

**Tanja GOTLIN ČULJAK<sup>1</sup>, Ivan JURAN<sup>1</sup>, Dinka GRUBIŠIĆ<sup>1</sup>, Ivana UGLJEŠIĆ<sup>2</sup>,  
Helena ŠINJUR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju

<sup>2</sup> Studentica 3. godine preddiplomskog studija Zaštita bilja, Sveučilište u Zagrebu

Agronomski fakultet

tgotlin@agr.hr

## **RAZVOJ REZISTENTNOSTI REPIČINA SJAJNIKA NA PIRETROIDE U EUROPSKIM ZEMLJAMA**

### **SAŽETAK**

Rezistentnost populacija repičina sjajnika na piretroide postao je veliki europski problem od 2006. godine i u stalnom je porastu. Zbog važnosti toga problema u radu je kratko opisani štetnik, mehanizam nastanka rezistentnosti i njegove metode utvrđivanja. Prikazani su rezultati provedenih istraživanja monitoringa rezistentnosti repičina sjajnika na organofosforne insekticide, piretroide, neonicotinoide i indoksakarb u nekim europskim državama i Republici Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** rezistentnost, repičin sjajnik, organofosforni insekticidi, neonicotinoidi i indoksakarb.

### **UVOD**

Pojava rezistentnosti ozbiljan je problem na svjetskoj razini. Za njegovo rješavanje na godišnjoj se razini troše milijuni, a taj je problem svojevrsni globalni fenomen koji ima veliki utjecaj na prinos poljoprivrednih kultura. Rezistentnost repičina sjajnika na piretroide postao je ozbiljan europski problem od 2006. godine, kad je na 2/3 područja zasijanih uljanom repicom zabilježena neučinkovitost primijenjenih piretroida u suzbijanju toga štetnika. Primjerice, u Njemačkoj je tijekom 2006. godine djelomično ili potpuno uništeno više od 230 000 ha uljane repice, a šteta je procijenjena na 22 do 25 milijuna eura. To su bili vrlo alarmanti podatci za budućnost uzgoja uljane repice (IRAC, 2017a).

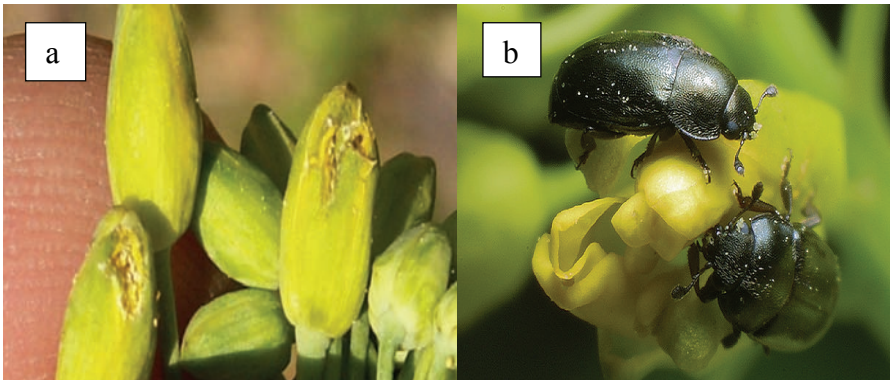
Zbog važnosti problema, 3. rujna 2007. u Berlinu (Njemačka) održan je ad hoc EPPO sastanak o pojavi rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide. Na tom sastanku nazočili su i hrvatski znanstvenici. Ciljevi sastanka bili su: razmijeniti znanja i iskustva, istražiti trenutne i potencijalne strategije suzbijanja repičina sjajnika, uspostaviti praćenje pojave rezistentnosti te razviti preporuke i antirezistentne strategije u daljnjem suzbijanju repičina sjajnika (EPPO, 2017).

I u Republici Hrvatskoj započeo je monitoring rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide u sklopu dva projekta: znanstveno-istraživačkog projekta

„Integrirana zaštita uljane repice za proizvodnju biodizela od štetnika“ (2007-2013; izvor financiranja - Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa) i tehnologijskog projekta „Rezistentnost repičinog sjajnika na piretroide u Hrvatskoj i novi pristup suzbijanju“ (2012-2014; izvor financiranja - VIP, Ministarstvo poljoprivrede).

