

EFEKTI CIFLUFENAMIDA U SUZBIJANJU PROUZROKOVAČA PEPELNICE (*Podosphaera leucotricha*) NA JABUCI

Uroš Vojinović, Suzana Žujović-Jovanović, Milan Stević
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun – Beograd
E-mail: stevicm@agrif.bg.ac.rs

Izvod

Tokom 2019. godine vršeno je ispitivanje efikasnosti preparata Cyflamid (a. s. ciflufenamid, 50 g/l) u zaštiti jabuke od prouzrokovača pepelnice (*Podosphaera leucotricha*). Ogledi su izvedeni na lokalitetima OŠD Radmilovac, Vinča (Topola), Kukujevci (Šid) i Donja Kravarica (Lučani), po potpuno slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja (EPP0, 1999). Primena fungicida vršena je leđnim atomizerom tipa *Solo 423* uz utrošak vode od 1000 l/ha. Izvršeno je ukupno pet tretiranja počevši od fenofaze „zeleni buketić” (BBCH 56-57) do početka plodonošenja (BBCH 70-73).

Ciflufenamid je ispoljio izuzetno visoku efikasnost u suzbijanju prouzrokovača pepelnice jabuke, na sva četiri lokaliteta. Na lokalitetu Radmilovac efikasnost je iznosila 98,8%. U Vinči efikasnost je bila 96,2%, dok je na lokalitetima Kukujevci i na lokalitetu Donja Kravarica utvrđena efikasnost 96,7 odnosno 98,8%.

Ključne reči: jabuka, *Podosphaera leucotricha*, ciflufenamid, efikasnost

UVOD

Proizvodnju jabuke ugrožava veliki broj patogena, koji u većem ili manjem obimu mogu narušiti prinos i kvalitet plodova jabuke. Jedan od patogena koji redovno prati proizvodnju jabuke je *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everhart) Salmon, obligatna gljiva koja prouzrokuje oboljenje poznato kao pepelnica jabuke. Ovo je široko rasprostranjen parazit koji predstavlja ekonomski veoma značajnog patogena jabuke u većini rejona njenog gajenja (Koch et al., 2015). Može izazvati gubitke u proizvodnji 30-40% (Krieghoff, 1995), a u godinama sa povoljnim uslovima za razvoj i do 50% (Yoder, 2000). Simptomi oboljenja javljaju se na listovima, cvastima, izdancima i plodovima jabuke, a intenzitet ispoljavanja simptoma u mnogome zavisi od osetljivosti sorti. Sorte kao što su Idared, Jonagold, Jonathan i Granny Smith karakteriše veoma visoka osetljivost, dok su sorte Zlatni deliše, Crveni delišes Fuji i Gala značajno manje osetljive prema prouzrokovaču pepelnice (Yoder, 2000; Balaž i sar., 2017).

Ukoliko se ne sprovodi adekvatna zaštita osetljivih sorti jabuke, u našim agroekološkim uslovima plodonošenje može u potpunosti izostati (Ivanović i Iva-

nović, 2001). Usled razvoja epifitne micelije ove gljive, smanjuje se fotosintetska aktivnost listova, a kao posledica javlja se defolijacija i iznurivanje biljaka. Osim toga, rdaste pege na plodovima jabuke i mrežasta prevlaka koja se javlja kao posledica nekroze kutikule, dodatno umanjuju njihovu tržišnu vrednost (Holb, 2013).

Jedna od osnovnih preventivnih mera suzbijanja *P. leucotricha* jeste mehaničko uklanjanje zaraženih izdanaka jabuke (tzv. “belih mladara“) čime se redukuje primarni inokulum i do 50% (Hickey and Yoder 1990; Holb, 2014). Međutim, preventivne mere nisu dovoljne da obezbede adekvatnu zaštitu, stoga je primena fungicida ključna mera u suzbijanju prouzrokovaca pepelnice. Blagovremena primena efikasnih fungicida i njihovo optimalno pozicioniranje u sistemu zaštite jabuke su osnova sprečavanja novih infekcija i smanjenja broja spora proizvedenih na novim lezijama (Holb, 2014). Zaštita od *P. leucotricha* temelji se na primeni fungicida od pucanja pupoljaka pa sve do prestanka rasta terminalnih izdanaka tokom leta. U tom periodu izvode se tretiranja u intervalu od sedam dana u početnim fenofazama do precvetavanja i u intervalima 10-14 dana nakon precvetavanja (Hickey and Yoder, 1990). Fungicidi koji se najčešće koriste za suzbijanje *P. leucotricha* su sumpor, meptil-dinokap, DMI fungicidi (difenokonazol, tebukonazol, miklobutanil, flutriafol, penkonazol), SDHI fungicidi (fluksapiroksad, fluopiram i izopirazam) i QoI fungicidi (kresoksim-metil i trifloksistrobin) (Yoder, 2000; Kuck and Russell 2006; Rusevski et al., 2018). Osim hemijskih i preventivnih mera, suzbijanju prouzrokovaca pepelnice jabuke, doprinos daju i biološke mere (upotreba mikroorganizama: *Bacillus subtilis*, *Ampelomyces quisqualis* i *Lecanicillium lecanii*), kao i uzgajanje otpornih sorti (Romero et al., 2007), mere koje se najčešće spominju u kontekstu integralne zaštite jabuke.

