

FUNGISTATI NI U INEK IZBRANIH HERBICIDOV IN FUNGICIDOV NA ENTOMOPATOGENO GLIVO *Beauveria bassiana*

Franci Aco CELAR¹, Katarina KOS²

^{1,2} Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

IZVLE EK

V *in vitro* pogojih smo preu evali fungistati ne u inke štirih herbicidov (metribuzin, flurokloridon, pendimetalin, prosulfokarb) in šestih fungicidov (propineb, klorotalonil, bakrov hidroksid, mankozeb, metiram, fluazinam) na rast micelija entomopatogene glive *Beauveria bassiana* (ATCC 74040). Preu evana fitofarmacevtska sredstva (FFS) se pogosto uporabljajo v pridelavi krompirja. Fugistati ne u inke izbranih herbicidov in fungicidov na rast micelija smo ocenjevali v laboratorijskih razmerah pri razli nih koncentracijah: 100, 75, 50, 25, 12,5 in 6,25 % priporo enega poljskega odmerka, na PDA agarnih ploš ah pri 20 °C. Glede na inhibicijo rasti micelija smo po toksikoloških testih preu evana FFS razvrstili v štiri razrede: 1 = neškodljiv (<25 % inhibicija), 2 = malo škodljiv (25 – 35 %), 3 = zmerno škodljiv (36 – 50 %), 4 = škodljiv (>50 %). Vsa preu evana FFS so imela fungistati en u inek na glivo *B. bassiana* v odvisnosti od njihove koncentracije v mediju. Raziskava je pokazala, da je gliva *B. bassiana* zelo ob utljiva na vse preizkušane herbicide, posebej pri priporo enih poljskih koncentracijah, pa tudi pri manjših odmerkih. Vsi preizkušani herbicidi in fungicidi (razen klorotalonila pri 50 % odmerku) so imeli pri 100, 75 in 50 % odmerku izrazit fungistati en u inek (inhibicija rasti >50 %, inhibicijski razred 4). Poleg laboratorijskih testov s FFS bi morali izvajati vzporedne poskuse na pridelovalnih površinah, da bi dejansko izvednotili njihov ekološki vpliv na entomopatogeno glivo *B. bassiana*.

Klju ne besede: *Beauveria bassiana*, herbicidi, fungicidi, inhibicija, rast micelija

ABSTRACT

THE FUNGISTATIC EFFECT OF SELECTED HERBICIDES AND FUNGICIDES ON THE ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS *Beauveria bassiana*

The *in vitro* fungistatic effect of four herbicides (metribuzin, flurochloridone, pendimethalin, prosulfocarb) and six fungicides (propineb, chlorothalonil, copper hydroxide, mancozeb, metiram, fluazinam) on mycelial growth of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (ATCC 74040). Tested pesticides are frequently used in potato crop production. Fungistatic effects of selected herbicides and fungicides on mycelial growth were evaluated at different concentrations: 100, 75, 50, 25, 12.5, 6.25 and 0% of recommended field application rate on PDA agar plates at 20°C under laboratory conditions. The pesticides tested were classified in 1-4 scoring categories based on reduction in mycelial growth: 1 = harmless (<25% reduction), 2 = slightly harmful (25-35%), 3 = moderately harmful (36-50%), 4 = harmful (>50%) in toxicity tests. All pesticides tested had fungistatic effect to *B. bassiana* at varying intensities depending on their concentrations in medium. The present study showed that *B. bassiana* was very sensitive to the herbicides tested, particularly at recommended as well as lower field dosage. All herbicides and fungicides (except of chlorothalonil at 50% dosage rate) tested at 100, 75 and 50% dosage rate showed strong fungistatic effect (inhibition of

¹ izr. prof. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: franc.celar@bf.uni-lj.si

² asist. dr., prav tam

growth >50%; inhibition class 4). However, extensive field studies complemented by parallel laboratory experiments should consider assessing the interaction between selective herbicides and entomopathogenic *B. bassiana* isolates to evaluate their ecological impact in cropped environments.

