

Abstract
POSTHARVEST HOT WATER TREATMENTS OF FRUIT

**Mladen Petreš, Mila Grahovac, Nenad Magazin, Dragana Budakov,
Jelena Tarlanović, Biserka Milić**

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad
E-mail: mladen.petres@gmail.com

Increasing consumer demands to restrict use of pesticides imposes the need for alternative disease and pest control methods of stored fruits. Heat treatments are listed among alternative control methods. Since pesticides are not applied, there is no risk of pest residues in present in treated fruits. Therefore, heat treatments represent environmentally friendly methods. Heat treatments can be: hot water treatments, vapor treatments and hot air treatments. Heat treatments are used to control fruit ripening, prevent chilling injuries and to control pathogens and pests in storage. Many authors underline significant effects of hot water treatments in control of storage diseases of fruits.

Key word: hot water treatments, pathogens of stored fruits, physiological disorders

**EFEKTI KONTAKTNIH FUNGICIDA U ZAŠTITI JABUKE OD
Venturia inaequalis (Cooke) Winter**

Milan Stević¹, Biljana Pavlović² i Milan Šević³

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd

²Stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

³Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

E-mail: stevicm@agrif.bg.ac.rs

Rad primljen: 12.12.2016.

Prihvaćen za štampu: 19.12.2016.

Izvod

U toku 2016. godine, vršena su ispitivanja biološke efikasnosti kontaktnih fungicida u zaštiti jabuke od prouzrokovala čađave pegavosti lista i krastavosti plodova (*Venturia inaequalis*). Ogledi su izvedeni u eksperimentalnom zasadu na lokalitetu OŠD Radmilovac (sorta Ajdared) i komercijalnom zasadu na lokalitetu Krčevac (Topola), (sorta Mucu), po tipu slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja (EPPO, 2012). Fungicidi su primenjivani pomoću leđnog atomizera, tipa Solo 423 uz utrošak vode 1000 l ha. Obavljeno je ukupno sedam tretiranja, počevši od fenofaze "mišjih ušiju" (BBCH 54) do fenofaze kada su plodovi bili

Ø 8-12 mm (BBCH 70-71). Povoljni agrometeorološki uslovi rezultirali su značajnom pojavom oboljenja u kontrolnim parcelama. Na lokalitetu OŠD Radmilovac utvrđen je intezitet oboljenja u kontroli od 28,4% na listovima, odnosno 7,3% na plodovima, dok je na lokalitetu Krčevac, intezitet oboljenja na listu iznosio 91,5%, odnosno 7,9% na plodovima. Primenom fungicida sa kontaktim delovanjem ostvarena je veoma dobra efikasnost mankozeba (87,4–100%), ditianona (83,1–100%), metirama (86,6–95,3%) i kaptana (89,8–100%).

Ključne reči: *Venturia inaequalis*, jabuka, fungicidi, efikasnost, mankozeb, ditianon, metiram, kaptan

UVOD

Čađavu pegavost lista i krstavost plodova jabuke, najvažnije oboljenje ove voćne vrste i jedno od najznačajnijih u biljnoj patologiji, prouzrokuje fitopatogena gljiva *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter (Agrios, 2005). Ovaj patogen je rasprostranjen u svim regionima sveta gde se gaji jabuka, a naročito velike štete nanosi u godinama sa čestim padavinama tokom proleća, što pogoduje razvoju oboljenja, a znatno otežava pravovremenu primenu fungicida, kao i njihovo delovanje (Richter, 1988; Biggs, 1990). U odsustvu adekvatne zaštite, koja je veoma teška i kompleksna, štete od ovog patogena mogu biti i do 100% (Mac Hardy, 1996). Osim direktnog smanjenja prinosa, koji nastaje kao posledica defolijacije i prevremenog opadanja plodova, umanjen je i njihov kvalitet i tržišna vrednost. Zaraženi plodovi su podložniji napadu brojnih mikroorganizama, prouzrokovala truleži u toku čuvanja. U godinama sa jačim intenzitetom oboljenja, značajno se redukuje formiranje generativnih pupoljaka, što se nepovoljno odražava na prinos u narednoj vegetacionoj sezoni (Agrios, 2005). I pored intenzivnog nastojanja da se pronađu druga rešenja, primena fungicida predstavlja jedini efikasan načina suzbijanja *V. inaequalis*, u uslovima komercijalnog gajenja jabuke. U našoj zemlji, za suzbijanje ovog patogena, registrovano je 26 aktivnih supstanci iz različitih hemijskih grupa, koje se razlikuju po mehanizmu delovanja (Tim priređivača, 2016). Počeci hemijskog suzbijanja vezuju se za otkriće bakarnih fungicida, krajem 19. veka. Era upotrebe organskih fungicida počinje sredinom 20. veka, uvođenjem u primenu ferbama, prvog jedinjenja iz grupe ditiokarbamata, a ubrzo posle i cineba, maneba, mankozeba i tirama. Nakon ditiokarbamata, otkriveni su ftalimidi, čiji se predstavnik kaptan i danas uspešno primenjuje u zaštiti jabuke od *V. inaequalis* (Mac Hardy, 1996).