U početku se zaštita jabuke od prouzrokovaca pepelnice svodila na primenu preventivnih fungicida. Uvođenjem DMI i QoI fungicida (trifloksistrobin) u primenu, postizala se značajno efikasnija zaštita jabuke, čak i kod veoma osetljivih sorti jabuke (Reuveni, 2000). Danas, osnovu zaštite jabuke od prouzrokovaca pepelnice čine SDHI fungicidi (fluksapiroksad i fluopiram) koji se odlikuju visokom efikasnošću u malim količinama primene (Rusevski et al., 2018).

Pored SDHI fungicida, u savremenu zaštitu jabuke od prouzrokovaca pepelnice, poslednjih godina se uključuje i fungicid novijeg datuma, ciflufenamid, čiji mehanizam delovanja nije poznat, a koji ispoljava izuzetnu efikasnost u suzbijanju gljiva iz familije *Erysiphaceae*. Ciflufenamid se odlikuje translaminarnom aktivnošću, a deluje i gasnom fazom što je od izuzetnog značaja u suzbijanju gljiva iz familije *Erysiphaceae* (Haramoto et al., 2006; Cortesi et al., 2012).

Obzirom da u našoj zemlji nema podataka o delovanju ciflufenamida u suzbijanju *P. leucotricha*, cilj ovog rada bio je da se ispita efikasnost ovog fungicida, primenjenog u najosetljivijim fenofazama jabuke u suzbijanju prouzrokovaca pepelnice.

MATERIJAL I METODE

Ispitivanje efikasnosti preparata Cyflamid (a.s. ciflufenamid) izvedeno je tokom 2019. godine na četiri lokaliteta: Radmilovac (ogledno školsko dobro Poljoprivrednog fakulteta, Zemun), Vinča (Topola), Kukujevci (Šid) i Donja Kravarica (Lučani). Eksperimenti su izvedeni u skladu sa metodom PP1/69(3), po tipu potpuno slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja (EPPO, 1999). Aplikacija fungicida izvršena je upotrebom leđnog atomizera tipa *Solo 423* uz utrošak vode od 1000 l/ha. Ukupno je obavljeno pet tretiranja u intervalima od sedam dana, počevši od fenofaze „zeleni buketic” (BBCH 56-57) do fenofaze kada su plodovi bili Ø 12-15 mm (BBCH 72-73), odnosno Ø 8-12 mm (BBCH 70-71) (Tabela 1).

U ispitivanju je testirana efikasnost preparata Cyflamid na bazi aktivne supstance ciflufenamid i preparata Sekvenca, na bazi aktivne supstance difenokonazol, koji je poslužio kao standard (Tabela 2).

Tabela 2. Pregled ispitivanih varijanti

No. Preparat	Aktivna supstanca	Proizvođač	Količina primene
1. Cyflamid	ciflufenamid (50 g/l)	Nippon Soda Co., Ltd.	0,5 l/ha
2. Sekvenca	difenokonazol (250 g/l)	Galenika-Fitofarmacija	0,13 l/ha
3. Kontrola	-	-	-

Nakon utvrđivanja jasnih razlika u ispoljavanju simptoma oboljenja između varijanti sa primenom fungicida i kontrolne varijante, saglasno metodi PP 1/69(3) EPPO, ocenjen je intenzitet oboljenja na 15 jednogodišnjih izbojaka, slučajno odabranih iz svakog ponavljanja. Intenzitet oboljenja (sekundarne zaraze) ocenjen je za svaki izbojak svrstavanjem 5 potpuno razvijenih listova u sledeće kategorije: 1 - nema simptoma; 2 - slab napad; 3 - srednji do jak napad; 4 - veoma jak napad. Prema metodi, ocenjen je i broj „belih mladara”, koji se javljaju nakon primarne zaraze ostvarene u prethodnoj vegetaciji. Ocena je sprovedena dve nedelje nakon poslednjeg tretiranja, 03.05.2019. na lokalitetima Radmilovac, Vinča i Kukujevci i 05.05.2019. na lokalitetu Donja Kravarica.