Key words: *Beauveria bassiana*, herbicides, fungicides, inhibition, mycelial growth

1 UVOD

Številne entomopatogene glive imajo pomembno vlogo pri naravnem oziroma bioti nem uravnavanju populacij številnih vrst žuželk in pršic (Keller, 1991). Najbolj znana in preu evana entomopatogena gliva je *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., ki se povsod po svetu uporablja v številnih komercialnih bioti njih pripravkih, mikroinsekticidih in mikoakaricidih (Inglis *et al.*, 2001). Od vseh 171 mikroinsekticidov in mikoakaricidov, ki so jih razvili od leta 1960 do 2007, jih je kar 33,9 % na podlagi entomopatogene glive *B. bassiana* (Faria in Wraight, 2007).

V tleh na entomopatogene glive vplivajo številni talni organizmi, fizikalni in kemi ni dejavniki tal ter seveda agrokemikalije, ki jih lovek pogosto uporablja v kmetijski pridelavi. Poleg tega na njihovo raznovrstnost in zastopanost vplivajo tudi rastlinske vrste v kolobarju, agrotehni ni ukrepi, intenzivnost obdelave tal ter gnojenje z mineralnimi in organskimi gnojili (Shaparov in Kalvish, 1984; Groden in Lockwood, 1991; Hummel *et al.*, 2002; Klingen in Haukeland, 2006).

Kemi na fitofarmaceutvska sredstva (FFS) so antropogen okoljski dejavnik, ki sinergisti no oziroma antagonisti no deluje tako na škodljivce kot njihove patogene (entomopatogene glive) in posledi no na njihovo u inkovitost (Benz, 1987). S pravilno odbiro FFS se lahko mo no zmanjša njihovo škodljivo delovanje na entomopatogene glive (Luz *et al.*, 2007; Sterk *et al.*, 1999).

Redna uporaba številnih herbicidov v kmetijski pridelavi pogosto privede do njihove akumulacije v tleh in se posledi no izraža v (ne)u inkovitosti vnesene entomopatogene glive *B. bassiana*. Da bi lahko vklju ili bioti ne pripravke na podlagi glive *B. bassiana* v integrirano varstvo rastlin, moramo predhodno poznati njeno kompatibilnost s kemi nimi FFS, med katerimi so tudi herbicidi (Ambethgar *et al.*, 2009).

Pri razvoju novih u inkovin (aktivnih snovi) FFS in pri ponovni registraciji starih, je v Evropski skupnosti vedno bolj pomembno preizkušanje ne-ciljnega delovanja FFS na koristne organizme. Pri mikrobioti njih agensih, kot so entomopatogene glive, se preizkuša dve stvari, in sicer stranski u inki FFS (predvsem fungicidov) na same agense in delovanje agensov na druge koristne organizme (Sterk *et al.*, 2003).

Zaradi kompleksnosti naravnega okolja, stroškov in trajanja poljskih poskusov, je potrebno prve tipalne poskuse opraviti *in vitro* v laboratoriju, kjer lahko nadzorujemo vse dejavnike. Kljub temu dobljenih rezultatov ne moremo nekriti no neposredno prenašati v kmetijsko prakso. Izbrana FFS moramo obvezno preizkusiti tudi v poljskih razmerah *in vivo*, kjer dokon no potrdimo ali zavrremo ugotovitve laboratorijskih poskusov (Mietkiewski *et al.*, 1997; Moorhouse *et al.*, 1992).

V laboratorijskih in nekaterih poljskih poskusih so ugotovili, da so na splošno entomopatogene glive zelo ob utljive na nekatere herbicide (Ambethgar *et al.*, 2009; Gardner in Storey, 1985; Harrison in Gardner, 1992; Keller, 1986; Mietkiewski *et al.*, 1989; Poprawski in Majchrowicz, 1995; Todorova *et al.*, 1998; Wardle in Parkinson, 1992).

V naših predhodnih laboratorijskih poskusih smo ugotovili, da imajo nekateri preu evani herbicidi mo an inhibitoren u inek na rast micelija entomopatogene glive *B. bassiana*, celo ve ji kot fungicidi (Celar *et al.*, 2011). Zaradi tega smo raziskavo razširili na še nekatere

druge, pogosto uporabljane herbicide v slovenski kmetijski pridelavi in rezultati le-teh so prikazani v pri ujo em prispevku.

