

**UGOTAVLJANJE IN OCENA VPLIVOV RAZLI NIH KMETIJSKO-  
PRIDELOVALNIH OBMO IJ NA POJAVLJANJE OSTANKOV  
FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V EBELJIH PRIDELKIH TER NJIHOV  
VPLIV NA RAZVOJ IN ZDRAVSTVENO STANJE EBEL**

Peter KOZMUS<sup>1</sup>, Andrej SIMON I<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

**IZVLE EK**

Na kmetijsko pridelovalnih obmo jih se za varstvo rastlin uporabljajo fitofarmacevtska sredstva (FFS), ki lahko onesnažijo cvetni prah kmetijskih in okoliških rastlin. Opraševalci zbirajo kontaminiran cvetni prah, ki lahko negativno vpliva na njihov razvoj in zdravstveno stanje. Vplivi so še zlasti opazni na ebeljih družinah. V triletni raziskavi smo ocenjevali kmetijske dejavnike, ki vplivajo na zdravstveno stanje in razvoj ebeljih družin. V okviru raziskave smo spremljali razvoj 90 ebeljih družin (glede spor *Nosema* spp. in virusov ABPV, SBV, DWV, BQCV) postavljenih na 30 lokacijah ter ugotavljali ostanke FFS v cvetnem prahu, pašnih ebelah in mrtvicah. Lokacije so bile razdeljene glede na tip prevladujo e kmetijske pridelave: a) intenzivno poljedelske lokacije (10 lokacij); b) intenzivno vinogradniške lokacije (4 lokacije); c) intenzivno sadjarske lokacije (6 lokacij) in d) lokacije z ekstenzivno kmetijsko pridelavo (10 lokacij). Z uporabo GC/MS in LC/MS/MS smo v letu 2009 analizirali 50 vzorcev cvetnega prahu na vsebnost 880 kemijskih spojin, v letu 2010 in 2011 pa 50 vzorcev cvetnega prahu na vsebnost 713 kemijskih spojin. V letu 2009 smo ostanke FFS v cvetnem prahu ugotovili na 12 lokacijah (40,0 %), v letu 2010 na 4 (13,3 %), v letu 2011 pa na 3 lokacijah (10 %). V letu 2009 smo ugotovili 15 razli nih kemijskih spojin, v letu 2010 zgolj 2, v letu 2011 pa 5. Koncentracije ugotovljenih kemijskih spojin so bile od 0,011 mg/kg do 76,0 mg/kg. Najve razli nih kemijskih spojin smo ugotovili na sadjarskih (12) in vinogradniških lokacijah (8). Glavnina ugotovljenih kemijskih spojin je pripadala skupini fungicidov (69 %). Aktivne spojine iz skupine insekticidov (klorpirifos–etil, metoksifenzid in tiakloprid) so bile ugotovljene na šestih preiskovanih lokacijah.

**Klju ne besede:** cvetni prah, ebele, fitofarmacevtska sredstva, pesticidi

**ABSTRACT**

**ESTIMATING THE INFLUENCE OF DIFFERENT AGRICULTURAL PRODUCTION AREAS  
ON THE APPEARANCE OF PESTICIDE RESIDUES IN THE BEE PRODUCTS AND THEIR  
INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT AND HEALTH OF HONEY BEES**

Plant protection in agricultural areas is performed using pesticides which could contaminate pollen of agricultural plants and that of plants in the surroundings. Pollinators collect contaminated pollen which may have negative impact on their development and health. The consequences are easily seen on honey bees. In a three-year investigation we estimated agricultural factors influencing honey bee health and colony development. In the investigation we monitored 90 honey bee (*Apis mellifera carnica*) colonies situated on 30 different

<sup>1</sup> dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

<sup>2</sup> doc. dr., prav tam

locations for the presence of *Nosema* spp. and viruses (ABPV, SBV, DWV, BQCV) in the workers and for pesticide residues in pollen, old workers and dead bees. The locations were grouped with regard to the main agricultural production practice: a) intensive field production (10 locations); b) intensive viticulture production (4 locations); c) intensive fruit growing (6 locations); d) extensive agricultural production (10 locations). By means of GC/MS and LC/MS/MS, 50 pollen samples were analyzed for 880 chemicals in 2009 and 50 samples for 713 chemicals in 2010 and 2011. In 2009, residues were found in the pollen samples from 12 locations (40%), in 2010 they were found in those from 4 locations (13.3%) and in 2011 in those from 3 locations (10%). Fifteen different residues in pollen were found in 2009, only 2 of them in 2010 and 5 in 2011. Residues found in the pollen samples ranged from 0.011 mg/kg to 76.0 mg/kg. The highest number of residues (12) was found in the pollen from fruit growing and vineyard locations (8). The majority of the residues belonged to the fungicide group (69%). Insecticide residues (chlorpyrifos-ethyl, methoxifenocide and thiacloprid) were found in the pollen samples from six locations.

