

# Osetljivost *Monilinia laxa* (Ader. & Ruhl.) na fungicide različitog mehanizma delovanja

Milan Stević i Petar Vukša

Poljoprivredni fakultet, Beograd  
stevicm@agrifaculty.bg.ac.yu

## REZIME

Ispitivana je osetljivost pet izolata *M. laxa* izolovanih sa mumificiranih plodova šljive na benomil, iprodion, trifloksistrobin, tebukonazol i pirimetanil. Praćena je inhibicija porasta micelije na hranljivoj podlozi i utvrđeni su parametri osetljivosti metodom probit analize. Najveći raspon srednjih efektivnih koncentracija bio je kod benomila (123,1-901,5 µg/kg). EC<sub>50</sub> vrednosti za ostale fungicide bile su u intervalu: iprodion (125,9-301,4 µg/kg), trifloksistrobin (4,2-9,2 µg/kg), tebukonazol (14,2-41,8 µg/kg) i pirimetanil (148,0-190,8 µg/kg). Utvrđeno je postojanje umereno rezistentnih prirodnih populacija *M. laxa* na benomil. Svi ispitivani izolati ispoljili su normalnu osetljivost na iprodion, trifloksistrobin, tebukonazol i pirimetanil.

**Cljučne reči:** *M. laxa*; osetljivost; rezistentnost; fungicidi

## UVOD

Gljive iz roda *Monilinia* spp. (*M. laxa*, *M. fructigena* i *M. fructicola*) su ekonomski značajne kao paraziti koštičavog voća. *M. laxa* je prisutna u svim voćarskim regionima širom sveta (Vučinić, 1994), *M. fructigena* samo u Evropi, a *M. fructicola* je zastupljena na američkom i australijskom kontinentu (Ogawa i sar., 1995). U Evropi je registrovana lokalno, samo na jugu Francuske (EPPO, 2002a) i nekim delovima Austrije (EPPO, 2002b).

Zbog ekonomskog značaja ovih gljiva neophodno je vršiti njihovo suzbijanje. U tu svrhu u našoj zemlji koriste se veći broj fungicida: bakar-oksihlorid, benomil, prochloraz, triforin, ciprodinil, prosimidon, tiofanatmetil, vinklolzolin, karbendazim, iprodion i tebukona-

zol (Mitić, 2004). U svetu se, pored pomenutih, koriste i boskalid, trifloksistrobin, azoksistrobin, hlorotalonil, miklobutanil, hlozolinat, ditianon, fenheksamid, miklozolin, ciram, kaptan i tiram (Tomlin, 2004).

Česta upotreba fungicida, naročito onih sa specifičnim mehanizmom delovanja, može dovesti do pojave rezistentnosti. Kod gljiva iz roda *Monilinia*, rezistentnost na neke grupe fungicida utvrđena je u više voćarskih regiona Amerike, Evrope, Australije i Novog Zelanda (Tate i sar., 1974; Jones i Ehret, 1976; Ogawa i sar., 1984; Ritchie, 1983; Elmer i sar., 1994; Wherret i sar., 2001). O tome, u našoj zemlji gotovo da nema podataka.

Ovaj rad je koncipiran s ciljem da se ispita osetljivost populacija *M. laxa* u Srbiji, na fungicide koji se najčešće koriste za suzbijanje ovog patogena.

## MATERIJAL I METODE

**Izolati:** *M. laxa* je izolovana sa mumificiranih plodova šljive, koji potiču sa različitih lokaliteta: Radmilovac (Beograd), Družetić (Koceljeva), Miokus (Šabac), Vinča (Topola) i Čortanovci (Fruška gora). Lokaliteti se međusobno razlikuju po istorijatu primene fungicida (Tabela 1).

**Postupak ispitivanja:** U ogledu su korišćene komercijalne formulacije fungicida sa različitim mehanizmima delovanja. Primenjene su skale koncentracija koje inhibiraju porast micelije u intervalu 5-95% u odnosu na kontrolu (Tabela 2).

Ispitivanja osetljivosti obavljena su primenom metode inkorporacije fungicida u hranjivu KDA podlogu (Leroux i Gredt, 1972; Locher i Lorenz, 1991). Zasejne petri-posude su čuvane u termostatu na temperaturi  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Očitavanje rezultata je vršeno posle desetak dana, odnosno kada je micelija gljive u kontroli ispunila više od 2/3 petri-posude. Ceo postupak ponovljen je u tri vremenske serije.

