

## **INHIBITORJI RAZVOJA ŽUŽELK IN PROBLEMI Z REZISTENCO PROTI NJIM**

Stojan VRABL  
Visoka kmetijska šola Maribor

### **IZVLEČEK**

Insekticidi iz skupine benzoil sečnine so v okolju prijaznem varstvu zanimiva skupina, med katerimi je najdaljši čas v uporabi diflubenzuron, šele v zadnjih desetih letih pa mu je sledila vrsta novih pripravkov. V tujini so v nekaterih območjih ugotovili nastanek rezistence proti diflubenzuronu pri jabolčnem zavijaču in sadnem duplinarju. Tudi pri nas smo od leta 1989 dalje ugotavljali popuščanje učinkovitosti diflubenzurona pri sadnem listnem duplinarju v terenskih poskusih. Domnevo o rezistenci smo potrdili v eksaktnih poskusih na jablanovih drevesih v loncih. V nekaterih primerih gre za navzkrižno rezistenco proti vsem preizkušanim pripravkom omenjene skupine, drugod pa se kažejo razlike med posameznimi pripravki, kar dopušča domnevo, da navzkrižna rezistenca ni popolna.

### **ABSTRACT**

#### **THE INHIBITORS OF INSECT DEVELOPMENT AND PROBLEMS OF RESISTANCE AGAINST THEM**

Insecticides of benzoyl urea group play a major role in the integrated pest control; diflubenzuron is one of them that has been in use for the longest period, only in the last ten years a number of new plant protection products followed. In some fruit-growing regions abroad, resistance to diflubenzuron in the case of a codling moth and a leaf blister moth has been established. Since 1989 also in Slovenia the field trials shown a decrease in diflubenzuron efficiency in the case of the leaf blister moth. This assumption has been proved by carrying out experiments on apple trees grown in containers. In some cases cross-resistance to all plant protection products of this group was established, whereas in some other cases there were differences between individual products, from which it can be concluded that cross-resistance is only partial.

## U v o d

Že leta 1987 smo ob obisku sadjarskih obratov v severni Italiji izvedeli, da je v okolici Roviga uspeh zatiranja sadnega listnega duplinarja (*Leucoptera scitella*) z diflubenzuronom slab in že takrat so to pripisovali pojavu rezistence na diflubenzuron pri tem škodljivcu. Pozneje so to dokazali, o čemer poročata Grosscourt in Stoker (1991). Leta 1988 so ugotovili nezadovoljivo delovanje diflubenzurona proti jabolčnemu zavijaču (*Carpocapsa pomonella*) v jugovzhodni Franciji in so pozneje dokazali, da gre za rezistenco (Sauphanor *et al.*, 1994). Leta 1989 so se začele težave pri zatiranju jabolčnega zavijača na južnem Tirolskem. Tudi tamkaj je na določenih območjih diflubenzuron odpovedal. Pozneje se je izkazalo, da gre za rezistenco (Riedl in Zelger, 1994). Testi so pokazali, da je rezistenca navzkrižna in da zajema tudi teflubenzuron, verjetno pa tudi druge snovi iz skupine benzoil sečnine.

Skupine insekticidov benzoil sečnine ali bolj natančno benzoil fenil sečnine je postala zanimiva leta 1975, ko je bil dan v uporabo diflubenzuron. Ta je bil dolga leta edini zastopnik skupine in je bil tudi intenzivno uporabljan. Šele v zadnjih desetih letih so se mu pridružili sorodni pripravki na osnovi teflubenzurona, triflumurona, flufenoksurona, heksaflumurona in še nekateri. Skupna značilnost vseh je, da zavirajo oziroma blokirajo nastanek hitina pri levitvah žuželk. Izraženo je zlasti želodčno delovanje, posebej zanimivo pa je tudi ovicidno oziroma ovo-, larvicidno delovanje. V nekaterih zahodnoevropskih državah so diflubenzuron dolga leta intenzivno uporabljali v integriranem varstvu sadnega drevja in z njim škropili tudi do šestkrat v rastni dobi. Pripravki na tej osnovi so dajali zelo dobro učinkovitost, bili so tudi dovolj selektivni in perzistentni ter niso kazali neugodnih učinkov na koristne vrste pršic in žuželk.