Otkriće benzimidazola, prvih fungicida sa sistemskim delovanjem, šezdesetih godina prošlog veka, označilo je početak nove ere u suzbijanju *V. inaequalis*, u kojoj je, kako se smatralo, rešen problem tzv. postinfekcione zaštite (Staub, 1991; Dekker, 1995). Sistemski fungicidi, kao što su inhibitori biosinteze steroila (DMI), inhibitori mitohondrijalne respiracije (QoI i SDHI), anilinopirimidini (AP) kao i drugi, i danas imaju važnu ulogu u rešavanju ovog problema. Međutim, veliki problem predstavlja pojava rezistentnih populacija *V. inaequalis* na ova jedinjenja, koja je detektovana u brojnim voćarskim regionima širom sveta, uključujući i našu zemlju (Köng-Färber et al., 2002; Steinfeld et al., 2002; Dux

et al., 2005; Sallato et al., 2006; Jobin & Carisse, 2007; Stević et al., 2010; Stević et al., 2015). Jedan od nedostataka sistemskih fungicida, kada je u pitanju suzbijanje *V. inaequalis* je i njihova slabija efikasnost u sprečavanju pojave simptoma na plodovima. Savremeni koncept primene fungicida sa specifičnim mehanizmom delovanja, podrazumeva, kako redukciju broja tretiranja u toku jedne vegetacije, tako i obaveznu upotrebu ovih jedinjenja u kombinaciji sa kontaktnim fungicidima, a sve u funkciji antirezistentne strategije, odnosno produženje upotrebnog veka ovih fungicida u zaštiti bilja. Ako se navedenom doda i relativno visoka cena koštanja sistemskih jedinjenja, nameće se zaključak da kontaktni fungicidi ponovo zauzimaju sve značajnije mesto u programu integralne zaštite jabuke od prouzrokovala čađave krastavosti.

Cilj ovog rada bio je ispitivanje efikasnosti, kod nas najčešće korišćenih kontaktnih fungicida u suzbijanju *V. inaequalis*, u uslovima pojave jačeg intenziteta oboljenja.

MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanja su obavljena tokom 2016. godine u eksperimentalnom zasadu jabuke na Radmilovcu, (ogledno školsko dobro Poljoprivrednog fakulteta, Zemun) i privatnom komercijalnom zasadu na lokalitetu Krčevac (Topola). Eksperimenti su postavljeni saglasno EPPO/OEPP metodologiji, po tipu slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja (EPPO, 1997; EPPO, 2012). Aplikacija fungicida vršena je pomoću lednog atomizera tipa Solo 423 uz utrošak vode od 1000 l/ha. Obavljeno je ukupno sedam tretiranja, sa intervalom od sedam dana između dva tretiranja, počevši od fenofaze "mišjih ušiju" (BBCH 54), do fenofaze kada su plodovi bili Ø 8-12 mm (BBCH 70-71), (Tabela 1). Ispitivani su preparati na bazi četiri aktivne supstance iz različitih hemijskih grupa: mankozeb i metiram (ditiokarbamati), ditianon (hinoni) i kaptan (ftalimidi) (Tabela 2).