### Kratki opis štetnika

Repičin sjajnik (*Brassicogethes aeneus* Fabricius, 1775) jedan je od najznačajnijih štetnika uljane repice u Europi. To je mali kukac spljoštenog ovalnog tijela, sjajno crne boje (slika 1a.). Ličinke su oligopodne i blijedo bijele boje. Repičin sjajnik navodi se i kao rod te se prati kao kompleks štetnika (*Meligethes* spp.) jer u Hrvatskoj postoji više vrsta repičinog sjajnika (Gotlin Čuljak i Juran, 2014). Hrane se na pupovima dok su još potpuno zatvoreni, u zbijenom cvatu i prekriveni lišćem. Buše ih i izgrizaju iznutra te u njih odlažu jaja. Oštećeni pupovi ne cvatu (slika 1b.). Ako se ne suzbija na vrijeme, repičin sjajnik može smanjiti prinos i do 50 % (Gotlin Čuljak i sur., 2013). Rasprostranjenost repičina sjajnika prikazana je slikom 2.



Slika 1. Štete na uljanoj repici (a), odrasli oblici (b) (Izvor: Pinova, 2017)



Slika 2. Rasprostranjenost repičina sjajnika u svijetu (Izvor: IRAC, 2017a)

## MEHANIZAM NASTANKA REZISTENTNOSTI I METODE UTVRĐIVANJA

Primarni mehanizam nastanka rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide jest promjena metabolizma (IRAC, 2017a). Citokrom P450 (CYP450) monooksidaze glavni su enzimski sustavi uključeni u metabolizam piretroida slijedom čega je utvrđena značajna razlika u razini CYP450 u osjetljivih i rezistentnih populacija repičina sjajnika (Milovanović i sur., 2013). Rezistentnost kao promjena ciljanog mjesta djelovanja prvo je zabilježena u Danskoj i Švedskoj.

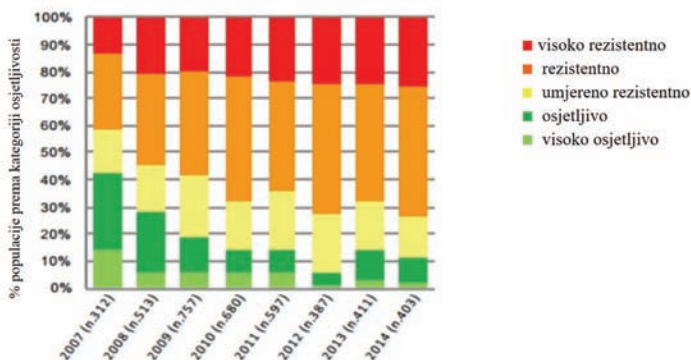
IRAC (2017b) navodi nekoliko metoda istraživanja rezistentnosti repičina sjajnika. Metode obuhvaćaju istraživanje aktivnih tvari iz različitih kemijskih skupina insekticida za odrasle oblike repičina sjajnika i validirane su pod određenim brojevima: 027, 025, 021 i 011.

## RAZVOJ REZISTENTNOSTI REPIČINA SJAJNIKA NA INSEKTICIDE U EUROPSKIM ZEMLJAMA

### Osjetljivost populacija repičina sjajnika na piretroide

Rezistentnost repičina sjajnika na piretroide prvi je put utvrđena u sjeveroistočnoj Francuskoj 1999. godine (IRAC, 2017a). Tijekom 2000. godine rezistentnost je utvrđena u Danskoj odakle se širila u ostale europske zemlje (Milovanović i sur., 2013). Praćenjem pojave rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide zabilježene su rezistentne populacije u Francuskoj, Njemačkoj, Poljskoj, Češkoj i drugim europskim državama. Rezistentnost repičina sjajnika zabilježena je na 27 kemijskih spojeva (APRD, 2017).