Diflubenzuron se je tudi pri nas pojavil leta 1983 in se uveljavil za zatiranje sadnega listnega duplinarja, ki mu z drugimi pripravki nismo bili več kos. Pozneje se je razširil tudi za zatiranje jabolčnega zavijača.

V Mariboru smo že od leta 1986 bolj ali manj redno preizkušali delovanje diflubenzurona in tudi sorodnih pripravkov proti sadnemu listnemu duplinarju. Leta 1989 smo prvič ugotovili močan padec

učinkovitosti, pozneje pa se je to večkrat ponovilo. Da bi ugotovili, ali morebiti gre za pojav rezistence na diflubenzuron, smo poleg terenskih poskusov opravili tudi eksaktne poskuse na sadikah jablan v loncih, kjer smo lahko načrtovano naselili škodljivca in škropili proti jajčecem, katerih starost je bila znana.

## **M e t o d e d e l a**

1. Terenski poskusi: leta 1989 smo izvedli terenski poskus na sorti idared, na isti sorti pa smo opravili poskuse tudi leta 1993 in 1994. Nasade smo izbrali po tem, ko smo prej preverili število odloženih jajčec. Vse poskuse smo izvedli v štirih ponovitvah, za škropljenje smo uporabljali motorno škropilnico in škropili ročno s cevmi in škropilnimi palicami. Poraba vode je bila približno 1.200 l/ha. Rezultate smo izrednotili tako, da smo za vsak pripravek potrgali 100 do 300 listov z izvrtinami in v njih ugotovili število živih oziroma mrtvih goseničic. Smrtnost smo preračunali po obrazcu Schneider Orelli. Leta 1989 smo v Slovenski Bistrici poskus izvajali proti drugemu rodu duplinarja, leta 1993 v Prelogah pri Slovenski Bistrici proti prvemu rodu in leta 1994 spet proti drugemu rodu.
2. Eksaktni poskusi: opravljali smo jih na sadikah jablan sorte zlati delišes v loncih. Pripravke smo preizkušali tako, da smo posamezna drevesca ali samo posamezne veje obdali z mrežo iz tila in vanjo vložili večje število metuljkov, ki smo jih dobili iz bub v insektarijih. Po 48 do 120 urah smo metuljčke, ki so medtem odložili jajčeca, mehanično uničili. Na tak način smo škropili proti nekaj dni starim jajčecem, pri čemer smo upoštevali priporočila o koncentracijah uporabljenih pripravkov. Rezultate smo izrednotili po 6 tednih tako, da smo pri pripravkih in pri kontroli ugotovili smrtnost goseničic.

Leta 1989 smo uporabili metuljčke, ki so izvirali iz jablanovega nasada v Kamnici pri Mariboru, poskus pa smo delali proti prvemu rodu. Istega leta smo preizkušali pripravke tudi proti tretjemu rodu z metuljčki, ki so izhajali iz nasada v Slovenski Bistrici, kjer so pripravki iz skupine benzoil sečnine odpovedali. Za preizkušanje v letu 1993 smo uporabili metuljčke, katerih izvor je bil nasad v Prelogah pri Slovenski Bistrici, delali pa smo z drugim rodod, potem ko je v poljskem poskusu diflubenzuron proti prvemu rodu odpovedal. Leta 1994 so metuljčki izhajali iz nasada Pekre pri Mariboru, delali pa smo z drugim rodod. Šlo je torej za različne izvore metuljkov, za oba rodova in za različne zgodovine uporabe insekticidov proti sadnemu listnemu duplinarju oziroma proti jabolčnemu zavijaču.