**Key words:** plant protection products, pollen, honey bees, pesticides

## 1 UVOD

V Sloveniji sta čebelarstvo in rastlinska pridelava tradicionalno dobro povezani dejavnosti, ki sta se pogosto izvajali na istih gospodarstvih. S specializacijo kmetijstva sta se dejavnosti ločili, soodvisnost med obema panogama pa ostaja, saj je rastlinska pridelava odvisna od dejavnosti oprasovalcev, med katerimi so najpomembnejše čebele, čebelarstvo pa je odvisno od kmetijske krajine, ki čebelarom nudi pašo.

34 V letu 2008 je bilo v Sloveniji ugotovljeno obsežnejše propadanje čebeljih družin. Ob številnih možnih vzrokih (bolezni in zajedavci, spremenjena kmetijska praksa in nova sredstva za varstvo rastlin, podnebne spremembe, ...) ni bilo ugotovljeno, ali je bilo propadanje čebeljih družin predvsem posledica enega od njih, ali je šlo za kombinacijo več dejavnikov. Pri tem je ostala nepojasnjena tudi vloga intenzivnega kmetijstva, ki lahko vpliva na čebele tako prek setvene strukture in z njo povezane čebelje pašne, kot tudi prek rabe fitofarmaceutskih sredstev. Pojavile so se akutne zastrupitve pašnih čebel v bližini intenzivno obdelanih polj ter propadanja čebeljih družin na območjih z ekstenzivnimi kmetovanji. Po opravljenem pregledu zastrupitev in zbranimi podatki o propadanju čebeljih družin je bilo ugotovljeno, da je v prostoru prišlo do sočasne pojave različnih dejavnikov, ki so lahko prispevali k odmiranju in zastrupitvam čebeljih družin:

- uvajanja rabe sistematičnih insekticidov, ki prehajajo v rastlinske sokove, nektar in cvetni prah,
- širjenja energetskih rastlin (oljna ogršica), ki v veliki meri obsegu privablja čebele na območja z najintenzivnejšim kmetovanjem in
- spreminjanja podnebja, ki se kaže v daljših brezpašnih obdobjih tako v pomladanskem kot v poletnem času in lahko tudi vpliva na razvoj in širjenje čebeljih zajedavcev ter bolezni (*Varoa destructor*, *Nosema ceranae*, različni virusi).

Zaradi sočasne pojave več dejavnikov ni bilo znano, kakšno vlogo ima pri propadanju intenzivno kmetovanje. Z namenom, da bi ugotovili kolikšna je ta vloga smo vzpostavili monitoring čebeljih družin na 30 lokacijah z različno kmetijsko rabo (intenzivno sadjarstvo, intenzivno poljedelstvo, intenzivno vinogradništvo in ekstenzivno kmetijstvo). Na teh lokacijah smo v letu 2009 in 2010 spremljali kmetijsko dejavnost ter stanje čebeljih družin, zbirali in analizirali ostanke fitofarmaceutskih sredstev v cvetnem prahu in v čebelah ter izvedli palinološke preiskave cvetnega prahu.

## 2 MATERIAL IN METODE

V raziskavo je bilo vklju enih 90 ebeljih družin na 30 lokacijah a) intenzivne poljedelske lokacije (10 lokacij); b) intenzivne vinogradniške lokacije (4 lokacije); c) intenzivne sadjarske lokacije (6 lokacij) in d) lokacije z ekstenzivno kmetijsko pridelavo (10 lokacij). Na teh lokacijah smo spremljali razvoj in zdravstveno stanje ebeljih družin, poleg tega pa smo vzor ili cvetni prah, ki smo ga kemijsko in palinološko analizirali. Zbrane vzorce smo do za etka analiz shranjevali v hladilnici na  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### 2.1 Zbiranje cvetnega prahu

Cvetni prah smo vzor ili od 30. aprila do 6. avgusta. Skupaj smo v letih od 2009 do 2012 zbrali 152 vzorcev cvetnega prahu. Cvetni prah smo vzor ili v plasti ne posode, ki so bile z vidika kontaminacije ustrezne. Zbrane vzorce smo do prispetja do hladilnice prenašali v hladilni torbi. Zbrani vzorci so bili pregledani glede ostankov FFS ter rastlinske sestave.