Tabela 1. Osnovni podaci o izvedenim ogleđima

Lokalitet	OŠD Radmilovac	Vinča (Topola)	Kukujevci (Šid)	Donja Kravarica (Lučani)
Sorta	Idared	Idared	Jonaprince	Idared
Starost zasada	24 god.	17 god.	6 god.	14 god.
Uzgojni oblik	Vretenasti žbun	Vretenasti žbun	Vretenasti žbun	Vretenasti žbun
Veličina parcele	5 stabala	5 stabala	5 stabala	5 stabala
Broj ponavljanja	4	4	4	4
Datumi tretiranja i fenofaza	1. 23.03.2019. (BBCH 56-57) 2. 30.03.2019. (BBCH 60-61) 3. 06.04.2019. (BBCH 65-67) 4. 13.04.2019. (BBCH 70-71) 5. 20.04.2019. (BBCH 72-73)	1. 23.03.2019. (BBCH 56-57) 2. 30.03.2019. (BBCH 60-61) 3. 06.04.2019. (BBCH 65-67) 4. 13.04.2019. (BBCH 70-71) 5. 20.04.2019. (BBCH 72-73)	1. 23.03.2019. (BBCH 56-57) 2. 30.03.2019. (BBCH 60-61) 3. 06.04.2019. (BBCH 65-67) 4. 13.04.2019. (BBCH 70-71) 5. 20.04.2019. (BBCH 72-73)	1. 24.03.2019. (BBCH 56) 2. 31.03.2019. (BBCH 59-60) 3. 07.04.2019. (BBCH 65) 4. 14.04.2019. (BBCH 67-69) 5. 21.04.2019. (BBCH 70-71)
Datum ocene	03.05.2019.	03.05.2019.	03.05.2019.	05.05.2019.

Dobijeni podaci obrađeni su metodom jednofaktorijalne analize varijanse (ANOVA), a značajnost razlika testirana je Duncan-ovim testom. Efikasnost fungicida izračunata je po formuli Abbott-a.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na lokalitetu Radmilovac, pri intenzitetu oboljenja u kontroli od 20,5%, ispitivani preparat Cyflamid, primenjen u količini od 0,5 l/ha, ispoljio je visoku efikasnost u suzbijanju prouzrokovača pepelnice na listovima jabuke (98,8%). U kontrolnom tretmanu na lokalitetu Vinča, zabeležen je intenzitet oboljenja od 40%. Pri uslovima ovako visokog intenziteta oboljenja, efikasnost ispitivanog fungicida iznosila je 96,2% (Tabela 3). Nešto viši intenzitet oboljenja u kontroli u odnosu na ostale lokalitete zabeležen je na lokalitetu Kukujevci (45,0%) gde je preparat Cyflamid, primenjen u količini od 0,5 l/ha, ispoljio visoku efikasnost koja je iznosila 96,7%. Na lokalitetu Donja Kravarica, zabeležena je efikasnost Cyflamida od 98,8% pri uslovima pojave oboljenja u kontroli od 21,0% (Tabela 4).

Efikasnost preparata Sekvenca, koji je u ispitivanju korišćen kao standard, kretala se u intervalu od 95,0% (Kukujevci) do 97,6% (Donja Kravarica), i statistički se značajno nije razlikovala od efikasnosti preparata Cyflamid. Na sva četiri lokaliteta utvrđeni broj primarnih zaraza - „belih mladara” (Radmilovac - 10,8; Vinča - 22,3; Kukujevci - 8,7; Donja Kravarici 5,3 mladara) ukazivao je na prisustvo inokuluma i mogućnost sekundarnih zaraza.

Strategija zaštite jabuke od *P. leucotricha* i *V. inaequalis* poslednjih 20-ak godina se temelji na primeni DMI i QoI fungicida. U međuvremenu, različite populacije *V. inaequalis* u našoj zemlji su postale rezistentne na fungicide iz ove dve grupe (Stević et al., 2010, Stević et al., 2015), ali su one zadržale i danas značajno mesto u programima zaštite jabuke od prouzrokovača pepelnice. Međutim, poslednjih godina, na tržištu su se pojavile aktivne supstance koje predstavljaju izuzetno moćno „oružje“ u suzbijanju *P. leucotricha*, ispoljavajući visoku efikasnost u suzbijanju kako primarnih, tako i sekundarnih infekcija. Pre svega, to se odnosi na aktivne supstance koje pripadaju grupi SDHI fungicida (fluksapiroksad, fluopiram i izopirazam). Rusevski i sar. (2017) navode visoku efikasnost fluksapiroksada u suzbijanju *P. leucotricha* (96,7-98,7%). S druge strane, ciflufenamid predstavlja fungicid sa nepoznatim mehanizmom delovanja, koji se na evropskom tržištu pojavio relativno skoro (2007. godine) pod okriljem kompanije Nippon Soda.

