrđene su dvije ličinke, a trećim očitavanjem, 14 dana nakon prve aplikacije, jedna ličinka L1-L2 američkog cvrčka.

Na varijantama tretiranima indoksakarbom, prvim očitavanjem utvrđeno je prosječno deset ličinaka, drugim očitavanjem osam ličinaka, a trećim su očitavanjem utvrđene dvije ličinke američkog cvrčka.

Dobivene prosječne vrijednosti na varijantama tretiranima flupiradifuronom ukazuju na najmanju prosječnu brojnost ličinaka u tri očitavanja u usporedbi s prosječnom brojnosti ličinaka na kontroli i vrijednostima dobivenima na varijantama tretiranima standardom na osnovi indoksakarba.

Na varijantama tretiranima biološkim insekticidom na osnovi masnih kiselina kalijeve soli dobivene su sljedeće prosječne vrijednosti: prvim očitavanjem prosječna brojnost iznosila je 11,8 ličinaka, drugim očitavanjem 12,3 ličinke, tek trećim očitavanjem, sedam dana nakon druge aplikacije, brojnost ličinaka bila je u opadanju te je iznosila 3,8 ličinki.



Grafikon 2. Prosječna brojnost ličinaka L1-L2 američkog cvrčka dobivena u tri očitavanja nakon aplikacije testiranih insekticida

RASPRAVA

U Republici Hrvatskoj registrirani su za suzbijanje američkog cvrčka insekticidi iz kemijske skupine piretroida, botanički insekticidi na osnovi piretrina, flupiradifuron iz skupine butenolida te insekticid na osnovi masnih kiselina kalijeve soli. Aktivna tvar indoksakarb, koja je korištena kao standard u pokusima, izgubila je dozvolu za primjenu 2022. godine.

“Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanja zlatne žutice vinove loze, koju prouzrokuje štetni organizam *Grapevine flavescence doreé MLO*” (NN 7/2013) propisuje suzbijanje cvrčka dva do tri puta u vegetacijskoj sezoni. Istodobno, prema Nacionalnom planu za postizanje održive upotrebe pesticida (Uprava za stručnu podršku razvoju Poljoprivrede, 2024), primjena insekticida iz skupine piretroida ne preporučuje se u višegodišnjim nasadima.

Stoga, u strategijama za suzbijanje američkog cvrčka treba izostaviti piretroide, što pak s druge strane sugerira da je za strategiju dostupan samo jedan kemijski insekticid na osnovi flupiradifurona iz skupine butenolida. On je sistemčan, selektivan je na oprašivače i ostale korisne kukce. Biološki insekticid

na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Flipper) tako postaje neizostavan alat u strategijama suzbijanja američkog cvrčka.

Na temelju dobivenih rezultata u pokusima, tvrtka Bayer preporučuje sljedeću strategiju za suzbijanje američkog cvrčka: pripravak na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Flipper), u dozi od 5 L/ha uz dvije uzastopne aplikacije, u razmaku od pet do sedam dana primijeniti prije cvatnje vinove loze, kada se pregledima utvrdi prva pojava ličinaka L1 na naličju listova. Nakon cvatnje, uzimajući u obzir dobivene rezultate koji ukazuju na najmanju brojnost i najbrže smanjenje brojnosti ličinaka na varijantama tretiranima flupiradifuronom (Sivanto Prime), treba primijeniti insekticid na osnovi flupiradifurona (Sivanto Prime) u dozi od 0,5 L/ha da bi se što više smanjila brojnost ličinaka mlađih stadija, a prije razvoja ličinaka L3-L4 te odraslih oblika koji su pokretni te šire zarazu fitoplazmom u vinogradima. U fazi zatvaranja grozda ponovno se preporučuje primijeniti pripravak na osnovi masnih kiselina kalijeve soli (Flipper) koji će svojim kontaktnim učinkom smanjiti populaciju odraslih cvrčaka. Budući da nema karence, taj je proizvod moguće koristiti sve do berbe i njime usmjereno suzbijati octenu mušicu ploda (*Drosophila suzukii*) koja u nekim vinogradima pričinja štete na grozdovima prije berbe.