**R e z u l t a t i****Leto 1989**

Preglednica 1: Rezultati preizkušanja insekticidov proti sadnemu listnemu duplinarju (*Leucoptera scitella*) v primerjavi s piretroidom - poskus v nasadu v Slovenski Bistrici. Škropljeno 12. 7. 1989, izrednoteno 11. 8. 1989 - drugi rod.

AKTIVNA SNOV:	S M R T N O S T V %				POVPREČNA SMRTNOST
	I	II	III	IV	
triflumuron	79,2	84,9	91,6	86,3	85,5
teflubenzuron	34,7	39,5	42,1	37,9	38,6
heksaflumuron	41,3	41,8	39,5	35,4	39,5
diflubenzuron	34,9	26,5	32,7	28,2	30,6
cipermetrin	92,3	89,5	97,1	94,7	93,4
kontrola	3,1	4,2	3,9	2,9	3,5

$$R_{0,05} = 7,365$$

Učinkovitost insekticidov skupine benzoil sečnine je v primerjavi s cipermetrinom dokaj nizka, zato smo domnevali, da gre za rezistenco, ki bi lahko bila navzkrižna, torej na vso skupino benzoil sečnine.

Preglednica 2: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju na jablanovih sadikah v loncih s pomočjo insektarija - tretji rod - izvor metuljkov Slovenska Bistrica.

Aktivna snov	maksimalna starost jajčec	smrtnost v kontroli	smrtnost v tretiranem nasadu
diflubenzuron	120 ur	14,2	8,2
tiflubenzuron	96 ur	10,2	13,7
teflubenzuron	120 ur	9,1	33,3
triflumuron	96 ur	3,8	39,7

Tudi v eksaktnem poskusu je bila učinkovitost insekticidov benzoil sečnine nizka in smo s tem potrdili to, kar se je kazalo že v

nasadu. Lahko sklepamo na pojav rezistence in kakor kaže, je ta navzkrižna.

Že pred tem smo z namenom, da bi preverili pravilnost metodike, preizkušali insekticide iz skupine benzoil sečnine proti prvemu rodu, vendar je bil izvor metuljčkov povsem drug.

Preglednica 3: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju na jablanovih drevesih v loncih - prvi rod - izvor metuljčkov: jablanov nasad Kamnica pri Mariboru

Aktivna snov	maksimalna starost jajčec	Število izvrtin na 100 listov v kontroli	Število izvrtin na 100 listov v tretiranem nasadu
teflubenzuron	140 ur	58	0
heksaflumuron	98 ur	109	0
triflumuron	14 dni	556	5,8

V tem poskusu, ki je bil opravljen prej, kažejo pri drugem izvoru metuljčkov pripravki skupine benzoil sečnine vsi dober učinek.

#### L e t o 1993

Preglednica 4: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju v primerjavi s piretroidom - poskus v nasadu v Prelogah pri Slovenski Bistrici - prvi rod. Škropljeno 6. 5. 93, izvrednoteno 9. 6. 93.

AKTIVNA SNOV:	S M R T N O S T V %				POVPREČNA SMRTNOST
	I	II	III	IV	
triflumuron	99,5	99,7	99,7	100	99,7
heksaflumuron	91,9	94,5	87,5	83,9	89,4
diflubenzuron	36,6	25,6	26,2	28,9	29,3
beta ciflutrin	98,9	100	99,7	99,7	99,4
kontrola	2,6	0	0	2,1	1,3

$R_{0,05} = 10,3$

Poskus na povsem novi lokaciji je pokazal slabo učinkovitost diflubenzurona, medtem ko sta druga dva insekticida iste skupine dala dober rezultat. Upravičena je domneva, da rezistenca ni navzkrižna.