**Obrada rezultata:** Dobijene vrednosti prečnika kolonije svake ispitivane varijante stavljene su u odnos sa vrednostima prečnika u kontroli. Tako dobijene vrednosti predstavljaju inhibiciju porasta micelije izraženu u %, za svaki fungicid i za svaki ispitivani izolat.

**Tabela 1.** Pregled fungicida korišćenih na lokalitetima sa kojih potiču izolati

**Table 1.** Fungicides used on locations from which the isolates were taken

Godina Year	Radmilovac (Beograd)	Vinča (Topola)	Družetić (Koceljeva)	Miokus (Šabac)	Čortanovci (Fruška Gora)
1994	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-	Benomil Benomyl	-
1995	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-	Benomil Benomyl	-
1996	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil Benomyl	-	Benomil Benomyl	-
1997	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	-	Benomil Benomyl	-
1998	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	-	Benomil Benomyl	-
1999	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	-	Benomil Benomyl	-
2000	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	-	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-
2001	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	Benomil Benomyl	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-
2002	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	Benomil Benomyl	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-
2003	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	Benomil + Vinklozolin Benomyl + Vinclozolin	Benomil Benomyl	Tiofant-metil Thiophanate-methyl	-

**Tabela 2.** Pregled ispitivanih fungicida

**Table 2.** Review of investigated fungicides

Aktivna materija Active ingredient	Preparat Preparation	Proizvođač Manufacturer	Koncentracije ( $\mu\text{g a.s./kg}$ ) Concentration ( $\mu\text{g a.i./kg}$ )
Benomil Benomyl	Fundazol 50 WP	Agro-chemie	31,25 - 4000
Iprodion Iprodione	Dional 500 SC	Galenika-Fitofarmacija	31,25 - 1000
Trifloksistrobin Trifloxistrobin	Zato	Bayer CropScience	1,25 - 20
Tebukonazol Tebuconazole	Akord	Galenika-Fitofarmacija	5 - 80
Pirimetanil Pirimethanil	Mythos	Bayer CropScience	50 - 800

Statistička obrada dobijenih podataka vršena je metodom probit analize, u cilju dobijanja vrednosti srednjih efektivnih koncentracija ( $EC_{50}$ ) i koeficijena regresije (b) (Finney, 1964; Lakić i Vukša, 1991).

Faktor rezistentnosti (RF) izračunat je po obrascu:  $RF = EC_{50}(x) / EC_{50}(n)$ , gde je  $EC_{50}(x)$  vrednost srednje efektivne koncentracije posmatranog izolata, a  $EC_{50}(n)$  vrednost srednje efektivne koncentracije najosetljivijeg izolata (Dekker, 1995).

Nivo rezistentnosti ispitivanih izolata ocenjen je prema skali Gouot-a (1994):  $RF < 3$  osetljivi izolati;  $RF = 3-20$  umereno rezistentni;  $RF > 100$  visoko rezistentni.

## REZULTATI

U Tabelama 3-7 prikazani su podaci o parametrima osetljivosti izolata *M. laxa* na različite fungicide.

**Osetljivost na benomil:** Najniža vrednost  $EC_{50}$  za benomil je kod izolata iz Čortanovaca (123,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Nešto manju osetljivost ispoljio je izolat iz Družetića (222,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Zatim slede izolati iz Vinča (541,6  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i Miokusa (716,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), a najveća vrednost srednje efektivne koncentracije je kod izolata sa Radmilovca (901,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Najveću relativnu osetljivost (b) na benomil ispoljio je izolat iz Miokusa (2,28), a nešto manju izolat iz Vinče (2,17). Značajno manje vrednosti koeficijenta b imaju izolati sa Radmilovca (1,97), iz Družetića (1,81) i Čortanovaca (1,68).

Faktor rezistentnosti najveći je kod izolata sa Radmilovca (7,32), a najmanji kod izolata iz Družetića (1,81). RF vrednosti kod izolata iz Miokusa je 5,82 odnosno 4,39 kod izolata iz Vinče.

**Osetljivost na iprodion:** Najveću fungitoksičnost iprodion je ispoljio za izolat iz Čortanovaca (125,9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Izolate sa Radmilovca (172,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), iz Družetića (175,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i Miokusa (178,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) karakteriše veoma slična osetljivost na iprodion, dok je najmanju osetljivost na ovo jedinjenje ispoljio izolat iz Vinče (301,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Isti izolat ispoljio je i najmanju relativnu osetljivost (1,05). Vrednost koeficijenta b veća je kod izolata iz Družetića (1,56), Čortanovaca (1,65) i Miokusa (1,67), a najveća je kod izolata sa Radmilovca (1,82).