2 MATERIAL IN METODE

Testna metoda temelji na navodilih za testiranje stranskih u inkov FFS na glivo *B. bassiana* (Coremans-Pelseneer, 1994), s tem, da smo namesto konidijev uporabili koš ke micelija in jih dali na agarne ploš e z razli no vsebnostjo izbranih herbicidov (Todorova *et al.*, 1998). V poskusu smo uporabili štiri herbicide in šest fungicidov (preglednica 1).

Preglednica 1: Osnovni podatki o herbicidih in fungicidih uporabljenih v laboratorijskem preizkušanju.

Preparat	U inkovina	Delež %	Odmerek na ha	Poraba vode l/ha (priporo eno)	DT ₅₀ * (tipi no) IUPAC	PO* ml(g)/l	Proizvajalec
Boxer	prosulfokarb	80	5 L	300-400	11,9	5	Syngenta
Stomp 400 SC	pendimetalin	40	5 L	200-400	90	5	BASF SE
Sencor WG-70	metribuzin	70	1.5 kg	300-600	11,5	1,5	Bayer CS
Racer 25-EC	flurokloridon	25	4 L	300-600	53	4	Makhteshim Agan
Shirlan 500 SC	fluazinam	50	0,4 L	300-500	11	0,4	ISK Bioscience
Antracol WG 70	propineb	70	2,5 kg	400-600	3	2,5	Bayer CS
Champion 50 WG	bakrov hidroksid	50	2,5 kg	1000	10.000	2,5	Nufarm
Polyram DF	metiram	70	2 kg	1000	1	2	BASF SE
Bravo 500 SC	klorotalonil	50	3 L	1000	22	3	Syngenta
Dithane M-45	mankozeb	80	2,5	1000	0,1	2,5	Indofil Industries

* 100 % poljski odmerek v poskusu - koncentracija herbicida v gojiš u

Entomopatogeno glivo *B. bassiana* smo s standardno metodo red enja izolirali v isti kulturi na krompirjevem dekstroznem agarju (PDA - Merck) iz pripravka Naturalis® (INTRACHEM Bio Italia S.p.A.), ki ima dovoljenje za uporabo v R Sloveniji. Pripravek vsebuje izolat ATCC 74040 glive *B. bassiana*.

Tik pred strjevanjem smo v sterilno PDA gojiš e dodali razli ne koli ine izbranih herbicidov in fungicidov; 100 % hektarski odmerek, 75 %, 50 %, 25 %, 12,5 % in 6,25 %. Tako pripravljeno gojiš e smo razlili v sterilne petrijevke premera 90 mm, po 15 ml v vsako. Priporo ena poraba vode se za posamezne pripravke giblje med 200 in 1000 litri (povpre je za herbicide je okoli 300 l, za fungicide 800 l). V poskusu smo za pripravo herbicidnih /fungicidnih raztopin oziroma agarnih ploš porabo vode poenotili na 1000 litrov vode na hektar. Tako so bile za etne laboratorijske koncentracije v agarnih ploš ah v povpre ju nekajkrat manjše kot bi bile v dejanski škropilni brozgi. Npr., e je hektarski odmerek herbicida Boxer 5 litrov, je bila za etna oziroma maksimalna koncentracija herbicida v gojiš u 0,5 %. Kontrolno obravnavanje je bilo brez dodanega herbicida.

Na pripravljene agarne ploš e smo nacepili koš ke (\varnothing 5 mm) 14 dni stare kulture glive *B. bassiana* gojene na PDA gojiš u, v temi pri temperaturi 25 °C. Za vsako obravnavanje smo imeli pet ponovitev. Inokulirane agarne ploš e smo inkubirali v popolni temi, v rastni komori, pri 20 °C ter pri 60 % r.v.z. Površinske priraste micelija smo ugotavljali po 14 dneh s pomo jo analizatorja slike (Nikon NIS Elements BR 2.30). Za vsak pripravek in vsako koncentracijo smo izra unali odstotek inhibicije rasti micelija v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem. Odstotek inhibicije smo izra unali po naslednji formuli:

$$I(\%) = \frac{K - FFS}{K} \cdot 100$$

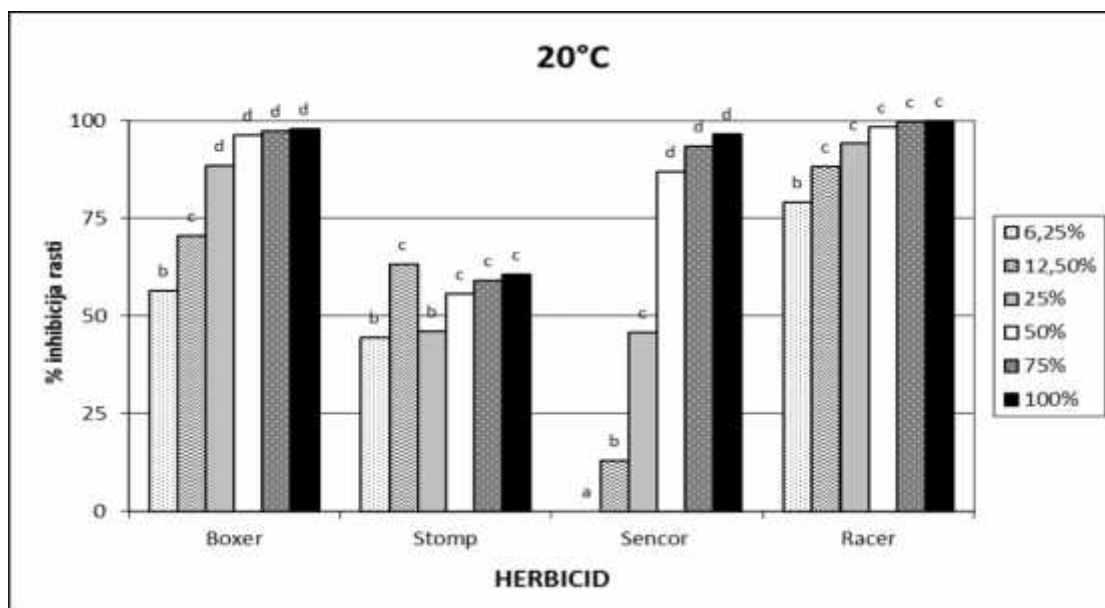
$I(\%)$ – odstotek inhibicije; K – površina micelija v kontrolnem obravnavanju; FFS – površina micelija v obravnavanju s fitofarmaceutskim sredstvom.

Glede na povpre en odstotek inhibicije smo posamezna obravnavanja razvrstili v štiri razrede: razred 1: neškodljiv (<25 %); razred 2: malo škodljiv (25-35 %); razred 3: zmerno škodljiv (36-50 %); in razred 4: škodljiv (>50 %) (Ambethgar *et al.*, 2009)). Dobljene rezultate smo statisti no izvednotili s pomo jo Student-Newman-Keuls testa pri 5 % tveganju (Statgraphics Plus Professional).

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Na sliki 1 so prikazani povpre ni relativni prirasti micelija glive na agarnih ploš ah, ki so vsebovale razli ne herbicide v šestih odmerkih. Vsi preu evani herbicidi so mo no zavirali rast micelija glive *B. bassiana*. Inhibicija rasti je bila odvisna tako od herbicida kot odmerka. Pri odmerkih, ki so ve ji od 50 %, imajo vsi herbicidi izrazito škodljiv u inek (inhibicija >50 %, razred 4), pri fluorokloridonu (Racer) in prosulfokarbu (Boxer) pa celo pri vseh odmerkih. Pripravka Boxer (prosulfokarb) in Sencor (metribuzin) sta pri višjih odmerkih skoraj popolnoma zavrla rast glive, pri pripravku Racer pa gliva niti ni rastla, kar kaže na fungicidni u inek fluorokloridona. Izmed vseh preizkušanih herbicidov je le pripravek Stomp pri vseh odmerkih nekoliko manj zaviral priraš anje glive *B. bassiana*, vendar je bila kljub temu inhibicija v povpre ju okoli 50 odstotna (slika1, preglednica 2). Vsi preu evani herbicidi so imeli tudi pri najnižjem odmerku mo an fungistati en u inek (inhibicija 44 – 79 %, inhibicijski razred 3 – 4). e si ogledamo uvrš enost posameznih obravnavanj po razredih škodljivosti (preglednica 2) ugotovimo, da so vsi herbicidi zelo škodljivi za glivo *B. bassiana* do 50 % za etnega odmerka (razred 4), Pri vseh herbicidih nismo ugotovili statisti no zna ilnih razlik v inhibiciji rasti micelija med odmerki, ki so ve ji ali enaki 50 % osnovnega oziroma priporo enega.

