

Renata BAŽOK, Maja ČAČIJA, Darija LEMIĆ, Helena VIRIĆ GAŠPARIĆ, Zrinka DRMIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju
rbazok@agr.hr

REZISTENTNOST KRUMPIROVE ZLATICE NA INSEKTICIDE

SAŽETAK

Krumpirova zlatica (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) jedan je od najvažnijih štetnika krumpira širom svijeta. Taj kukac se vrlo brzo prilagođava i razvija rezistentnost na insekticide koji se koriste za njegovo suzbijanje. Do sada je zabilježeno više od 300 dokazanih slučajeva rezistentnosti krumpirove zlatice na 56 djelatnih tvari insekticida. Do sredine 90-ih i u Hrvatskoj se provodio sustavni monitoring rezistentnosti toga štetnika te su informacije bile vrlo precizne. Uvođenjem insekticida drukčijeg mehanizma djelovanja stekao se dojam da je problem nestao. No dojave s terena u kojima se upozorava na smanjenu učinkovitost nekih insekticida ponovno aktualiziraju taj problem. U radu je prikazana evolucija problema rezistentnosti krumpirove zlatice u svijetu i Hrvatskoj. Analizirana je potencijalna opasnost za razvoj rezistentnosti na novije insekticide. Utvrđeno je da je u zemljama u okruženju dokazana rezistentnost na neonikotinoide koji se učestalo primjenjuju i u RH. Prikazane su aktivnosti koje su se počele provoditi u 2017. godini u sklopu projekta koji financira Hrvatska zaklada za znanost, a odnose se na sustavni monitoring rezistentnosti tijekom tri godine na 15 lokaliteta godišnje.

Ključne riječi: krumpirova zlatica, metaflumizon, neonikotinoidi, organofosforni insekticidi, piretroidi, rezistentnost, spinosad

UVOD

Među više od 500 vrsta kukaca i grinja za koje je do sada dokazano da su razvili rezistentnost na insekticide ističe se krumpirova zlatica (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), vrsta koja je u različitim dijelovima svijeta postala rezistentna na gotovo sve skupine insekticida koje se koriste za njezino suzbijanje.

Krumpirova zlatica jedini je štetnik za koji se u našoj zemlji od sredine 80-ih do sredine 90-ih provodio sustavni monitoring rezistentnosti. Istraživanja je provodio Zavod za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu, a rezultati su objavljeni u brojnim prezentacijama na domaćim i međunarodnim skupovima te u nekoliko članaka (Maceljki i Igrc Barčić, 1992-1994; Maceljki, 1995; 1995a). Rezultati tih istraživanja nažalost nisu zabilježeni u svjetskim bazama podataka pa se Hrvatska ne navodi kao zemlja u kojoj je

zlatica razvila rezistentnost na insekticide. Usprkos tome rezultati tog monitoringa rezistentnosti iznimno su vrijedni za našu praksu i često su bili koristan izvor informacija proizvođačima krumpira pri odabiru insekticida, ali i proizvođačima sredstava za zaštitu bilja za kreiranje proizvodnih programa i plasiranje insekticida na tržište.

Od kraja 90-ih informacije o rezistentnosti krumpirove zlatice više nisu dostupne našoj praksi iz nekoliko razloga: za suzbijanje su uvedeni pripravci na koje zlatica u početku nije pokazivala rezistentnost pa se stekao dojam da je problem nestao, nije bilo interesa struke i proizvođača SZB za informacije o rezistentnosti, a proizvodnja krumpira u Hrvatskoj znatno se smanjila i ograničila na velike proizvođače koji proizvode na velikim površinama na kojima je problem zlatice obično manje izražen.

Cilj ovog rada jest prikazati evoluciju problema rezistentnosti krumpirove zlatice u svijetu i Hrvatskoj te s obzirom na dojave s terena u kojima se upozorava na smanjenu učinkovitost nekih insekticida analizirati potencijalne opasnosti za razvoj rezistentnosti u Hrvatskoj. Prikazat će se i aktivnosti koje su se počele provoditi u 2017. godini, a vezane su za monitoring rezistentnosti i mogućnosti brze detekcije.