Najveća vrednost za faktor rezistentnosti je kod izolata iz Vinče (2,39), dok je kod ostalih izolata znatno manja (1,36-1,42).

**Osetljivost na trifloksistrobin:** Toksičnost trifloksistrobina najizraženija je kod izolata iz Družetića (4,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Nešto manja je za izolate iz Čortanovaca (4,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

**Tabela 3.** Parametri osetljivosti izolata *M. laxa* na benomil  
**Table 3.** Parameters of sensitivity of *M. laxa* isolates to benomyl

Izolat Isolate	$EC_{50}$ ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		b	RF
	Ms	IP <sub>95%</sub>		
Čortanovci	123,1	70,0-216,3	1,68	1,00
Družetić	222,6	135,3-366,2	1,81	1,81
Vinča	541,6	378,8-774,4	2,17	4,39
Miokus	716,8	511,1-1005,2	2,28	5,82
Radmilovac	901,5	588,0-1382,1	1,97	7,32

IP<sub>95%</sub> = interval poverenja - confidence limits; 95%; b=koeficijent regresije - regression factor; RF=faktor rezistentnosti - resistance factor

**Tabela 4.** Parametri osetljivosti izolata *M. laxa* na iprodion  
**Table 4.** Parameters of sensitivity of *M. laxa* isolates to iprodione

Izolat Isolate	$EC_{50}$ ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		b	RF
	Ms	IP <sub>95%</sub>		
Čortanovci	125,9	69,9-226,6	1,65	1,00
Družetić	172,2	103,9-285,2	1,56	1,36
Radmilovac	175,5	89,4-344,3	1,82	1,39
Miokus	178,8	98,5-324,5	1,67	1,42
Vinča	301,4	49,5-1834,1	1,05	2,39

IP<sub>95%</sub> = interval poverenja - confidence limits; 95%; b=koeficijent regresije - regression factor; RF=faktor rezistentnosti - resistance factor

**Tabela 5.** Parametri osetljivost izolata *M. laxa* na trifloksistrobin  
**Table 5.** Parameters of sensitivity of *M. laxa* isolates to trifloxystrobin

Izolat Isolate	EC <sub>50</sub> (µg/kg)		b	RF
	Ms	IP <sub>95%</sub>		
Družetić	4,2	2,1 - 8,4	1,52	1,00
Čortanovci	4,4	1,3 - 15,2	1,11	1,04
Vinča	4,8	2,7 - 8,4	1,67	1,14
Miokus	6,9	2,7 - 17,5	1,31	1,64
Radmilovac	9,2	3,6 - 23,3	1,37	2,19

IP<sub>95%</sub> = interval poverenja - confidence limits; 95%; b=koeficijent regresije - regression factor; RF=faktor rezistentnosti - resistance factor

**Tabela 6.** Parametri osetljivost izolata *M. laxa* na tebukonazol  
**Table 6.** Parameters of sensitivity of *M. laxa* isolates to tebuconazole

Izolat Isolate	EC <sub>50</sub> (µg/kg)		b	RF
	Ms	IP <sub>95%</sub>		
Družetić	14,2	6,9 - 28,9	1,51	1,00
Čortanovci	15,8	9,3 - 26,9	1,76	1,11
Radmilovac	16,2	8,4 - 31,4	1,56	1,14
Miokus	24,4	14,3 - 41,7	1,74	1,71
Vinča	41,8	18,5 - 94,4	1,52	2,94

IP<sub>95%</sub> = interval poverenja - confidence limits; 95 %; b=koeficijent regresije - regression factor; RF=faktor rezistentnosti - resistance factor

**Tabela 7.** Parametri osetljivost izolata *M. laxa* na pirimetanil  
**Table 7.** Parameters of sensitivity of *M. laxa* isolates to pyrimethanil

Izolat Isolate	EC <sub>50</sub> (µg/kg)		b	RF
	Ms	IP <sub>95%</sub>		
Vinča	148,0	87,1 - 251,6	1,77	1,00
Miokus	150,4	97,8 - 231,4	1,98	1,01
Čortanovci	150,7	98,6 - 230,4	2,00	1,02
Radmilovac	153,3	89,7 - 262,1	1,75	1,04
Družetić	190,8	114,6 - 317,8	1,78	1,29

IP<sub>95%</sub> = interval poverenja - confidence limits; 95 %; b=koeficijent regresije - regression factor; RF=faktor rezistentnosti - resistance factor

i Vinče (4,8 µg/kg). Sledi izolat iz Miokusa (6,9 µg/kg), a najmanje osetljiv je izolat sa Radmilovca (9,2 µg/kg).