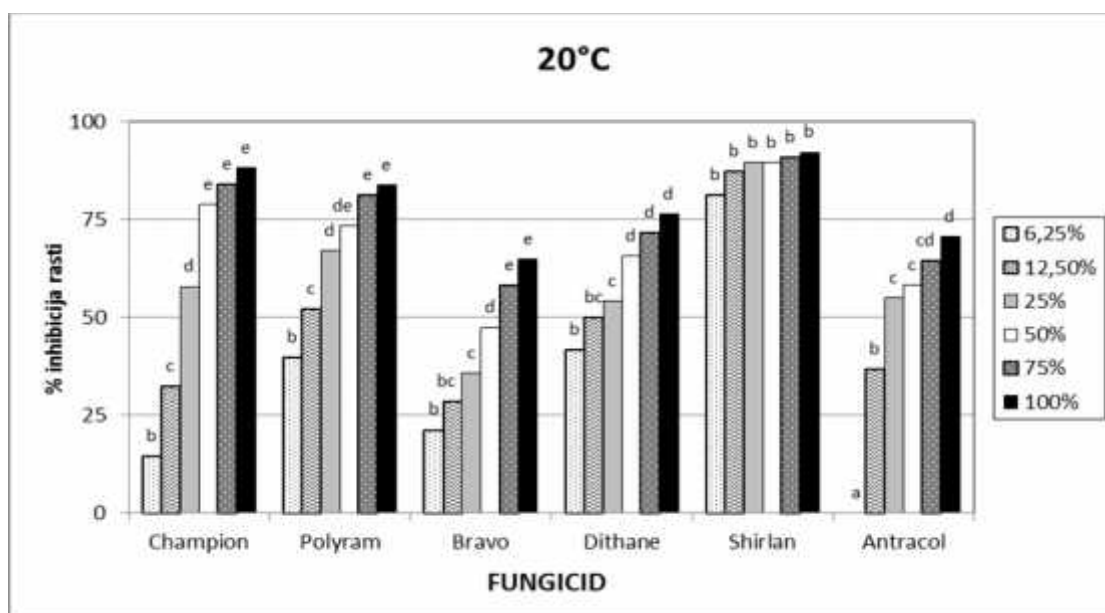
Za etni tako imenovani 100 % poljski odmerek oziroma koncentracija, je bila pri našem poskusu izra unana na predpostavki, da je poraba vode 1000 litrov na hektar. Iz preglednice 1 je razvidno, da je priporo ena poraba vode s strani proizvajalcev pri razli nih herbicidih 2 do 5-krat manjša (200 – 500 litrov) in zato je dejanska koncentracija škropilne brozge na polju za tolikokrat ve ja. Za to smo se odlo ili, da bi bile za etne, pa tudi zmanjšane koncentracije med razli nimi pripravki med seboj primerljive. Gliva *B. bassiana*, ki jo vdelamo v tla, ni nikoli izpostavljena osnovni koncentraciji pripravka, zato tudi naša najve ja koncentracija (100 %) herbicidov v agarnih ploš ah, dejansko pomeni le 20 do 50 % koncentracije v herbicidni škropilni brozgi (odvisno od herbicida), ki jo uporabljamo za tretiranje na polju. Na ta na in smo hoteli simulirati pogoje, ki nastanejo v tleh po aplikaciji herbicidov (delna vezava na glinene in humusne delce, mikrobioti na in kemi na razgradnja, izpiranje, razred evanje zaradi padavin ipd.). Poleg tega nas je zanimalo ali lahko zelo majhne koli ine ostankov herbicidov negativno vplivajo na entomopatogeno glivo *B. bassiana*. Slednje je zelo pomembno, ker bi lahko ostanki herbicidov, ki smo jih uporabili v predposevku, vplivali na u inkovitost pripravka na podlagi glive *B. bassiana*, uporabljenega v trenutnem posevku. Rezultati poskusa so potrdili, da je bila naša odlo itev pravilna, saj so imeli vsi preu evani herbicidi že pri zelo nizkih odmerkih izrazit fungistati en u inek.