Tabela 1. Osnovni podaci o izvedenim ogledima

Lokalitet	OŠD Radmilovac	Krčevac (Topola)
Sorta	Ajdared	Mucu
Starost zasada	21 god.	8 god.
Uzgojni oblik	Vretenasti žbun	Vretenasti žbun
Veličina parcele	5 stabala	5 stabala
Broj ponavljanja	4	4
Datumi tretiranja i fenofaza	1. 18.03.2016. (BBCH 55-56) 2. 25.03.2016. (BBCH 57) 3. 01.04.2016. (BBCH 60-61) 4. 07.04.2016. (BBCH 65-67) 5. 15.04.2016. (BBCH 69) 6. 22.04.2016. (BBCH 70) 7. 30.04.2016. (BBCH 71)	1. 18.03.2016. (BBCH 54) 2. 25.03.2016. (BBCH 55-56) 3. 01.04.2016. (BBCH 56-57) 4. 07.04.2016. (BBCH 60-61) 5. 15.04.2016. (BBCH 65-67) 6. 22.04.2016. (BBCH 69) 7. 30.04.2016. (BBCH 70)
Datum ocene	12.05.2016.	12.05.2016.

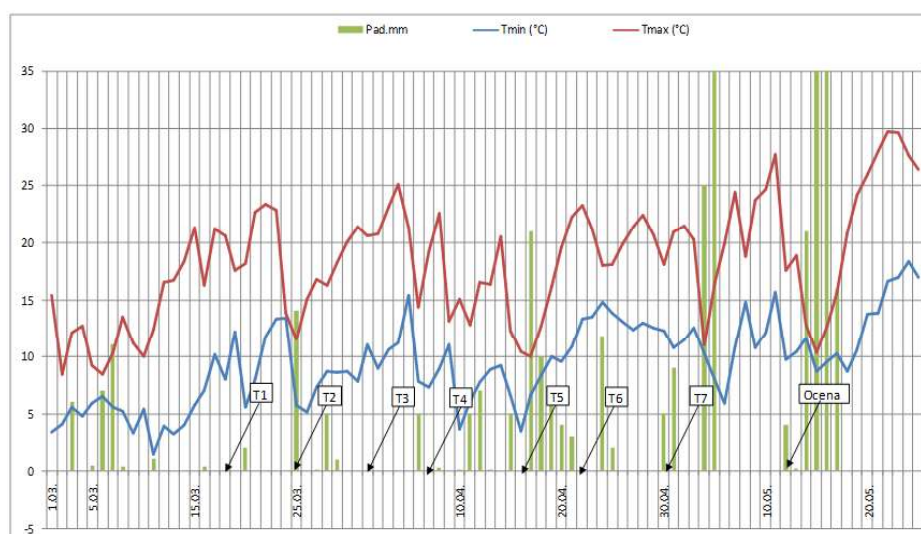
Nakon uočavanja jasnih razlika između tretiranih varijanti i kontrole, slučajnim izborom po 200 listova i 100 plodova po svakom ponavljanju, ocenjen je intenzitet oboljenja. Na osnovu zahvaćenosti simptomima oboljenja, listovi i plodovi su svrstani u sledeće kategorije: 0=nema simptoma; I=1-2 pege, II=3-4 pege i III= ≥ 5 pega. Intenzitet oboljenja izražen u %, izračunat je po Townsend-Heuberger-ovoj, a efikasnost fungicida po formuli Abbott-a. Dobijeni podaci su statistički obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA) i testom najmanje značajne razlike (LSD).

Tabela 2. Primenjeni fungicidi i koncentracije primene

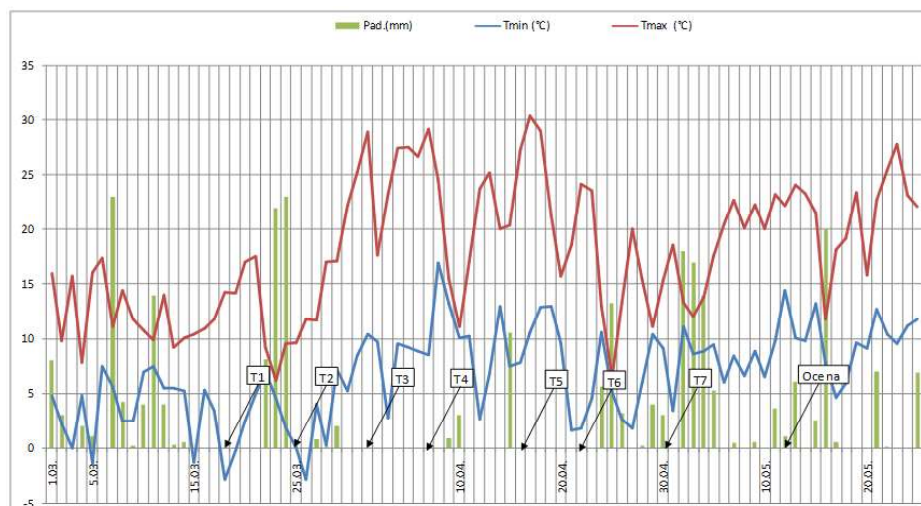
Preparat	Aktivna supstanca	Konc. primene
Penncozeb WG	mankozeb 750 g/kg	0,2 i 0,25%
Mariner	metiram 700 g/kg	0,2 %
Galileo	ditianon 700 g/l	0,075 i 0,1%
Captan 50 WP	kaptan 500 g/kg	0,2 i 0,3 %
Kontrola	nije tretirana	-