Izolat iz Vinče ispoljio je najveću relativnu osetljivost (1,67). Sledе izolati iz Družetića (1,52), zatim sa Radmilovca (1,37) i iz Miokusa (1,31). Najmanju vrednost koeficijenta b imao je izolat iz Čortanovaca (1,11).

Najveću vrednost faktora rezistentnosti imao je izolat sa Radmilovca (2,19), a najmanju (1,04) izolat iz Čortanovaca.

**Osetljivost na tebukonazol:** Tebukonazol je bio najtoksičniji za miceliju izolata iz Družetića (14,2 µg/kg) i Čortanovaca (15,8 µg/kg). Nešto manju osetljivost ispoljio je izolat sa Radmilovca (16,2 µg/kg), a još manju izolat iz Miokusa (24,4 µg/kg). Najmanje toksičan tebukonazol je bio za izolat iz Vinče (41,8 µg/kg).

Najveću relativnu osetljivost ispoljio je izolat iz Čortanovaca (1,76), a nešto manju izolat iz Miokusa (1,74). Zatim sledе izolati sa Radmilovca (1,56) i iz Vinče (1,52), a najmanju vrednost koeficijenta b imao je izolat iz Družetića (1,51).

RF faktor najveći je kod izolata iz Vinče (2,94), a znatno manji kod ostalih izolata (1,11-1,71).

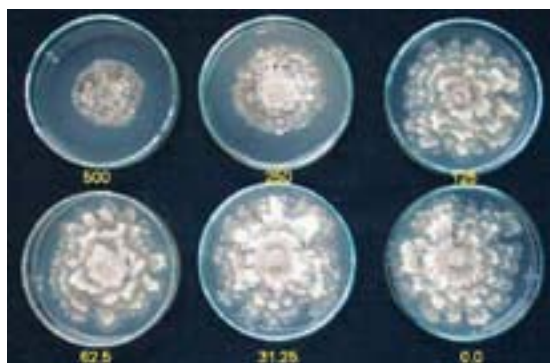
**Osetljivost na pirimetanil:** Svi ispitivani izolati ispoljili su veoma sličnu osetljivost na pirimetanil. Najmanje osetljiv bio je izolat iz Družetića (190,8 µg/kg). Zatim sledе izolati sa Radmilovca (153,3 µg/kg), iz Čortanovaca (150,7 µg/kg) i Miokusa (150,4 µg/kg), a najveću osetljivost ispoljio je izolat iz Vinče (148,00 µg/kg).

Najveću relativnu osetljivost ispoljili su izolati iz Čortanovaca (2,00) i Miokusa (1,98). Nešto manju vred-



Sl. 1. Rast micelije osetljivog izolata iz Čortanovaca, na podlozi sa benomilom ( $\mu\text{g a.m./kg}$ )

Fig. 1. Micellia growth of sensitive isolate Čortanovci on benomyl-amended medium ( $\mu\text{g a.i./Kg}$ )



Sl. 2. Rast micelije rezistentnog izolata sa Radmilovca na podlozi sa benomilom ( $\mu\text{g a.m./kg}$ )

Fig. 2. Micellia growth of resistant isolate Radmilovac on benomyl-amended medium ( $\mu\text{g a.i./Kg}$ )

nost koeficijenta  $b$  imaju izolati iz Vinče (1,77), sa Radmilovca (1,75) i iz Družetića (1,78).

Faktor rezistentnosti najveći je kod izolata iz Družetića (1,29), ali se nalazi u istom nivou značajnosti sa RF vrednostima za ostale izolate.

## DISKUSIJA

Ispitivani fungicidi ispoljili su različit stepen fungitoksičnosti za izolate *M. laxa*. Razlika u osetljivosti ispitivanih izolata očituje se u vrednostima za srednju efektivnu koncentraciju ( $EC_{50}$ ), faktora rezistentnosti (RF), i parametra  $b$ , koji pokazuju relativnu osetljivost gljive na dato jedinjenje.