Slika 1: Povpre na relativna inhibicija rasti micelijaja glive *B. bassiana* pri različnih herbicidih in koncentracijah v primerjavi s kontrolo izraženi v % (kontrola je 0 %) pri 20°C po 14 dneh (različne črke pomenijo statistično značilne razlike v priraščanju micelijaja pri različnih koncentracijah v okviru enega herbicida).

42

Podobno kot herbicidi so tudi fungicidi pri višjih odmerkih močno zavirali rast glive *B. bassiana* (inhibicija > 50%), pri nižjih pa se je fugalni in nekrotični zlagoma zmanjševal (slika 2). Shirlan je imel pri vseh preučevanih koncentracijah (6,25 – 100 %) enak in zelo zaviralen učinek. Pri vseh fungicidih in odmerkih, ki so bili večji ali enaki od 75 % priporočenega, ni bilo statističnih razlik v stopnji inhibicije (slika 2). Če si ogledamo uvrščeno posameznih obravnavanj po razredih škodljivosti ugotovimo, da so vsi fungicidi zelo škodljivi (razred 4) za glivo *B. bassiana* do vključno 25 % osnovnega odmerka, z izjemo klorotalonila (Bravo), ki pa je bil pri tem in 50 % odmerku uvrščen v 3. inhibicijski razred.



Slika 2: Povpre na relativna inhibicija rasti micelijaja glive *B. bassiana* pri različnih fungicidih in koncentracijah v primerjavi s kontrolo izraženi v % (kontrola je 0 %) pri 20°C po 14 dneh (različne črke pomenijo statistično značilne razlike v priraščanju micelijaja pri različnih koncentracijah v okviru enega fungicida).

Preglednica 2: Odstotek povprečne inhibicije rasti micelija glive *B. bassiana* pri različnih herbicidih in fungicidih ter koncentracijah v primerjavi s kontrolnim obravnavanjem pri 20 °C po 14 dneh ter razdelitev v posamezne razrede glede na obseg inhibicije.

Aktivna snov	Inhibicija ^R 100%	Inhibicija ^R 75%	Inhibicija ^R 50%	Inhibicija ^R 25%	Inhibicija ^R 12,5%	Inhibicija ^R 6,25%
metribuzin	96,55 ⁴	93,56 ⁴	86,87 ⁴	45,74 ³	13,12 ¹	-0,45 ¹
flurokloridon	100,00 ⁴	99,76 ⁴	98,42 ⁴	94,10 ⁴	88,28 ⁴	79,14 ⁴
pendimetalin	60,57 ⁴	59,07 ⁴	55,74 ⁴	45,98 ³	63,36 ⁴	44,48 ³
prosulfokarb	97,87 ⁴	97,50 ⁴	96,31 ⁴	88,50 ⁴	70,57 ⁴	56,59 ⁴
propineb	70,67 ⁴	64,52 ⁴	58,26 ⁴	55,00 ⁴	36,73 ³	-8,67 ¹
klortalonil	64,82 ⁴	58,13 ⁴	47,39 ³	35,66 ³	28,54 ²	21,28 ¹
bakreni hidroksid	88,09 ⁴	83,95 ⁴	78,85 ⁴	57,83 ⁴	32,53 ³	14,58 ¹
mankozeb	76,33 ⁴	71,58 ⁴	65,60 ⁴	54,04 ⁴	49,91 ³	41,63 ³
metiram	83,81 ⁴	81,35 ⁴	73,33 ⁴	66,94 ⁴	52,14 ⁴	39,79 ³
fluazinam	92,16 ⁴	90,81 ⁴	89,49 ⁴	89,52 ⁴	87,38 ⁴	81,23 ⁴

Legenda: R– razred inhibicije: 1. razred: neškodljiv (<25 %); 2. razred: malo škodljiv (25-35 %); 3. razred: zmerno škodljiv (36-50 %) in 4. razred: škodljiv (>50 %)

43

Klingen in Haukeland (2006) sta, po pregledu rezultatov številnih objavljenih raziskav ugotovila, da na entomopatogeno glivo *B. bassiana* najbolj negativno delujejo fungicidi, medtem ko imajo insekticidi in herbicidi fungistati eno uinko. Negativne učinke herbicidov, predvsem talnih, na rast in sporulacijo glive *B. bassiana*, je potrdilo več raziskovalcev (Ambethgar, 2009; Gardner in Storey, 1985; Harrison in Gardner, 1992; Mietkiewski *et al.*, 1989; Poprawski in Majchrowicz, 1995; Todorova *et al.*, 1998; Wardle in Parkinson, 1992). V našem poskusu smo testirali herbicidne pripravke oziroma herbicidne učinkovine, ki jih drugi raziskovalci večinoma niso preizkušali.