Preglednica 5: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju na jablanovih drevescih v loncih - prvi rod - izvor metuljčkov iz istega nasada v Prelogah, kjer je bil opravljen poskus proti prvemu rodu

Aktivna snov	Smrtnost 2 do 5 dni starih jajčec
triflumuron	99,3
diflubenzuron	36,1
beta ciflutrin	100

Mikroposkus je potrdil, da gre pri diflubenzuronu za rezistenco, ki pa kot kaže, ni navzkrižna, saj je triflumuron dobro deloval.

#### L e t o 1994

Preglednica 6: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju v primerjavi s piretroidom - poskus v nasadu v Frankolovem - drugi rod. Škropljeno 12. 7. 1994, iz vrednoteno 9. 8. 94.

AKTIVNA SNOV:	S M R T N O S T V %				POVPREČNA SMRTNOST
	I	II	III	IV	
triflumuron	97,4	96,3	96,9	96,2	96,7
teflubenzuron	37,5	58,8	36,8	51,2	46,1
heksaflumuron	19,8	45,8	27,1	29,8	30,6
diflubenzuron	42,8	77,7	53,4	32,2	51,5
beta ciflutrin	98,4	99,9	88,7	98,6	96,4
kontrola	4,7	2,1	1,2	0,8	2,2

$R_{0,05} = 20,59$

Slika je dokaj pisana. Triflumuron je dobro učinkoval, medtem ko so drugi slabo. Heksaflumuron in teflubenzuron v tem nasadu še nikoli nista bila uporabljena. Lahko domnevamo, da navzkrižna rezistenca ni povsem izražena.

Preglednica 7: Rezultati preizkušanja insekticidov skupine benzoil sečnine proti sadnemu listnemu duplinarju na jablanovih drevesih v loncih - drugi rod - izvor metuljčkov nasad Pekre pri Mariboru.

Aktivna snov	maksimalna starost jajčec	smrtnost v % pri kontroli	smrtnost v % pri tretiranem nasadu
triflumuron	120 ur	4,2	95,8
heksaflumuron	72 ur		98,0
diflubenzuron	72 ur		60,0

Gre za čisto drug nasad, kjer je lastnik večkrat uporabljal diflubenzuron proti jabolčnemu zavijaču in sadnemu listnemu duplinarju. Očitno je, da gre za začetek rezistence pri diflubenzuronu, ki pa ni navzkrižna.

## R a z p r a v a

Rezistenca ali odpornost proti kemičnim sredstvom je pri žuželkah že dolgo znana. Ni kemične snovi, proti kateri žuželke ne bi bile sposobne razviti rezistence. V varstvu sadnega drevja je še posebej zanimiva rezistenca proti nekaterim pomembnim škodljivcem. Tako so prvič ugotovili rezistenco proti svinčevemu arzenatu pri jabolčnem zavijaču že leta 1928 v ZDA (Hough, 1928 - po Sauphanoru *et al.*, 1994). Pozneje se je rezistenca pojavljala proti vsem skupinam insekticidov. V ZDA so odpornost proti diflubenzuronu ugotovili že leta 1984 (Sauphanor *et al.*, 1994). O rezistenci proti diflubenzuronu pri sadnem listnem duplinarju smo prvič izvedeli na obisku v Italiji leta 1987, o čemer pa pozneje poročata Grosscourt in Stoker (1991). Ugotavljata, da je rezistenca znana že od leta 1985.

Če bi morda slab učinek diflubenzurona in sorodnih insekticidov iz skupine benzoil sečnine v jablanovih nasadih že bilo mogoče pripisati

drugim dejavnikom (slaba aplikacija, visoke temperature v juliju), pa so ti isti insekticidi pokazali slab učinek tudi v eksaktnih poskusih. Tukaj ni mogoče govoriti o slabi aplikaciji, pa tudi vpliv temperatur smo do neke mere preprečili z gojenjem jablanovih sadik v senci. Sicer pa smo enako slabe rezultate dosegali tudi proti prvemu rodu, ko so temperature v maju zmerne. Zato si slab učinek lahko razlagamo le z nastankom rezistence.