Osim za suzbijanje američkog cvrčka, insekticidi na osnovi masnih kiselina kalijeve soli ili flupiradifurona mogu se uspješno primjenjivati za suzbijanje štetnika masline. Potreba za uvođenjem novih insekticida u strategije suzbijanja štetnika masline vrlo je velika jer je izbor insekticidnih pripravaka za suzbijanje maslinine muhe (*Dacus oleae*) znatno sužen nakon zabrane brojnih insekticida koji su imali dozvolu, ali i zbog razvoja populacija maslinine muhe rezistentnih na piretroide. Stoga ova dva insekticida imaju potencijalno mjesto u strategijama suzbijanja maslinove muhe. Insekticid na osnovi flupiradifurona registriran je za suzbijanje maslinine muhe, a dopuštena je primjena jedanput godišnje. S obzirom na činjenicu da let maslinove muhe traje od travnja pa sve do listopada, nužno je u strategije suzbijanja uključiti i druge insekticide. Insekticid na osnovi masnih kiselina kalijeve soli nije registriran za suzbijanje maslinine muhe nego za suzbijanje štitastih uši, tripsa i lisnih uši, pa je potrebno u pokusima istražiti njegovu učinkovitost i mogućnost implementacije u strategiju suzbijanja maslinove muhe. Ti će pokusi biti postavljeni u vegetacijskog sezoni 2024.

ZAKLJUČAK

Zabrana velikog broja insekticidnih pripravaka raznolika načina djelovanja koji su osiguravali zadovoljavajuće suzbijanje štetnika poput američkog cvrčka dovela je do nedostatka učinkovitih rješenja, ali istodobno i do jače pojave štetnika koji prije nisu bili problem. Stoga kreiranje strategija za suzbijanje gospodarski značajnih štetnika postaje sve veći izazov za proizvođače, ali i za

agronome. Nedostatak insekticida raznolika mehanizma djelovanja na tržištu otežava provođenje antirezistentnih strategija, dovodi do poskupljenja same proizvodnje, smanjena prinosa te većih cijena krajnjih proizvoda, u ovom slučaju vina.

Biološki pripravci uglavnom su lako hlapljive tvari, nemaju rezidualno djelovanje, kurativni učinak niti pružaju visoku razinu učinkovitosti. Ipak, kao partneri konvencionalnim pripravcima u integriranoj zaštiti donose dodatnu vrijednost poljoprivrednoj proizvodnji.

Ipak, za primjenu i pravilno pozicioniranje u programima zaštite potrebno je prije svega znanje o kulturama i štetnim organizmima, poznavanje njihove biologije i ekologije te najvažnije poznavanje tehničkih karakteristika bioloških pripravaka koje uglavnom nisu detaljno navedene u uputama za primjenu. Edukacija korisnika koji primjenjuju ovakva sredstva iznimno je važna.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF THE IMPORTANT PEST IN GRAPEVINE

SUMMARY

The main mission of Bayer is support to sustainable food production, preserving natural resources and biodiversity and reducing harmful gas emissions. Development and introduction of biologics into integrated plant protection programs is Bayer's response to the growers and consumers demands for high-quality food produced in a sustainable way, widely accessible with "zero residue". Due to lack of insecticides with different mode of actions available in the market, this paper work emphasizes importance of creating control strategies against American leafhopper (*Scaphoideus titanus*) by introducing new biological insecticide based on unsaturated carboxylic acids (trade name Flipper) aside with flupiradyfurone into the integrated pest management programs. In addition to biologics, chemicals are still playing important role in integrated pest management programs. Therefore, the role and best position of the insecticide flupiradyfurone (trade name Sivanto Prime) will be also presented in the control strategy of the American leafhopper.