Najveća heterogenost srednjih efektivnih koncentracija ispoljena je kod benomila.  $EC_{50}$  vrednosti ovog fungicida variraju od 123,1  $\mu\text{g/kg}$  (Čortanovci) do 901,5

$\mu\text{g/kg}$  (Radmilovac). Vrednosti srednjih efektivnih koncentracija kod izolata iz Miokusa (716,8  $\mu\text{g/kg}$ ) i Vinče (541,6  $\mu\text{g/kg}$ ), su takođe znatno veće od vrednosti koja se očekuje za normalno osetljivu populaciju. Ovi pokazatelji mogu se smatrati očekivanim s obzirom da izolat iz Čortanovaca potiče sa lokaliteta na kojem nisu primenjivani fungicidi za suzbijanje *Monilinia spp.*, dok su na lokalitetu Radmilovac, Miokus i Vinča, fungicidi iz grupe benzimidazola intenzivno korišćeni poslednjih deset i više godina.  $EC_{50}$  vrednost benomila kod izolata iz Družetića (222,6  $\mu\text{g/kg}$ ), samo nešto je veća u odnosu na izolat iz Čortanovaca, iako je benomil primenjivan na ovom lokalitetu. Objašnjenje verovatno leži u činjenici da se radi o mladom zasadu, gde je benomil korišćen samo tri godine do momenta izolacije, pa još uvek nije došlo do promene u osetljivosti gljive na ovo jedinjenje.

Izolat iz Čortanovaca ispoljio je najmanju relativnu osetljivost na benomil (1,68), koja se značajno razlikuje od relativne osetljivosti ostalih izolata čije su vrednosti za koeficijent  $b$  bile u opsegu od 1,97 za izolat iz Družetića, do 2,17 kod izolata iz Miokusa.

Na osnovu faktora rezistentnosti, a prema skali Goout-a (1994), ispitivani izolati mogu se svrstati u dve kategorije. Izolati sa Radmilovca (RF=7,32), iz Miokusa (RF=5,82) i Vinče (RF=4,39), mogu se oceniti kao umereno rezistentni ( $3 < \text{RF} < 20$ ), dok su izolati iz Čortanovaca (RF=1,00) i Družetića (RF=1,81) normalno osetljivi (RF<3). Dobijeni rezultati, uzimajući u obzir istorijat primene benzimidazola na lokalitetima sa kojih potiču izolati i parametre osetljivosti, u saglasnosti su sa rezultatima koje su dobili Ogawa i sar. (1981), Ogawa i sar. (1984), a razlikuju se od rezultata dobijenih u ogleđima Michailides-a i sar. (1987).

Najveću osetljivost i na iprodion ispoljio je izolat iz Čortanovaca ( $EC_{50}=125,9 \mu\text{g/kg}$ ). Veomabliške vrednosti za srednju efektivnu koncentraciju su kod izolata sa Radmilovca (172,2  $\mu\text{g/kg}$ ), iz Družetića (175,5  $\mu\text{g/kg}$ ) i Miokusa (178,8  $\mu\text{g/kg}$ ). Najmanje osetljivim na iprodion pokazao se izolat iz Vinče (310,4  $\mu\text{g/kg}$ ). Isti izolat ispoljio je i najmanju relativnu osetljivost (1,05), dok je kod ostalih izolata koeficijent  $b$  bio u rasponu od 1,56 za izolat iz Družetića, do 1,82 kod izolata sa Radmilovca. Faktor rezistentnosti za ispitivane izolate varira od 1,37 za izolat sa Radmilovca, do 2,39 kod izolata iz Vinče. U cilju suzbijanja *Monilinia sp.*, fungicidi iz grupe dikarboksimida, primenjivani su jedino na lokalitetu Vinča, pa se to može smatrati razlogom za ispoljavanje manje osetljivosti ovog izolata na iprodion, u poređenju sa ostalim ispitivanim izolatima. Iako se izolat iz Vinče po



osetljivosti na iprodion razlikuje od ostalih, može se svrstati u normalno osetljive ( $RF < 3$ ). Ovi rezultati potvrđuju da učestala primena dikarboksimida može rezultirati promenom u osetljivosti datih populacija *M. laxa* na ova jedinjenja. Ista pojava potvrđena je i od strane drugih autora (Ritchie, 1983; Elmer i sar. (1984).