Tabela 3. Efikasnost preparata Cyflamid u suzbijanju *P. leucotricha* na lokalitetima OŠD Radmilovac i Vinča

Fungicid	Količina primene (l/ha)	OŠD Radmilovac		Vinča	
		Intenzitet oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Intenzitet oboljenja (%)	Efikasnost (%)
Cyflamid	0,5	0,25a	98,8	1,50a	96,2
Sekvenca	0,13	0,75a	96,3	1,75a	95,6
Kontrola	-	20,50b	-	40,0b	-

Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

Tabela 4. Efikasnost preparata Cyflamid u suzbijanju *P. leucotricha* na lokalitetima OŠD Kukujevci i Donja Krvarica

Fungicid	Količina primene (l/ha)	Kukujevci		Donja Krvarica	
		Intenzitet oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Intenzitet oboljenja (%)	Efikasnost (%)
Cyflamid	0,5	1,50a	96,7	0,25a	98,8
Sekvenca	0,13	2,25a	95,0	0,50a	97,6
Kontrola	-	45,0b	-	21,0b	-

Vrednosti označene istim slovima se statistički ne razlikuju značajno ($\alpha=0,05$; $df=12$)

U ispitivanjima Capriotti et al. (2012) i Rubboli et al. (2012) u Italiji, dokazana je visoka efikasnost ciflufenamida (preparati Cydeli i Rebel) u suzbijanju prouzrokovača pepelnice jabuke. Pri relativno visokim intenzitetima oboljenja u kontrolnim varijantama (17-53%), efikasnost ciflufenamida je bila iznad 85%. Rezultati našeg istraživanja su u skladu sa rezultatima prethodnih istraživanja i pokazuju visoku efikasnost ciflufenamida, koja je u rangu sa efikasnošću izuzetno „moćnih“ SDHI fungicida.

Rezultati ovog ispitivanja ukazuju na visoku efikasnost ciflufenamida i nagoveštavaju potencijalnu integraciju ovog fungicida u programe zaštite jabuke u Srbiji sa ciljem efikasnog suzbijanja *P. leucotricha*.

ZAKLJUČAK

U toku sprovođenja ispitivanja, na sva četiri lokaliteta uslovi za pojavu i širenje prouzrokovača pepelnice jabuke bili su povoljni, što je rezultiralo značajnom pojavom oboljenja u kontrolnim varijantama, od 20,5% na lokalitetu Radmilovac do 45,0% na lokalitetu Kukujevci. Na svim lokalitetima zabeležena je visoka efikasnost preparata Cyflamid u suzbijanju *P. leucotricha*, koja se kretala od 96,2% (lokalitet Vinča) do 98,8% (lokaliteti Radmilovac i Donja Krvarica). Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da je ciflufenamid visoko efikasan u suzbijanju prouzrokovača pepelnice (*P. leucotricha*), te da se, kao takav, može uspešno koristiti u zaštiti jabuke od ovog ekonomski veoma značajnog patogena.