Seveda bi bilo treba opraviti še natančnejše laboratorijske teste, za katere pa nimamo možnosti. Odprto ostaja vprašanje navzkrižne rezistence, kajti poskusi kažejo, da le-ta sicer lahko obstaja, kar bi bilo v skladu s teorijo, pravtako pa iz poskusov izhaja, da navzkrižna rezistenca vsaj v začetku sploh ni nujna, ali pa vsaj ne zajema vseh insekticidov celotne skupine, za kar nimamo razlage.

Vsekakor pa pomeni pojav rezistence pri sadnem listnem duplinarju, da je treba temeljito razmisliti o strategiji zatiranja tega škodljivca in tudi drugih vrst metuljev v integriranem varstvu sadnega drevja. Namreč v takem načinu varstva je menjavanje različnih insekticidov različnih kemičnih skupin skoraj nemogoče, ker je predpisan izbor kemičnih sredstev sila ozek.

## **S k l e p**

Insekticidi na podlagi benzoil sečnine so zelo zanimiva skupina kemijsko sorodnih spojin, ki pri žuželkah blokirajo nastajanje hitina pri levitvah. Najstarejši med njimi - diflubenzuron je bil dolgo časa edini predstavnik skupine, ki so ga na široko uporabljali v varstvu sadnega drevja, zlasti jablan proti jabolčnemu zavijaču in sadnemu listnemu duplinarju. Šele v zadnjem desetletju so se diflubenzuronu priključile nove aktivne snovi. Pripravki na tej osnovi so učinkoviti, pri tem pa neškodljivi za koristne vrste.

Od leta 1989 ugotavljamo v terenskih poskusih v nekaterih nasadih slabo učinkovitost diflubenzurona, pa tudi nekaterih sorodnih pripravkov. Proti prejšnji učinkovitosti, ki je znašala preko 90% proti sadnemu listnemu duplinarju, se smrtnost v nekaterih nasadih giblje le med 10 in 60%.



Preizkušali smo učinkovitost diflubenzurona in drugih sorodnih insekticidov v eksaktnih poskusih na sadikah jablan v loncih, na katere smo nanесли metuljčke, ki so odložili jajčeca. Pri načrtnem tretiranju jajčec, pri katerih je bila znana starost, smo v mikroposkusih ugotovili, da v nekaterih nasadih resnično gre za rezistenco proti diflubenzuronu.

Ugotovili smo, da je rezistenca lahko navzkrižna in zajema tudi druge pripravke te skupine, kar bi ustrezalo teoriji, v nekaterih nasadih pa takšne navzkrižne rezistence nismo mogli dokazati, za kar nimamo tolmačenja. Eksaktni poskusi so tudi pokazali, da je lahko učinkovitost še vedno dobra, kadar metuljčki izvirajo iz nasadov, kjer so pripravke na tej podlagi malo uporabljali.

Pojav rezistence nalaga v integriranem varstvu temeljit razmislek o strategiji izbora kemičnih sredstev, še posebej insekticidov, katerih izbor je zaradi strogih kriterijev sila ozek.

## V i r i

- Grosscourt, A. C., Stoker, A. (1991): Resistance to diflubenzuron in insects.- Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 56, str. 1151 - 1159.
- Riedl, H. in Zelger, R. (1994): Erste Ergebnisse der Untersuchungen zur Resistenz des Apfelwicklers gegenüber Diflubenzuron.- Obstbau Weinbau, Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, Lana 31 (4), str. 107 - 109.
- Sauphanor, B., Benoit, M., Bouvier, J. C., Perron, G. Malezieux, S., Fremond, J. C. (1994): Un cas de resistance du carpocapse des pommes au diflubenzuron dans sud-est de la France. Phytoma, 458, str. 46 - 49.
- Vrabl, S.: Poročila o preizkušanju insekticidov proti sadnemu listnemu duplinarju za leto 1989, 1993 in 1994. Kmetijski zavod Maribor (neobjavljeno).