### 2.2 Palinološka analiza

Vsak vzorec cvetnega prahu smo razdelili na ve podvzorcev, ki so tehtali 2 – 3 g. Nato smo posamezne podvzorce prelili z destilirano vodo in pustili, da se je cvetni prah homogeniziral. Nato smo raztopino ob mešanju, s pipeto prenesli na objektno steklo in dolo ili ter prešteli pelodna zrna. Število najdenih pelodnih zrn smo nato prera unali v odstotke glede na posamezno vrsto rastlin. Pri rastlinskih vrstah, ki jih s pelodno analizo težje dolo imo, smo podali odstotek družine ali poddružine rastlin.

### 2.3 Kemijska analiza

V analizi smo uporabili 20 g zbranega cvetnega prahu, ki smo ga z uporabo GC/MS in LC/MS/MS v letu 2009 analizirali na vsebnost 880 kemijskih spojin, v letu 2010 in 2012 pa na vsebnost 713 kemijskih spojin. V letu 2009 in 2011 smo analizirali 50 vzorcev cvetnega prahu v letu 2010 pa 52.

## 3 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 3.1 Kemijske analize cvetnega prahu

V letu 2009 smo ostanke pesticidov zasledili v vzorcih cvetnega prahu iz 12 lokacij, v letu 2010 iz 4-ih lokacij in v letu 2011 v vzorcih iz treh lokacij. Skupaj je bilo ugotovljenih 15 razli nih ostankov FFS v vzorcih iz leta 2009, 2 iz leta 2010 in 5 iz leta 2011. Koli ina ugotovljenih ostankov v vzorcih cvetnega prahu je nihala med 0,001 mg/kg do 76 mg/kg. Najve aktivnih snovi je bilo najdenih na sadjarskih (12) in vinogradniških lokacijah (8). Ostanke so v glavnini primerov izhajali iz skupine fungicidov (69 %). Ostanke insekticidov (klorpirifos-etil, metoksifenoimid in tiakloprid) so bili ugotovljeni v vzorcih cvetnega prahu iz osmih lokacij. Po analizi smo ugotovili, da je do kontaminacije cvetnega prahu v ve ini primerov prišlo zaradi zanosa škropilne brozge iz ciljnega posevka/nasada na cveto o podrast ali na okoliške cveto e rastline (preglednica 1).

Preglednica 1: Seznam lokacij na katerih so bili zbrani kontaminirani vzorci cvetnega prahu ter ugotovljen na in kontaminacije vzorcev cvetnega prahu. (P-poljedelstvo; S-sadjarstvo; V-vinogradništvo; E-ekstenzivno kmetijstvo)

Table 1: List of locations where contaminated pollen were collected, and the type of pollen contamination with PPP.