Trifloksistrobin je bio najtoksičniji za miceliju izolata iz Družetića ( $EC_{50} = 4,2 \mu\text{g/kg}$ ), a neznatno manje za izolate iz Čortanovaca ( $4,4 \mu\text{g/kg}$ ) i Vinče ( $4,8 \mu\text{g/kg}$ ). Značajno manju osetljivost na trifloksistrobin ispoljio je izolat iz Miokusa ( $6,9 \mu\text{g/kg}$ ), a najmanju izolat sa Radmilovca ( $9,2 \mu\text{g/kg}$ ). Najmanju relativnu osetljivost ispoljio je izolat iz Čortanovaca ( $b = 1,11$ ). Nešto veću relativnu osetljivost ispoljili su izolati iz Miokusa ( $1,31$ ) i sa Radmilovca ( $1,37$ ). Značajno veća vrednost koeficijenta  $b$  je kod izolata iz Družetića, a najveća kod izolata iz Vinče ( $1,67$ ). Trifloksistrobin kao ni ostala jedinjenja iz grupe strobilurina, nisu primenjivana na lokalitetima sa kojih potiču ispitivani izolati. Međutim, u neposrednoj blizini zasada šljive na lokalitetu Radmilovac, nalazi se zasad jabuke u kojem su strobilurini intenzivno primenjivani poslednjih desetak godina. Postoji realna mogućnost da je došlo do mešanja populacija *M. laxa* između ove dve vrste voćaka, pa to može biti razlog smanjene osetljivosti ovog izolata na trifloksistrobin. Faktor rezistentnosti izolata sa Radmilovca ( $2,19$ ), manji je od 3, pa se i ovaj izolat kao i ostali može smatrati normalno osetljivim na trifloksistrobin.

Srednje efektivne koncentracije tebukonazola za ispitivane izolate *M. laxa* mogu se svrstati u tri kategorije. Kategoriji veoma osetljivih pripadaju izolati iz Družetića ( $EC_{50} = 14,2 \mu\text{g/kg}$ ) i Čortanovaca ( $EC_{50} = 15,8 \mu\text{g/kg}$ ). Izolat iz Miokusa ( $EC_{50} = 24,4 \mu\text{g/kg}$ ) bio bi srednje osetljiv, a najmanju osetljivost na ovo jedinjenje ispoljio je izolat iz Vinče ( $41,8 \mu\text{g/kg}$ ). Relativna osetljivost kod izolata iz Čortanovaca ( $1,76$ ) i Miokusa ( $1,74$ ), je nešto veća od ostalih izolata, čije su vrednosti za koeficijent  $b$  u intervalu  $1,51-1,56$ . Vrednosti srednje efektivne koncentracije su u saglasnosti sa  $EC_{50}$  vrednostima za propikonazol, koje su dobili Zehr i Luszcz (1999), za izolate koji su ocenjeni kao osetljivi. Fungicidi iz grupe triazola, kao i ostala jedinjenja koja inhibiraju biosintezu ergosterola, nisu primenjivani na lokalitetima sa kojih su izolovani ispitivani izolati, stoga nešto manju osetljivost na tebukonazol kod izolata iz Miokusa i Vinče možemo smatrati posledicom prirodno smanjene osetljivosti na ove fungicide. Po skali Gouot-a, i ove izolate ( $RF < 3$ ), možemo smatrati normalno osetljivim.

Najmanju heterogenost u pogledu osetljivosti ispitivani izolati ispoljili su u odnosu na pirimetanil. Vrednosti srednje efektivne koncentracije nalaze se u veoma uskom opsegu. Nešto veća  $EC_{50}$  vrednost je kod izolata iz Družetića ( $190,8 \mu\text{g/kg}$ ), dok se iste vrednosti za ostale izolate nalaze u intervalu  $148,0-153,3 \mu\text{g/kg}$ . Relativna osetljivost kod ispitivanih izolata se takođe ne razlikuje značajno. Nešto veći koeficijent  $b$  imaju izolati iz Čortanovaca ( $2,00$ ) i Miokusa ( $1,98$ ), dok su za ostale izolate ove vrednosti u opsegu  $1,75-1,78$ . Ovaj fungicid nije primenjivan na lokalitetima sa kojih vode poreklo ispitivani izolati, pa nije ni realno očekivati eventualne promene u osetljivosti *M. laxa* koje bi nastale kao posledica njegove primene.