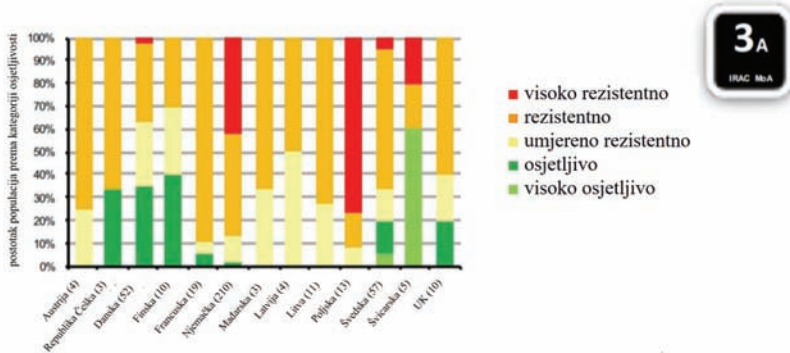
Istraživanja provedena od 2007. do 2014. godine (slika 3.) općenito pokazuju da su se povećale rezistentne populacije repičina sjajnika do 2010. godine u europskim zemljama odnosno da je udio rezistentnih populacija u ukupnoj populaciji sjajnika oko 85 %.



**Slika 3.** Promjene učinkovitosti piretroida u suzbijanju repičina sjajnika od 2007. do 2014., Europa (Izvor: IRAC, 2017c)

Tijekom 2014. godine nastavljen je monitoring rezistentnosti repičina sjajnika na piretroide u 13 europskih zemalja (slika 4.). Rezistentne populacije repičina

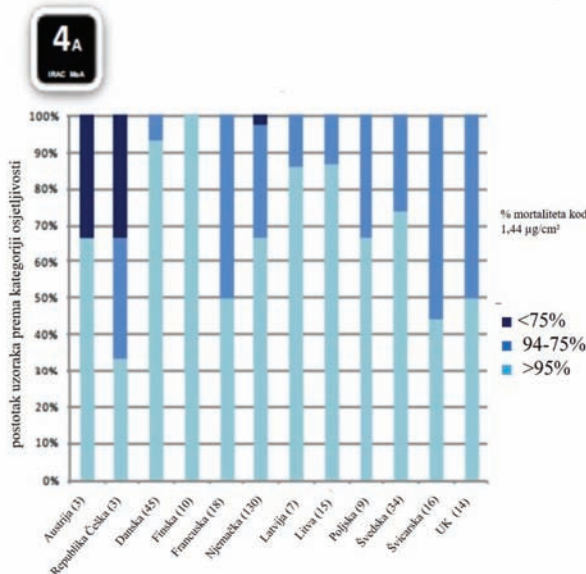
sjajnika (> od 60 %) dominantne su populacije u većini europskih zemalja u kojima je istraživanje provedeno.



Slika 4. Monitoring rezistentnih populacija repičina sjajnika u 13 europskih zemalja (2014) (Izvor: IRAC, 2017c)

Jedina europska zemlja u kojoj dominiraju osjetljive populacije repičina sjajnika jest Švicarska, ali uzorak populacije nije bio reprezentativan da bi se rezultat mogao odnositi na cijelu zemlju. U 2014. godini samo 11 % testiranih populacija može se smatrati osjetljivim na piretroide.

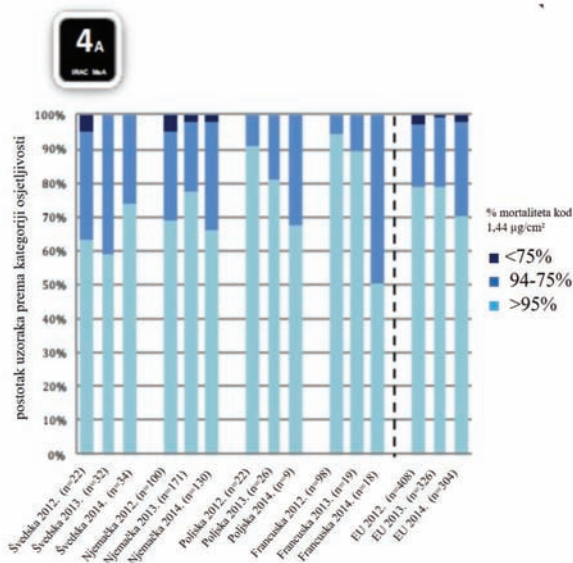
Rezistentnost populacija repičina sjajnika na piretroide nije zabilježena u Estoniji (Veromann i Toome, 2011) i Republici Srbiji (Milovanović i sur., 2013)



Slika 5. Monitoring osjetljivosti neonicotinoida u suzbijanju repičina sjajnika, 2012.-2014. (12 europskih zemalja) (Izvor: IRAC, 2017c)

### Osjetljivost populacija repičina sjajnika na neonikotinoide

Istraživanja provedena u nekoliko europskih zemalja od 2012. do 2014. godine pokazuju da je niža osjetljivost neonikotinoida (mortalitet manji od 75 %) u suzbijanju repičina sjajnika zabilježena u Austriji, Njemačkoj i Republici Češkoj (slika 5.). Niža osjetljivost neonikotinoida zabilježena je tijekom 2014. i u Republici Češkoj, Francuskoj, Švicarskoj i Velikoj Britaniji (slika 6.).