lokacija	tip l.	ugotovljena akt. snov (mg/kg)	uporabljeno sredstvo	tip sredstva	na in kontaminacije
PONIKVA	P	metoksifenozid 0,43	Runner 240 sc	insekticid	endodrift
		kaptan 76,00	Merpan 50 wp	fungicid	endodrift in/ali eksodrift
		Tiakloprid 0,029	Calypso sc 480	insekticid	
RAKI AN	P	Tiakloprid 0,002	Biscaya	insekticid	škropljenje v cvet
		Terbutilazin 0,001	Lumax ali Primextra gold	herbicid	eksodrift
		Heksitiazoks 0,001	Nissorun	akaricid	eksodrift
		s-metolaklor 0,029	Dual gold, Lumax Primextra tz gold	herbicid,	eksodrift
VIRŠTANJ	V	folpet 2,1	Fantic f wg, Melody combi wp, Mikal flash	fungicid	nabiranje cvetnega prahu na vinski trti in /ali endodrift
		klortalonil 0,094	Bravo 500 sc	fungicid	
		spiroksamin 0,011	Falcon ec 460	fungicid	
		Folpet 0,04	Glej zgoraj.	fungicid	endodrift
JERUZALEM	V	dimetomorf	Forum star	fungicid	endodrift
		folpet			
		ciprodinil	Switch 62,5 wg	fungicid	
		iprovalikarb	Melody duo wp 66,8	fungicid	
		kaptan	Merpan 50 wp	fungicid	
		klorpirifos-etil 0,023	Pyrinex 25 cs	insekticid	
JAKOBSKI DOL	V	dimetomorf 0,09	Forum star	fungicid	endodrift
		iprovalikarb 0,078	Melody duo wp 66,8	fungicid	
LUKOVICA	S	flukvinkonazol 0,088	Clarinet	fungicid	endodrift
		pirimetanil 0,25			
		klorpirifos-etil 0,98	Pyrinex 25 cs	insekticid	
		Kaptan 0,09	Merpan 50 wp	fungicid	
RESJE	S	kaptan 0,19	Merpan 50 wp	fungicid	endodrift in/ali eksodrift
		klorpirifos-eti 0,18	Pyrinex 25 cs	insekticid	
		Ciprodinil 0,05	Chorus 50 WG Switch 62,5 WG	fungicid	endodrift
		Pirimetanil 0,01	Clarinet, Mythos, Pyrus 400 SC	fungicid	endodrift
HO E	S	dimetomorf 0,019	Forum star	fungicid	endodrift in/ali eksodrift
		folpet 0,073			
		spiroksamin 0,033	Falcon ec 460	fungicid	eksodrift
		tebukonazol 0,068			
		triadimenol 0,038			
		pirimetanil 0,039	Mythos	fungicid	endodrift in/ali eksodrift
		klorpirifos-etil 0,15	Pyrinex 25 cs	insekticid	
Terbutilazin 0,001	Lumax ali primextra gold	herbicid	eksodrift		
VALBURGA	S	metolaklor 0,022	Dual gold 960 ec Lumax, Primextra tz gold 500 sc	herbicid,	eksodrift pri škropljenju koruze na travnik
NOVA GORICA	V	dimetomorf 0,032	Forum star	fungicid	endodrift + vinska trta
		folpet 0,18			
		kumafos 0,075	Perizin, CheckMite	varoacid	ebelar
RIMSKE	E	klorpirifos-etil 0,072	Pyrinex 25 cs	insekticid	endodrift in/ali

TOPLICE					eksodrift
ŠOŠTANJ	S	Kaptan 0,04	Merpan 50 wp	fungicid	endodrift
PONIKVA	P	Kaptan 0,80	Merpan 50 wp	fungicid	endodrift
RNI VRH	E	kumafos 0,075	Perizin CheckMite	varoacid	ebelar

#### 4 SKLEPI

Ostanke FFS v cvetnem prahu smo v treh letih ugotovili v 21 vzorcih od 150-tih (14 %). Najve ugotovljenih ostankov FFS je pripadalo spojinam iz skupine fungicidov (69 %) za zatiranje bolezni sadnega drevja in vinske trte. S tem v zvezi ugotavljamo, da ve je tveganje za kontaminacijo cvetnega prahu predstavlja sadjarska in vinogradniška dejavnost v primerjavi z intenzivno poljedelsko pridelavo.

V ve ini primerov je do kontaminacije cvetnega prahu s FFS prišlo zaradi zanašanja škropiva na cveto o podrast in v manjši meri zaradi zanašanja škropiva iz škropljene površine na sosednje cveto e gojene rastline. S tem v zvezi ugotavljamo, da je glavni razlog za kontaminacijo cvetnega prahu nedosledno upoštevanje dobre kmetijske prakse, ter storjene napake pridelovalcev pri škropljenju.

Na podlagi rezultatov ugotavljamo, da so se ebelje družine na vseh tipih lokacijah dobro razvijale in med razli nimi tipi lokacij v letih od 2009 do 2012 ni bilo ugotovljenih razlik v zdravstvenem stanju in razvoju posameznih ebeljih družin.

Na podlagi opravljene tro-letne raziskave o vplivih FFS ter vrste kmetijske pridelave na ebelje družine nismo ugotovili negativnih posledic intenzivnega kmetovanja in posledi no uporabe FFS na razvoj in zdravstveno stanje ebeljih družin.