Najuži raspon srednjih efektivnih koncentracija ispitivanih fungicida je kod izolata iz Čortanovaca. Najtoksičniji za rast micelije ovog izolata bio je trifloksistrobin ( $EC_{50} = 4,38 \mu\text{g/kg}$ ), a nešto manje tebukonazol ( $EC_{50} = 15,82 \mu\text{g/kg}$ ). Skoro identičnu toksičnost za ovaj izolat ispoljili su iprodion ( $EC_{50} = 125,9 \mu\text{g/kg}$ ) i benomil ( $EC_{50} = 123,1$ ), što je ujedno i najveća ispoljena osetljivost na ova jedinjenja. Najmanje toksičan za ovaj izolat bio je pirimetanil ( $EC_{50} = 150,7 \mu\text{g/kg}$ ). Najmanju relativnu osetljivost izolat iz Čortanovaca ispoljio je na trifloksistrobin ( $1,11$ ). Regresioni koeficijenti ovog izolata za iprodion ( $1,65$ ) i benomil ( $1,68$ ) su takođe veoma slični. Nešto veća vrednost koeficijenta  $b$  je kod tebukonazola ( $b = 1,76$ ), a najveća kod pirimetanila ( $b = 2,00$ ).

Raspon vrednosti srednjih efektivnih koncentracija najširi je kod izolata sa Radmilovca. Ovaj izolat ispoljio je najmanju osetljivost na trifloksistrobin ( $9,2 \mu\text{g/kg}$ ) i benomil ( $901,51 \mu\text{g/kg}$ ), u odnosu na ostale ispitivane izolate. Benomil i trifloksistrobin pripadaju različitim hemijskim grupama sa različitim mehanizmom delovanja i smanjena osetljivost ovog izolata na ova jedinjenja nije posledica ukrštene rezistentnosti, već primene ovih fungicida na tom lokalitetu.

Trifloksistrobin je bio najtoksičniji i za miceliju izolata iz Družetića ( $EC_{50} = 4,2 \mu\text{g/kg}$ ), dok je najmanju toksičnost ispoljio benomil ( $EC_{50} = 222,6 \mu\text{g/kg}$ ). Vrednosti regresionih koeficijenata  $b$  ispitivanih fungicida nalaze se u najužem opsegu ( $1,51-1,81$ ), u odnosu na ostale ispitivane izolate.

Izolat iz Miokusa ispoljio je najveću osetljivost na trifloksistrobin ( $EC_{50} = 6,9 \mu\text{g/kg}$ ), dok je najveća vrednost  $EC_{50}$  za ovaj izolat kod benomila ( $716,8 \mu\text{g/kg}$ ). U pogledu relativne osetljivosti, ovaj izolat ispoljio je veoma značajne razlike. Vrednost koeficijenta  $b$  ( $2,28$ ), predstavlja i najveću vrednost za koeficijent regresije,

uzimajući u obzir sve ispitivane izolate i sve korišćene fungicide.

Izolat iz Vinče karakteriše se najmanjom osetljivošću na iprodion ( $EC_{50}=301,4 \mu\text{g/kg}$ ) i tebukonazol ( $EC_{50}=41,8 \mu\text{g/kg}$ ). S obzirom da se radi o dve različite grupe fungicida, sa različitim mehanizmom delovanja, ovu činjenicu ne dovodimo u vezu sa unakrsnom rezistentnošću. U pogledu relativne osetljivosti ističe se veoma mala vrednost koeficijenta  $b$  za iprodion ( $b=1,05$ ), što je i najmanja vrednost za koeficijent regresije, uzimajući u obzir sve ispitivane izolate i sva korišćena jedinjenja.