LITERATURA

- Balaž, J., Ognjanov, V., Keserović, Z., Šučur, A., Janse, J., & Popović, T. (2017): Evaluation of reactions of commercial and autochthonous apple cultivars to common diseases in Serbia under natural infection. *Pesticidi i fitomedicina*, 32(3-4), 157-172.
- Capriotti, M., Querzola, P., Bellotto, D., Guastamacchia, F., & Capella, A. (2012): Held trials with Rebel®, fungicide containing cyflufenamid for grape and apple powdery mildew control. Giornate Fitopatologiche 2012, Milano Marittima (RA), 13-16 marzo 2012, 333-338.
- Cortesi, P., Querzola, P., Capella, A., Rubboli, V., Serrati, A., & Myrta, A. (2012): Cyflufenamid: nuova molecola fungicida per il contenimento dell'oidio della vite, del melo e di cucurbitacee e solanacea. *ATTI Giornate Fitopatologiche*, 2, 195-200.
- EPPO (1999): Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: *Podosphaera leucotricha* – PP 1/69(3), EPPO Bulletin 29, 285-289.
- Haramoto, M., Yamanaka, H., Hosokawa, H., Sano, H., Sano, S., & Otani, H. (2006): Control efficacy of cyflufenamid in the field and its fungicidal properties. *Journal of Pesticide Science*, 31(2), 116-122.
- Hickey, K. D., Yoder, K. S. (1990): Powdery mildew. In: Jones A, Aldwinckle HS (eds) *Compendium of Apple and Pear Diseases*. St. Paul, MN, APS, pp 9-10.
- Holb, I. (2013): Apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*: some aspects of biology. *International Journal of Horticultural Science*, 19(3-4), 19-23.
- Holb, I. J. (2014): Apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*: some aspects of disease management. *International Journal of Horticultural Science*, 20(1-2), 29-33.
- Ivanović, M. S. i Ivanović, D. M. (2001): Mikoze i pseudomikoze biljaka. De-eM-Ve, Beograd, str. 152-158.
- Koch, A., Felsenstein, F. and Stammler, G. (2015): No Evidence of QoI Resistance in Apple Powdery Mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Journal of Phytopathology*, 163, 178–184.
- Krieghoff, O. (1995): Entwicklung einer Methode zur *In-vitro*-Selektion auf Resistenz gegen Apfelmehltau *Podosphaera leucotricha* unter besonderer Berücksichtigung der Rassenproblematik. Dissertation.
- Kuck, K. H., Russell, P. E. (2006): FRAC: combined resistance risk assessment. *Aspects of applied biology*, 78, 3–10.
- Reuveni, M. (2000): Efficacy of trifloxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. *Crop Protection*, 19(5), 335-341.
- Romero, D., De Vicente, A., Zerriouh, H., Cazorla, F., Fernández-Ortuno, D., Torés, J.A. and Pérez-García, A. (2007): Evaluation of biological control agents for managing cucurbit powdery mildew on greenhouse-grown melon. *Plant Pathol.* 56, 976–986. SAS Institute. 2005.

- Rubboli, V., Valente, M., & Serrati, L. (2012): Cidely®, new cyflufenamid based powdery mildew fungicide: field experience against powdery mildew of grape and apple. Giornate Fitopatologiche 2012, Milano Marittima (RA), 13-16 marzo 2012, 323-332.
- Rusevski, R., Kuzmanovska, B., Petkovski, E., & Oreskovic, K. B. (2018): New opportunities for chemical control of *Venturia inaequalis* and *Podosphaera leucotricha* in apple orchards in Macedonia. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES, 72(3), 12-15.
- Stević, M., Vukša, P., & Elezović, I. (2010): Resistance of *Venturia inaequalis* to demethylation inhibiting (DMI) fungicides. *Pemdirbystë=Agriculture*, 65-72.
- Stević, M., Tamaš, N., Miletić, N., & Vukša, P. (2015): Different toxicity of the strobilurin fungicides kresoxim-methyl and trifloxistrobin to *Venturia inaequalis* isolates from Serbia. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 50(9), 633-637.
- Yoder, K. S. (2000): Effect of powdery mildew on apple yield and economic benefits of its management in Virginia. *Plant disease*, 84(11), 1171-1176.
- Yoder KS (1992): Powdery mildew of apple. In: Kumar J, Chaube HS, Sing US, Mukhopadhyay AN ed. *Plant diseases of international importance. Volume III. Diseases of fruit crops*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA. Pp. 66-89.

Abstract

EFFECTS OF CYFLUFENAMID IN THE CONTROL OF APPLE POWDERY MILDEW (*Podosphaera leucotricha*)

Uroš Vojinović, Suzana Žujović-Jovanović and Milan Stević
University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun – Beograd
E-mail: stevicm@agrif.bg.ac.rs

During 2019, the examination of cyflufenamid efficacy in apple protection from powdery mildew, caused by fungus *Podosphaera leucotricha*, was performed. The experiments were conducted in the orchards at the following locations: OŠD Radmilovac, Vinča (Topola), Kukujevci (Šid) and Donja Kravarica (Lučani), as a completely randomized block system in four replications (EPPO, 1999). The application of fungicides was performed using motorized mist blower sprayer type *Solo 423*, with water consumption of 1000 l ha⁻¹. Starting from the growth stage „half-inch green” (BBCH 56-57) to the growth stage “beginning of fruit development” (BBCH 70-73), a total of five treatments were done.

Cyflamid has shown high efficacy in the control of *P. leucotricha*. Effective protection of apple was achieved in the orchards at all four localities. At the locality Radmilovac, the efficacy was 98.8%, at the locality Vinča 96.2%. At the localities Kukujevci and Donja Kravarica, the efficacy was 96.7 and 98.8%, respectively.

Key words: apple, *Podosphaera leucotricha*, cyflufenamid, efficacy