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom prolećnog dela vegetacione sezone 2016. godine, prevladavali su veoma povoljni meteorološki uslovi za razvoj *V. inaequalis* (Grafikon 1-2). Raspoored padavina i dužina vlaženja lista, uz adekvatne temperature, rezultirali su pojavom oboljenja jačeg intenziteta u kontrolnim parcelama, koji je na lokalitetu Radmilovac iznosio 28,4%, a na lokalitetu Krčevac 91,5%. U takvim uslovima, primenom fungicida sa kontaktnim delovanjem, ostvareno je značajno smanjenje pojave oboljenja. Na lokalitetu Radmilovac, intenzitet pojave oboljenja na listu u tretiranim varijantama, bio je u intervalu od 0,6–3,1%. Utvrđena je visoka efikasnost mankozeba (89,9–94,7%), ditianona (90,7–97,8%), metirama (89,0%) i kaptana (90,3–92,6%).



Grafikon 1. Meteorološki podaci za lokalitet OŠD Radmilovac, za period mart–maj 2016. god., vreme primene fungicida i ocene efekata



Grafikon 2. Meteorološki podaci za lokalitet Krčevac, za period mart–maj 2016. godine, vreme primene fungicida i ocene efekata

Na lokalitetu Krčevac, pojava oboljenja u tretiranim varijantama, iznosila je od 8,3 do 15,5%, u zavisnosti od primenjenog fungicida i koncentracije. U takvim uslovima, postignuta je visoka efikasnost preparata na bazi mankozeba (87,4–90,7%), ditianona (83,1–90,3%), metirama (86,6%) i kaptana (89,8–90,9%) (Tabela 3). U izvedenim ogledima, utvrđena je veoma visoka efikasnost korišćenih fungicida, kada je u pitanja prevencija pojave simptoma oboljenja čađave pegavosti i krastavosti na plodovima jabuke. Pri uslovima pojave oboljenja u kontroli od 7,3% na lokalitetu Radmilovac, intenzitet napada *V. inaequalis* na plodovima, u tretiranim varijantama, bio je u intervalu od 0 do 0,33%. Efikasnost svih ispitivanih fungicida bila je iznad 95%, dok su preparati na bazi mankozeba, ditianona i kaptana, pri većim koncentracijama primene, ispoljili maksimalnu efikasnost (100%) (Tabela 4). Na lokalitetu Krčevac, u kontrolnim parcelama, intenzitet pojave simptoma na plodovima iznosio je 7,9%. Primenom ispitivanih fungicida ostvarena je efikasnost metirama od 91,7%, mankozeba 98,8–100%, ditianona 94,7–100% i kaptana 99,2–100%.

Tabela 3. Efikasnost fungicida u suzbijanju *V. inaequalis* (ocena na listovima)

Fungicid	Konc. primene (%)	OŠD Radmilovac		Krčevac	
		Int. oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Int. oboljenja (%)	Efikasnost (%)
Pencozeb WG	0,2	2,9	89,9	11,0	87,4
Pencozeb WG	0,25	1,5	94,7	8,5	90,7
Galileo	0,075	2,6	90,7	15,5	83,1
Galileo	0,01	0,6	97,8	8,9	90,3
Mariner	0,2	3,1	89,0	12,3	86,6
Captan 50 WP	0,2	2,8	90,3	9,8	89,8
Captan 50 WP	0,3	2,1	92,6	8,3	90,9
Kontrola	-	28,4 a	-	91,5	-
LSD ₀₀₅		0,801		0,949	