## LITERATURA

- Dekker, J:** 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, 1995, pp. 23-38.
- Elmer, P.A.G. and Gaunt, R.E:** The biological characteristics of dicarboximide resistant isolates of *Monilinia fructicola* from New Zealand stone fruit orchards. Plant Pathology, 43: 130-137, 1994.
- EPPO/OEPP:** First report of *Monilinia fructicola* in France. EPPO Reporting Service, 003, 2002.
- EPPO/OEPP:** *Monilinia fructicola* found in Austria. EPPO Reporting Service, 170, 2002.
- Finney, M.A:** Probit analysis – A statistical treatment of the sigmoid response curve. University Press, 2nd edition, Cambridge, UK, 1964.
- Gouot, J.M:** Characteristics and Population Dynamics of *Botrytis cinerea* and Other Pathogens Resistant to Dicarboximides. In: Fungicide Resistant in North America. (Ed. Delp, C.J.), The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 1994, pp. 53-55.
- Jones, A.L. and Ehbret, G.R:** Isolation and characterisation of benomyl-tolerant strains of *Monilinia fructicola*. Plant Disease Reporter, 60(9): 765-769, 1976.
- Lakić, N. i Vukša, P:** Model probit analize u toksikološkim eksperimentima sa gljivicama. Pesticidi, 6: 185-190, 1991.
- Leroux, P. and Gredt, M:** Etude de l' action in vitro des fungicides, methode de l'incorporation ou milieu. Laboratoire de Phytopharmacie-CNRA-Versailles, 1-10, 1972.
- Locher, P. and Lorentz, G:** Methods for monitoring the sensitivity of *Botrytis cinerea* to dicarboximide fungicides. In: FRAC Methods for Monitoring Fungicide Resistance. EPPO Bull., 21: 341-345, 1991.
- Michailidis, T.J., Ogawa, J.M. and Opgenorth, D.C:** Shift of *Monilinia* spp. and Distribution of Isolates Sensitive and Resistant to Benomyl in California Prune and Apricot Orchards. Plant Disease, 71(10): 893-896, 1987.
- Mitić, N:** Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji i Crnoj Gori. Petnaesto izmenjeno i dopunjeno izdanje. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 2004.
- Ogawa M.J., Zebr, J.E., Bird, W.G., Ritchie, F.D., Uriu, K. and Uyemoto, K:** Compendium of Stone Fruit Disease. American Phytopathological Society, 1995, pp. 7-10.
- Ogawa, J.M., Manji, B.T., and Bose, E.A:** Detection of benomyl resistant *Monilinia laxa* on apricot. Phytopathology, 71: 893, 1981.
- Ogawa, J.M., Manji, B.T., Bostok, V.M.C. and Bose, E.A:** Detection and Characterisation of Benomyl – Resistant *Monilinia laxa* on apricots. Plant Disease, 68(1): 29-31, 1984.
- Ritchie, D.F:** Mycelial Growth, Peach Fruit-Rotting Capability, and Sporulation of Strains of *Monilinia fructicola* Resistant to Dichloran, Iprodione, Procymidone, and Vinclozolin. Phytopathology, 73(1): 44-47, 1983.
- Tate, K.G., Ogawa, J.M., Manji, B.T. and Elaine Bose:** Survey for Benomyl tolerant isolates of *Monilinia fructicola* and *Monilinia laxa* in stone fruit orchards of California. Plant Disease Reporter, 58(7): 663-665, 1976.
- Tomlin, C.D.S:** The e-Pesticide Manual. Version 3. Thirteenth Edition, 2004.
- Vučinić, Z:** Monilioze voćaka. Zaštita bilja, 45(207): 5-17, 1994.
- Wherrett, A.D., Sivasithamparam, K. and Kumar, S:** Detection of possible systemic fungicide resistance in Western Australian *Monilinia* populations. Phytopathology, 91: S95, 2001.
- Zebr, E.I. and Luszcz, L.A:** Reduced Sensitivity in *Monilinia fructicola* to Propiconazole Following Prolonged Exposure in Peach Orchards. Plant Disease, 83(10): 913-916, 1994.

# Sensitivity of *Monilinia laxa* (Ader. & Ruhl.) to Fungicides Having Different Modes of Action

## SUMMARY

Sensitivity of five *M. laxa* isolates from mummified plum fruits to benomyl, iprodione, trifloxystrobin, tebuconazole and pyrimethanil was tested. Mycellia growth inhibition on growth medium was monitored and susceptibility parameters were determined using probit analysis. The EC<sub>50</sub> values for benomyl were the highest, ranging from 123.1 to 901.5 µg/kg, followed by iprodione (125.9-301.4 µg/kg), trifloxystrobin (4.2-9.2 µg/kg), tebuconazole (14.2-41.8 µg/kg) and pyrimethanil (148.0-190.8 µg/kg). Natural *M. laxa* populations medium resistant to benomyl were established. The isolates tested showed a normal sensitivity to iprodione, trifloxystrobin, tebuconazole and pyrimethanil.

**Keywords:** *M. laxa*; Sensitivity; Resistance; Fungicides