RAZVOJ REZISTENTNOSTI KRUMPIROVE ZLATICE

Krumpirova zlatica jedan je od štetnika koji je među prvima razvio rezistentnost na insekticide. U SAD je rezistentnost prvi put dokazana 1955. (APRD, 2017), a u Europi prvi je put zabilježena 1956. godine i to u Portugalu i Španjolskoj, gdje je primjena insekticida na bazi kloriranih ugljikovodika bila neuspješna (Maceljki, 1967). Službeno je rezistentnost u zemljama EU zabilježena u FAO izvješću iz 1965. godine (Arthropod Pest Resistance Database, 2017) gdje se navodi rezistentnost u Italiji, Portugalu, Španjolskoj, Poljskoj i Švicarskoj. Bila je to rezistentnost na klorirane ugljikovodike (DDT, aldrin, dieldrin). Rezistentnost na neke OP insekticide i karbamate, iako su se u većoj mjeri počeli koristiti tek krajem 60-ih godina prošlog stoljeća, zabilježena je već 1972. i 1973. godine (Maceljki i Igrc, 1992-94). Prema službenoj bazi podataka Arthropod Pest Resistance Database (2017) do danas je zabilježeno 300 slučajeva rezistentnosti krumpirove zlatice, a rezistentnost je utvrđena na 55 djelatnih tvari insekticida. Valja napomenuti da je upis u bazu ostvaren samo ako je rezistentnost utvrđena u istraživanju u kojem su korištene metodike koje preporučuje Insecticide Resistance Action Committee (2017) i ako je objavljena u časopisu koji citiraju međunarodne baze podataka.

Pojava rezistentnosti krumpirove zlatice na klorirane ugljikovodike dokazana je u Hrvatskoj 16 godina nakon njihove šire primjene, na kelevan nakon četiri godine (Maceljki, 1967; 1968), na OP insekticide i karbamate (OC) nakon 16 godina, a na piretroide nakon sedam godina njihove šire primjene (Maceljki,

1995). U 1994. godini rezistentnost na OP i OC insekticide bila je proširena na oko 70% krumpirišta sjeverno od Kupe i Save, a na piretroide na oko 30% krumpirišta toga područja (Maceljski, 1995; 1995a).

Osnovni uzrok brzog proširenja rezistentnosti krumpirove zlatice na OP, OC insekticide i piretroide bila je njihova nestručna primjena. Velika prekoračenja propisanih doza primjene, primjena sredstva istog mehanizma djelovanja te prečesta primjena insekticida ubrzali su proces selekcije rezistentnih populacija i doveli do brzog razvoja rezistentnosti i u Hrvatskoj (Maceljski, 1995).

S obzirom na velike probleme s pojavom rezistentnosti krumpirove zlatice na gotovo sve kemijske insekticide koji su bili na tržištu, za suzbijanje su se krajem 80-ih i početkom 90-ih godina počeli intenzivnije koristiti derivati nereis toksina i regulatori rasta i razvoja kukaca, ali većina danas nije registrirana u RH. Njihov „nedostatak“ bio je izostanak djelovanja na imaga pa su bile potrebne dodatne edukacije proizvođača koji su navikli vrlo često suzbijati imaga. Kasnije su dozvolu za uporabu dobili fipronil, a zatim i prvi insekticid iz skupine neonikotinoida, imidakloprid. Kasnije su na tržište došli i drugi insekticidi iz skupine neonikotinoida, a potom i neki drugi insekticidi, a svi su imali dobro djelovanje na krumpirovu zlaticu. Iako je rezistentnost na neonikotinoide u SAD otkrivena vrlo brzo nakon što su se počeli primjenjivati, u Hrvatskoj se više nitko nije brinuo o tome da bi se isto moglo dogoditi i u nas pa se praćenje pojave rezistentnosti na te nove skupine insekticida nije provodilo. No zlatica je na većinu tih insekticida razvila rezistentnost samo nekoliko godina nakon njihova uvođenja na tržište i time ponovno pokazala da se vrlo dobro prilagođava mjerama suzbijanja koje se protiv nje provode. U tablici 1. prikazana je trenutna situacija s rezistentnošću krumpirove zlatice na one djelatne tvari koje se danas koriste za njezino suzbijanje u Republici Hrvatskoj.