Prema navodima nekih autora (Brunelli et al., 2013; Balaž i sar., 2013), preventivni fungicidi nisu dovoljno efikasni pri veoma povoljnim uslovima za razvoj oboljenja i u prisustvu visokog infekcionog potencijala. Ostvareni rezultati tokom ovih ispitivanja, međutim, nedvojbeno ukazuju na mogućnost postizanja visoke efikasnosti u suzbijanju *V. inaequalis*, primenom preventivnih fungicida, čak i u uslovima veoma visokog infekcionog potencijala patogena. Naročito dobri rezultati postignuti su u suzbijanju pojave oboljenja na plodovima, što je od suštinskog značaja za prinos, a pre svega kvalitet i tržišnu vrednost.

Tabela 4. Efikasnost fungicida u suzbijanju *V. inaequalis* (ocena na plodovima)

Fungicid	Konc. primene (%)	OŠD Radmilovac		Krčevac	
		Int. oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Int. oboljenja (%)	Efikasnost (%)
Penncozeb WG	0,2	0,08	98,9	0,09	98,8
Penncozeb WG	0,25	0,0	100	0,0	100
Galileo	0,075	0,16	97,7	0,41	94,7
Galileo	0,01	0,0	100	0,0	100
Mariner	0,2	0,33	95,3	0,66	91,7
Captan 50 WP	0,2	0,16	97,7	0,06	99,2
Captan 50 WP	0,3	0,0	100	0,0	100
Kontrola	-	7,3	-	7,9	-
LSD ₀₀₅		0,063		0,105	

Analizom meteoroloških podataka (Grafikon 1-2), može se uočiti da su sva tretiranja izvođena neposredno pred sticanje uslova za ostvarivanje infekcije, obezbeđujući na taj način primenjenim fungicidima da ispolje maksimalni potencijal. Uzimajući u obzir mehanizam delovanja korišćenih fungicida, nameće se zaključak da je upravo pravovremena i kvalitetna aplikacija, od presudnog značaja za ispoljavanje visoke efikasnosti preventivnih fungicida u zaštiti jabuke od prouzrokovača čađave pegavosti lista i krastavosti plodova jabuke.

ZAKLJUČAK

U toku trajanja eksperimenata, na lokalitetima Radmilovac i Krčevac, prevladavali su veoma povoljni uslovi za razvoj čađave pegavosti lista i krastavosti plodova jabuke, što je rezultiralo značajnom pojavom oboljenja u kontrolnim parcelama, na oba lokaliteta. Primenom fungicida sa kontaktinim delovanjem, ostvarena je veoma dobra zaštita jabuke od *V. inaequalis*. Efikasnost mankozeba, metirama, ditianona i kaptana bila je u opsegu 87,4–97,8% u suzbijanju prouzrokovača oboljenja na listu, odnosno, 91,7–100% na plodovima jabuke.

Uzimajući u obzir postignute rezultate efikasnosti, vreme i način primene ispitivanih fungicida kao i meteorološke uslove tokom trajanja oglada, može se zaključiti da primena kontaktnih fungicida predstavlja veoma dobro, racionalno i

ekonomski prihvatljivo rešenje u zaštiti jabuke od prouzrokovala čađave pegavosti lista i krastavosti plodova.