Pred izvedbo poskusa smo pričakovali, da bodo fungicidi negativno vplivali na rast entomopatogene glive *B. bassiana*, kar je so potrdili tudi nekateri drugi raziskovalci (Sterk *et al.*, 2003). V našem poskusu se je izkazalo, da nekateri herbicidi delujejo še bolj fungistatično od preučevanih fungicidov, flurokloridon (Racer) celo fungicidno. Če glivo *B. bassiana* apliciramo v tla je herbicidom, predvsem talnim, močno izpostavljena. Ti herbicidi so formulirani tako, da se dobro vežejo na talne delce, kar onemogoča njihovo izpiranje. Poleg tega je njihova obstojnost in razpolovna doba (DT₅₀) daljša, s tem pa je povezano tudi dolgotrajnejše negativno delovanje na entomopatogeno glivo *B. bassiana*.

4 SKLEPI

Raziskava je pokazala, da je gliva *B. bassiana* zelo občutljiva na preizkušane herbicide in fungicide, posebej pri uporabi enih poljskih odmerkih, pa tudi pri manjših. Nekateri herbicidi so delovali celo bolj fungistatično od testiranih fungicidov. Pri hkratni uporabi biotičnih pripravkov na podlagi entomopatogene glive *B. bassiana* in herbicidov znajo slednji zmanjšati biotično učinkovitost glive, predvsem talni herbicidi, ki so v tleh obstojnejši in je njihova razpolovna doba daljša. Laboratorijski rezultati dobljeni s tipalnimi poskusi na agarnih ploščah (*in vitro*) imajo omejeno uporabno vrednost in jih ne moremo neposredno prenesti v poljske razmere. Zaradi tega je potrebno rezultate dobljene v laboratoriju preveriti tudi s poskusi na samih pridelovalnih površinah (*in situ*). Poleg tega na fungistatično delovanje pripravkov poleg aktivne snovi vpliva tudi formulacija pripravka (Morjan *et al.*, 2002), iz česar sledi, da rezultatov raziskav ne moremo posploševati oziroma prenašati na vse pripravke z isto aktivno snovjo.

5 ZAHVALA

Za finančno pomoč pri izvedbi raziskave se zahvaljujemo Upravi za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin v okviru Ministrstva za kmetijstvo in okolje. Zahvaljujemo se tudi podjetjem Karsia d.o.o., Bayer CropScience Slovenija in Syngenta Agro Slovenija za brezplačne vzorce herbicidnih in fungicidnih pripravkov uporabljenih v naši raziskavi.