**Slika 6.** Monitoring osjetljivosti neonikotinoida u suzbijanju repičina sjajnika, 2014., (četiri europske zemlje) (Izvor: IRAC, 2017c)

Većina testiranih populacija repičina sjajnika osjetljiva je na primjenu neonikotinoida iako se smanjena osjetljivost povećala s 21 % u 2012. godini na 30 % testiranih populacija u 2014. godini.

### Osjetljivost populacija repičina sjajnika na organofosforne insekticide i indoksakarb

Promjene učinkovitosti organofosfornih insekticida i indoksakarba do sada nisu zabilježene.

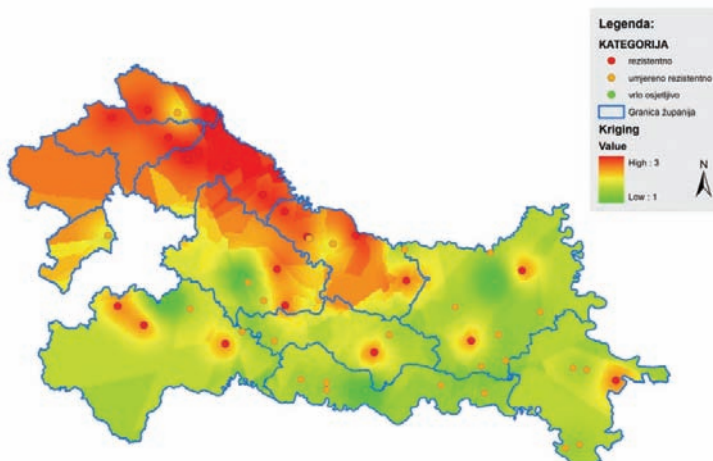
### RAZVOJ REZISTENTNOSTI REPIČINA SJAJNIKA NA INSEKTICIDE U REPUBLICI HRVATSKOJ

#### Osjetljivost populacija repičina sjajnika na piretroide

Prva pojava rezistentnosti populacija repičina sjajnika na piretroide na području Republike Hrvatske zabilježena je 2007. godine na području Županje, Kutine i Komarnice (Gotlin Čuljak i sur., 2013).

Tijekom 2013. i 2014. godine od 52 testirane populacije repičina sjajnika (slika 7.) samo su četiri populacije bile osjetljive, 25 bilo je umjereno

rezistentno, a 23 populacije bile su rezistentne na piretroide (Gotlin Čuljak, 2014).



**Slika 7.** Prostorna distribucija rezistentnih populacija repičina sjajnika na piretroide u 12 županija u Hrvatskoj (Izvor: Gotlin Čuljak i sur., 2015)

Samo je 7,7 % testiranih populacija repičina sjajnika bilo osjetljivo na primjenu piretroida, a 93,3 % populacija bilo je umjereno rezistentno do rezistentno na piretroide.

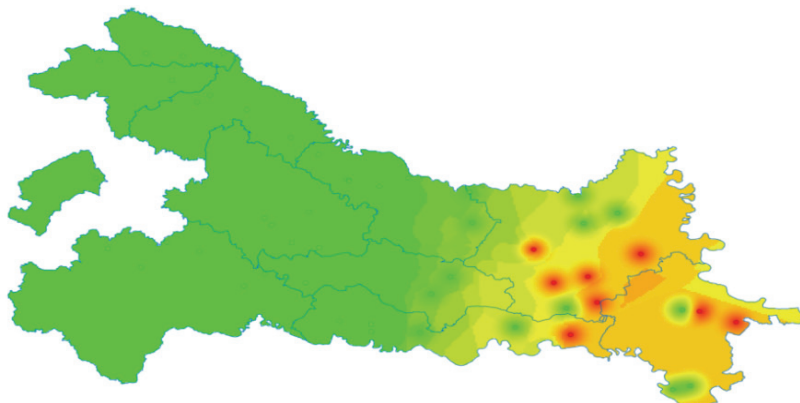
### **Osjetljivost populacija repičina sjajnika na organofosforne insekticide**