LITERATURA

- Agrios, N. G. (2005): Plant pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press.
- Balaž, J. and Knežević, T. (2003): Efikasnost novijih fungicida u suzbijanju čađave krastavosti i pepelnice jabuke. Pesticidi, 18: 175-185.
- Biggs, R. A. (1990): Apple scab. Compendium of Apple and Pear Scab. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Brunelli, A., Gianti, P., Flori, P. and Berardi, R. (2003): Experimental trials on the activity of new fungicides against apple scab. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, 56: 259-280.
- Dekker, J. (1995): Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. In: Modern selective fungicides, (Ed. Lyr H.). Second revised and enlarged edition. Gustav Fisher Verlag-Jena-Stuttgart-NY, pp, 23-38.
- Dux, H, Sierotzki H, Meier-Runge F, Gisi U. (2004): Sensitivity of *Venturia inaequalis* populations to anilinopyrimidine, DMI and QoI fungicides. In: Modern Fungicides and Antifungal Compounds IV. 14th International Reinhardtsbrunn Symposium, Friedrichroda, Thuringia, Germany, April 25-29, 2004.
- EPPO/OEPP (1997): Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: *Venturia inaequalis* – PP 1/31(2), in EPPO Standards: Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products, 2, EPPO, Paris, 13-16.
- EPPO/OEPP (2012): Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products: Design and analysis of efficacy evaluation trials – PP 1/152(2), in EPPO Standards: Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products, 2, EPPO, Paris, 37-51.
- Jobin, T. and Carisse, O. (2007): Incidence of Myclobutanil and Kresoxim-Methyl Insensitive isolates of *Venturia inaequalis* in Quebec orchards. Plant Disease 91 (10): 1351-1358.
- Küng-Färber, RB., Chin, K.M. and Leadbitter, N. (2002): Sensitivity of *Venturia inaequalis* to trifloxystrobin. Pest Management Science 58 (3): 261-267.
- MacHardy, W. E. (1996): Apple Scab-Biology, Epidemiology and Management. APS Press. American Phytopathology Society. St. Paul, Minnesota.
- Richter, J. (1988): *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. European Handbook of Plant Diseases, pp 385-386, (ed. I. M. Smith et al.) Blackwell Scientific Publication, London.
- Sallato, B. V., Latorre, B. A. and Aylwin, G. (2006): First Report of Practical Resistance to QoI Fungicides in *Venturia inaequalis* (Apple scab) in Chile. Plant Disease 90 (3): 375.
- Staub, T. (1991): Fungicide resistance: Practical experience with anti-resistance strategies and the role of integrated use. Ann. Rev. Phytopathol. 29: 421-442.
- Steinfeld U., Sierotzki, H., Parisi, S., Gisi, U. (2002): Comparison of resistance mechanisms to strobilurin fungicides in *Venturia inaequalis*. In: Modern Fungicides and Antifungal Compounds III. Eds. H-W D. Ehne, U. Gisi, K-H Kuck, P. E. Russell, H. Lyr. AgroConcept GmbH, Bonn. pp. 167-176.
- Stević, M., Tamaš, N., Miletić, N. and Vukša, P. (2015): Different toxicity of the strobilurin fungicides kresoxim-methyl and trifloxystrobin to *Venturia inaequalis* isolates

from Serbia. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 50 (9): 633-637.
Stević, M., Vukša, P. and Elezović, I. (2010): Resistance of *Venturia inaequalis* to demethylation inhibiting (DMI) fungicides. Zemdirbyste-Agriculture 97 (4): 65-72.
Tim priređivača (2016): Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji. Osamnaesto izmenjeno i dopunjeno izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd.

Abstract

EFFECT OF CONTACT FUNGICIDES ON MANAGEMENT OF *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter ON APPLE

Milan Stević¹, Biljana Pavlović² i Milan Šević³

¹ University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun - Beograd

²Scholar of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia

³Institute for Vegetable Crops, Smederevska Palanka

E-mail: stevicm@agrif.bg.ac.rs

During the season 2016, the biological efficacy of contact fungicides in apple protection from the apple scab, caused by fungus *Venturia inaequalis*, was performed. The experiments were conducted in an experimental orchard at the location of OŠD Radmilovac (cv Idared) and commercial orchard on the location of Krčevac (Topola) (cv Mucu). The trials were performed as a randomized block system in four repetitions (EPPO, 2012). Fungicide treatments were performed using knap sprayer type Solo 423, with 1000 l ha⁻¹ of suspension consumption. A total of seven treatment, starting from the growth stages of "mouse ear" (BBCH 54), were done. Favorable agro-meteorological conditions have resulted in the significant disease incidence in control (untreated) plots. At the site of the OŠD Radmilovac the intensity of disease determined in control plots was 28.4% on the leaves, and 7.3% on fruits, while on the locality of Krčevac, diseases occurrence on the leaves and fruits was 91.5% and 7.9%, respectively. Application of multi-site fungicides resulted in good efficacy of mancozeb (87.4 to 100%), dithianon (83.1 to 100%), metiram (86.6 to 95.3%) and captan (89.8 to 100%), respectively.

Key words: *Venturia inaequalis*, apple, fungicides, efficacy, mancozeb, dithianon, metiram, captan