6 LITERATURA

- Ambethgar, V., Swamiappan, M., Rabindra, R. J., Rabindran, R. 2009. Influence of some herbicides on in vitro vegetative growth of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Resistant Pest Management Newsletter* 19: 13-16.
- Benz, G. 1987. Environment. V: *Epizootiology of Insect Diseases* (ur. Fuxa, R. in Tanada, J.). Willey, New York: 177-214.
- Celar, F. A., Sekne, Š., Mesec, D., Kos, K. 2011. Uinek herbicidov in fungicidov na rast micelija entomopatogene glive *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. = Effect of selected herbicides and fungicides on mycelial growth of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. V: Maek, J., Trdan, S. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podstran, 1.-2. marec 2011. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia, 2011: 171-175.
- Coremans-Pelseneer, J., 1994. Laboratory tests on the entomopathogenic fungus *Beauveria*. *IOBC/WPRS Bull.* 1994/17/10: 147–154.
- Faria, M.R., Wraight, S.P., 2007. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A Comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control* 43, 237-256.
- Gardner, W. A., Storey, G. K. 1985. Sensitivity of *Beauveria bassiana* to selected herbicides. *J. Econ. Entomol.* 78: 1275-1279.
- Groden, E., Lockwood, J.L, 1991. Effects of soil fungistasis on *Beauveria bassiana* and its relationship to disease incidence in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, in Michigan and Rhode Island soils. *J. Invert. Path.* 57: 7-16.
- Harrison, R.D., Gardner, W.A. 1992. Fungistasis of *Beauveria bassiana* by selected herbicides in soil. *J. Entomol.* 27: 233-238.
- Hummel, R.L., Walgenbach, J.F., Barbercheck, M.E., Kennedy, G.G., Hoyt, G.D., Arellano, C. 2002. Effects of production practices on soil-borne entomopathogens in western North Carolina vegetable systems. *Environmental Entomology* 31: 84-91.
- Inglis, G.D., Goettel, M.S., Butt, T.M., Strasser, H. 2001. Use of Hyphomycetous Fungi for Managing Insect Pests. V: *Fungi as Biocontrol Agents – Progress, Problems and Potential* (ur. Butt, T.M., Jackson, C.W., Magan, N.). CABI Publishing, Wallingford: 23-69.
- Keller, S. 1986. Investigations on the effect of herbicides on aphid pathogenic Entomophthoraceae. V: *Ecology of Aphidophaga* (ur. Hodek, I.). Academia, Prague and Dordrecht: 493-497.
- Keller, S. 1991. Les maladies fongiques des ravageur et leur importance pratique. *Revue Suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 23: 299-310.
- Klingen, I., Haukeland, S., 2006. The soil as a reservoir for natural enemies of pest insects and mites with emphasis on fungi and nematodes. V: *An Ecological and Societal Approach to Biological Control* (ur. Eilenberg, J., Hokkanen, H.M.T.). Springer, Netherlands: 145–211.
- Luz, C., Bastos, N., Nunes, R. 2007. In vitro susceptibility to fungicides by invertebrate-pathogenic and saprobic fungi. *Mycopathologia* 164: 39-47.
- Mietkiewski, R.T., Pell, J.K, Clark, S.J. 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: field and laboratory comparisons. *Biocontr. Sci. Technol.* 7: 565–575.
- Mietkiewski, R., Sapiecha, A., Mietkiewska, Z. 1989. Growth of entomopathogenic fungi on a medium containing herbicides used in orcharding. *Acta Mycology* 25: 35-50.
- Moorhouse, E.R., Gillespie, A.T., Sellers, E.K., Charnley, A.K. 1992. Influence of fungicides and insecticides on the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae*, a pathogen of the vine weevil, *Othiorhynchus sulcatus*. *Biocontrol Science and Technology* 2: 49-58.
- Morjan, W.E., Pedigo, L.P., Levis, L.C. 2002. Fungicidal effects glyphosate and glyphosate formulations on four species of entomological fungi. *Environmental Entomology* 31: 1206-1212.
- Poprawski, T.J., Majchrowicz, I. 1995. Effects of herbicides on in vitro vegetative growth and sporulation of entomopathogenic fungi. *Crop Protection* 14: 81-87.

- Shaparov, V.M., Kalvish, T.K., 1984. Effects of soil fungistasis on zoopathogenic fungi. *Mycopathology* 85: 121-128.
- Sterk, G., Hassan, S.A., Baillod, M., Bakker, F., Bigler, F., Blumel, S., Bogenschutz, H., Boller, E., Bromand, B., Brun, J., Calis, J.N.M., Coremans-Pelseneer, J., Duso, C., Garrido, A., Grove, A., Heimbach, U., Hokkanen, H., Jacas, J., Lewis, G., Moreth, L., Polgar, L., Roversti, L., Samsoe-Peterson, L., Sauphanor, B., Schaub, L., Staubli, A., Tuset, J.J., Vainio, A., Van de Veire, M., Viggiani, G., Vinuela, E., Vogt, H. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *BioControl* 44: 99-117.
- Sterk, G., Heuts, F., Merck, N., Bock, J. 2003. Sensitivity of non-target arthropods and beneficial fungal species to chemical and biological plant protection products: Results of laboratory and semi-field trials. V: 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods, Honolulu, 14-18 januar 2002, USDA Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team: 306-313.
- Todorova, S.I., Coderre, D., Duchesne, R.M. and Côté, J.C. 1998. Compatibility of *Beauveria bassiana* with selected fungicides and herbicides. *Biological Control* 27: 427-433.
- Wardle, D.A., Parkinson, D. 1992. The influence of the herbicide glyphosate on interspecific interactions between four soil fungal species. *Mycol. Res.* 96: 180-186.