Key words: biological insecticide, flupiradyfurone, grapevine, vine leafhopper

LITERATURA:

Bayer Crop Science Hrvatska (2024.): Flipper, registrirane primjene, dostupno na: <https://www.cropscience.bayer.hr/Proizvodi/Insekticidi/Flipper>, pristupljeno dana: 2. 2. 2024.

Bayer Crop Science Image Bank (2024a): Sivanto Prime, internal technical guidance. dostupno na: <https://imagebank.bayer.com/login/index.html>, pristupljeno dana: 26. 2. 2024.

Bayer Crop Science Hrvatska (2024b): Sivanto Prime, registrirane primjene,

dostupno na: <https://www.cropscience.bayer.hr/Proizvodi/Insekticidi/Sivanto-Prime>, pristupljeno dana: 2. 2. 2024.

CEB 147 (2019./20.) Cicadelle vectrice de la flavescence dorée de la vigne, dostupno na: <https://www.vegephyl.fr/produit/ceb-147/>, pristupljeno: veljača 2019.

EPPO (2019./20.): PP 1/152(4) Design and analysis of efficacy evaluation trials, PP 1/181(4) Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including GEP, PP 1/135(4) Phytotoxicity assessment. dostupno na: <https://pp1.eppo.int>, pristupljeno dana: 20. 2. 2019.

Narodne novine (7/2013.): Naredba o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze, koju prouzrokuje štetni organizam Grapevine flavescence doree MLO. NN 7/2013, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_01_7_122.html, pristupljeno dana 26.2.2024.

Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede (2024.): Nacionalni plan za postizanje održive uporabe pesticida (2013), dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/2018/11/Nacionalni-akcijski-plan-za-postizanje-odr%C5%Beive-uporabe-pesticida-NAP.pdf>, pristupljeno dana: 26. 2. 2024.

Stručni rad



Ascrá[®]
Xpro

X | Siguran partner
za savršen prinos

Vaš saveznik za **visoke prinose**
i **bezbrizno proljeće** već od 1l/ha.

- // Iznimno napredan i učinkovit fungicid s tri različite aktivne tvari
- // Snažna i dugotrajna zaštita od širokog spektra bolesti
- // Dvostruko, kurativno-preventivno djelovanje
- // Poboljšana otpornost biljke na stresne uvjete za veće prinose

AMATERSKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA, DERATIZACIJU I DEZINSEKCIJU

INSEKTICIDI

- DIREKT GREEN
- MOSPILAN 20 SP
- NISSORUN 10 WP

FUNGICIDI

- AVALON
- KALINOSUL 80 WG
- BRIMFLO

MINERALNA ULJA

- MODRO ULJE
- SREBRNO ULJE

SREDSTVA ZA DEZINSEKCIJU

- NEOPITROID ALFA
- NEOPITROID PREMIUM PLUS
- NEOPITROID ALFA TOP 1,8
- NEOPITROID prah PRO
- NEOPITROID B - spreman za uporabu
- NEOPITROID OMEGA - spreman za uporabu

SREDSTVA ZA DERATIZACIJU

- BRODILON DIF HOME BLOK
- BRODILON DIF HOME MEKI MAMAC 150g
- BRODILON DERATIZACIJSKO LJEPILO

**PROFESIONALNA SREDSTVA U
AMATERSKIM PAKIRANJIMA!**

NOVAG
AGROCHEMICALS



Andermatt

Bioinput

Smanjite upotrebu štetnih kemikalija i očuvajte okoliš, zdravlje i budućnost vaše farme!

Asset Five

Jedini na tržištu EU sadrži 5% piretrina. Koristi se za veliki broj kultura i štetnika.

Azatin EZ

Sistemični insekticid za zaštitu u povrćarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu, cvijeću i ukrasnom bilju.

InsectoSec

InsectoSec se koristi za tretiranje okoline u kojoj životinje borave. Aktivno djeluje na crvenu grinju peradi. Može se koristiti i u kućanstvu za tretiranje mrava.

T-Gro

Spore *Trichoderme* naseljavaju se u zoni korijena biljke.