Tijekom provedbe toga projekta testirane su 52 populacije repičina sjajnika na organofosforne insekticide. Rezultati istraživanja osjetljivosti populacija repičina sjajnika na organofosforne (OP) insekticide tijekom 2013. godine pokazuju da je svih 19 populacija repičina sjajnika bilo osjetljivo na primjenu insekticida iz navedene grupe. Tijekom 2014. utvrdilo se da od 33 testirane populacije repičina sjajnika osam populacija ima potencijalnu tolerantnost na organofosforne insekticide (slika 8.) (Gotlin Čuljak, 2014; Gotlin Čuljak i sur., 2015).

Tijekom 2017. godine ponovili smo testove osjetljivosti repičina sjajnika na organofosforne insekticide s punom dozom klorpirifosa. Ponovno smo skupili odrasle oblike repičinih sjajnika na dva lokaliteta na području Tovarnika. Jedinke su smještene u plastične kaveze s pristupom zraka. Na dno svakog kaveza postavljen je filtrirani papir te nekoliko cvatova uljane repice koji su odraslim oblicima služili kao izvor hrane tijekom transporta. Nakon prikupljanja i u transportu do laboratorija Zavoda za poljoprivrednu zoologiju prikupljene jedinke nisu bile izložene stresu uzrokovanom promjenom temperature, vlage ili nedostatka hrane.

Nakon 24 sata pokus je postavljen prema IRAC test metodi broj 25 (IRAC, 2017a). U pokusu je rabljena čista aktivna tvari klorpirifos u dvije doze (16 % i

100 % preporučene doze od 187,5 g aktivne tvari po ha) u četiri ponavljanja. Aktivna tvar otopljena je u acetonu, a čisti aceton rabljen je kao kontrola. Otopljena aktivna tvar u količini od 0,5 ml ulijevala se u prethodno označene staklene bočice koje su postavljene na roler kako bi se otopina ravnomjerno rasporedila po unutarnjoj stijenci bočice. Nakon što je aceton ishlapio u svaku bočicu stavljeno je 10 odraslih oblika repičina sjajnika nakon čega su bočice zatvorene plastičnim čepovima s rupama za dovod zraka.



**Slika 8.** Prostorna distribucija potencijalno tolerantnih populacija repičina sjajnika na OP insekticide u 12 hrvatskih županija (Gotlin Čuljak, 2014)

Pokus je očitavan nakon 24 sata, a bilježio se broj živih i mrtvih jedinki. Očitavanje se obavljalo tako da su se odrasli oblici sjajnika iz svake bočice istresali na papir u sredinu kruga promjera 8 cm. Sve jedinke koje unutar minute nisu pokazivale nikakvu aktivnost da bi prešle granicu ili se ne bi kretale po krugu smatrale su se mrtvima. Rezultati su izraženi kao postotak mortaliteta uz korištenje formule Schneider-Orelli (Püntener, 1981).

U tablica 1. prikazana je učinkovitost aktivne tvari klorpirifos na odrasle oblike repičina sjajnika.

Tablica 1. Lokaliteti i učinkovitost aktivne tvari klorpirifos u različitim dozama na odrasle oblike repičina sjajnika

lokalitet	Učinkovitost (%)	
	16 % doze	100 % doze
<b>Tovarnik 1</b>	83,3	100
<b>Tovarnik 2</b>	85	100

Testirane populacije repičina sjajnika s 16 postotnom dozom klorpirifosa, na oba lokaliteta, pokazale su smanjenu osjetljivo, što potvrđuju i rezultati Gotlin Čuljak i sur. (2015). Nakon provedenog testiranja s punom dozom sve testirane

populacije pokazale su vrlo visoku osjetljivost na klorpirifos uz 100 postotnu učinkovitost testirane aktivne tvari.

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da aktivna tvar klorpirifos, i u laboratorijskim uvjetima, pokazuje vrlo dobru učinkovitost na odrasle oblike repičina sjajnika. S obzirom na mali broj testiranih populacija i mali broj uključenih lokaliteta, ne može se sa sigurnošću zaključiti da nema opasnosti od razvoja rezistentnosti te je potrebno nastaviti istraživanje da bi se rezistentnost repičina sjajnika na klorpirifos mogla sa sigurnošću isključiti.