Curatio

Temelji se na aktivnom sastojku sumpornog vapna i pogodan je za suzbijanje gljivičnih bolesti kao što su krastavost, čačava pjegavost i pepelnica posebno u organskim voćnjacima.

Vitisan

Sredstvo za zaštitu bilja na bazi kalij-hidrogenkarbonata, koji stvara mehaničku prepreku klijanju hifa pepelnice. Sporije stvaranje micelija dovodi do sušenja klica pepelnice.

Helicovex

Biofungicid namijenjen za suzbijanje biljnih bolesti u voćarstvu, vinogradarstvu, povrćarstvu, na ukrasnom, začinskom, aromatičnom i ljekovitom bilju.

Madex

Nova formulacija koncentrata suspenzije *Cydia pomonella granulovirus* (CpGV) za biološku redukciju ličinki rezistentnih jedinki jabučnog moljca na jabukama i kruškama.

Tutavir

Selektivno suzbija lisnog minerana rajčice (*Tuta absoluta*) i vrlo je pogodan za kontrolu populacije.

Izgradite neprobojnu zaštitnu zonu



Hector[®] Flex

HERBICID

**Za žetvu na koju možete
biti ponosni**

Formuliran s dva moćna, inovativna načina djelovanja i dodatnom zaštitom, najnoviji Cortevin herbicid za kukuruz kontrolira korov, pružajući savršeno okruženje za napredovanje vaših usjeva.

- bolje suzbijanje uskolisnih korova u jačim razvojnim fenofazama
- sinergizam u WG formulaciji (odlična topivost)
- primjena od 2 do 9 listova kukuruza (BBHC 12-19)
- sigurniji za usjev (safener)



Radnička cesta 173n, 10002 Zagreb
 chromos-agro@chromos-agro.hr
 www.chromos-agro.hr

FUNGICIDI

ARGO®
 ARMETIL 25
 BELLIS®
 BELTANOL®
 CABRIO® TOP
 CANTUS®
 CHROMOSUL® 80
 COLLIS®
 CUPRABLAU Z 35 WG
 CYFLAMID® 5 EW
 DARAMUN
 DELAN® PRO
 DELAN® 700 WDG
 FORUM STAR®
 GOLBEX WG
 KASTOR
 LAITANE
 OMIX®
 ORTOFIN
 ORVEGO®
 PHYTO SARCAN
 POLYRAM® DF
 REBOOT®
 REVYONA®
 SIGNUM®
 SMARAGD
 SUGOBY
 SYLLIT 544 SC
 TEBKIN® 250 EW
 VIVANDO®
 ZIRAM® 76 WG

HERBICIDI

ASTRAL 40 OD
 BASAGRAN® 480
 BEFLEX
 BISMARK
 CARMINA FORTE
 DEHERBAN® A
 DIPOL
 FOXTROT
 FUGA DELTA
 HERKULES®
 KOLO® 480 S
 NICOSH
 SARACEN® MAX
 SIRTAKI
 SMERCH
 STARSHIP
 STARANE™ FORTE
 STOMP® AQUA
 TRIBE 75 WG

BIOCIDI

CHROMOREL® P

LIMACIDI

PUŽOMOR

AKARICIDI

DEMITAN®
 KANEMITE®SC

INSEKTICIDI

ALVERDE®
 BELTHIRUL
 BRAI
 KARIS® 10 CS
 LAINCOIL®
 MIMIC®
 ROTOR® SUPER

GNOJIVA

BOMBARDIER
 G-FLOW PRO
 FOLIARTAL N-30
 XTENDER ROW ULTRA

OSTALA SREDSTVA

BAGNANTE CIFO
 NEXT
 FEROMONSKE ZAMKE

PRAVI KLJUČ DO VAŠEG USPJEHA

Chromos Agro d.o.o. sa svojim stručnim timom i dugogodišnjim iskustvom, pruža poljoprivrednim proizvođačima nesebičnu pomoć u proizvodnji bogatog i zdravog uroda uz naglašenu brigu za okoliš.