Osjetljivost populacija repičina sjajnika na neonikotinoide u Republici Hrvatskoj nije istraživana.

### PREPORUKE PROIZVOĐAČIMA

Primjena pripravaka na bazi djelatne tvari pimeztrozina, kombinacija tiakloprida i deltametrina (dozvola za proljetne pipe, dobro djelovanje na sjajnika) te klorpirifosa i cipermetrina kao i primjena pripravaka na bazi djelatne tvari tiakloprid moguća je za rezistentne populacije repičina sjajnika na piretroide.

### RESISTANCE DEVELOPMENT OF POLLEN BEETLE ON PYRETHROIDS IN EUROPEAN COUNTRIES

#### SUMMARY

Resistance of pollen beetle population to pyrethroids has become a major european problem since 2006, which is constantly increasing. Due to the importance of the problem, in the paper are presented a short description of the pests, mechanism of resistance, susceptibility test methods and the results of the monitoring of the resistance of pollen beetle to organophosphoric insecticides, piretroids, neonicotinoids and indoxacarb in some european countries including the Republic of Croatia.

**Keywords:** resistance, pollen beetle, organophosphorus insecticides, neonicotinoids and indoxacarb

#### LITERATURA

**APRD** (2017). Arthropod Pesticide Resistance Database, dostupno na: <https://www.pesticideresistance.org/search.php> (pristupljeno: 21.8.2017.)

**EPP0** (2017). European and Mediterranean Plant Protection Organization, dostupno na: [http://archives.eppo.int/MEETINGS/2007\\_meetings/meligethes/meligethes\\_workshop.html](http://archives.eppo.int/MEETINGS/2007_meetings/meligethes/meligethes_workshop.html) (pristupljeno: 21.8.2017.)

**Gotlin Čuljak, T.** (2014). Završno izvješće projekta „Rezistentnost repičinog sjajnika na piretroide u Hrvatskoj i novi pristup suzbijanju“, dostupno na:



<http://www.mps.hr/UserDocImages/VIP/2012/IZVJESCA/%C4%8Culjak.pdf>  
(pristupljeno: 20.8.2017.)

**Gotlin Čuljak, T., Ančić, M., Pernar, R., Žokalj, A., Rapajić, D.** (2015). Rezistentnost repičina sjajnika (*Brassicogethes aeneus* (Fabricius 1775) na piretroide u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 6, 411-419.

**Gotlin Čuljak, T., Jelovčan, S., Grubišić, D., Juran, I., Ilić Buljan, M.** (2013). Pojava rezistentnosti repičinog sjajnika (*Meligethes* spp.) na piretroide u usjevima uljane repice (*Brassica napus* L.) u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite, 13 (5), 379 – 383.

**Gotlin Čuljak, T., Juran, I.** (2014). Raznolikost vrsta potporodice Meligethinae u usjevima uljane repice u Hrvatskoj, Glasilo biljne zaštite, 6, 443-449

**IRAC** (2017a). Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/pests/meligethes-aeneus/> (pristupljeno: 18.8.2017.)

**IRAC** (2017b). Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/methods/> (pristupljeno: 18.8.2017.)

**IRAC** (2017c). Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.irc-online.org/documents/pollen-beetle-monitoring-poster-2014/?ext=pdf> (pristupljeno: 18.8.2017.)

**Milovanović, P., Kljajić, P., Andrić, G., Pražić-Golić, M., Popović, T.** (2013). Efficacy of Different Insecticides in Controlling Pollen Beetle (*Meligetes aeneus* F.) in Rapeseed Crop. Pestic Phytomed, 28 (4), 255–263.

**Pinova** (2017). [http://pinova.hr/hr\\_HR/baza-znanja/ratarstvo/uljana-repica/zastita-uljane-repice-od-stetnika](http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/uljana-repica/zastita-uljane-repice-od-stetnika) (pristupljeno: 19.8.2017.)

**Püntener, W.** (1981). Manual for field trials in plant protection. Second edition. Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited.

**Veromann, E., Toome, M.** (2011). Pollen beetle (*Meligethes aeneus* Fab) susceptibility to synthetic pyrethroids – pilot study in Estonia. Agronomy Research, 9(1–2), 365–369.

Pregledni rad