Tablica 1. Pregled utvrđenih slučajeva rezistentnosti krumpirove zlatice na insekticide koji su dozvoljeni u Republici Hrvatskoj

Djelatna tvar	Zemlja u kojoj je dokazana rezistentnost			Izvor
	Izvan Europe	Europa	Hrvatska	
klorpirifos	-	Srbija	Da	Stanković i sur., 2003; Inđić i sur., 2012; Maceljski, 1995;* 1995a;* Maceljski i Igrc, 1992-94.*
alfacipermetrin	Kina	-	-	Jiang i sur., 2010;
cipermetrin	Kanada	Srbija	-	Inđić i sur. 2012,* Stanković i sur., 2012; APRD, 2017.

deltametrin	Kanada Kina SAD	-	-	APRD, 2017; Jiang i sur. 2010; Wang i sur., 2015.
esfenvalerat	SAD			Dively i sur., 1992.
lambdacihalotrin	Kina	Njemačka*	-	Jiang i sur. 2010; Tebbe i sur., 2016.
imidaklopid	SAD Kanada	Srbija	-	Mota Sanchez i sur., 2000; Zhao i sur. 2000; Stanković i sur. 2012.
tiametoksam	SAD	-	.	Mota-Sanchez i sur., 2006.
tiaklopid	SAD	-	-	Mota-Sanchez i sur., 2006.
acetamiprid	SAD	-	-	Mota-Sanchez i sur., 2006.
klorantaniliprol	-	-	-	-
metaflumizon	-	-	-	-
lufenuron	-	-	-	-
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>tenebrionis</i>	SAD**	-	-	Whalon i sur., 1993.
spinosad	SAD	-	-	Mota-Sanchez i sur., 2006.
piretroidi općenito	SAD	Republika Češka*	Da*	Liu i sur., 2014; Zichova i sur., 2010; Rinkevich i sur., 2012; Maceljski, 1995;* 1995a;* Maceljski i Igrc, 1992-94.*

* Nije zabilježeno u APRDatabase.

** Selekcija u laboratoriju.

U RH je trenutno za suzbijanje krumpirove zlatice dozvoljeno 15 različitih djelatnih tvari. Iz tablice se uočava da za tih 15 insekticida, osim za SAD, ima relativno malo podataka o eventualnoj rezistentnosti. Naime, jedina prijavljena istraživanja na području Europe provedena su u Srbiji gdje je utvrđena rezistentnost ne samo na piretroide i klorpirifos, nego i na imidaklopid. Rezistentnost na piretroide utvrđena je i u Njemačkoj i Češkoj, no ta dva rada iz nepoznatog razloga nisu upisana u bazu podataka.

Na djelatne tvari klorantaniliprol, metaflumizon i lufenuron rezistentnost nije službeno zabilježena niti u jednoj zemlji. Iako za neke piretroide pojedinačno nema podataka, postoje radovi u kojima se piretroidi navode kao grupa pa se tako može smatrati da informacije vrijede za većinu insekticida iz te skupine.

REZISTENTNOST KRUMPIROVE ZLATICE U HRVATSKOJ

S obzirom da se istraživanja rezistentnosti u Hrvatskoj ne provode već 20 godina, da su u međuvremenu na tržište uvedeni novi insekticidi na koje je rezistentnost dokazana u zemljama izvan Europe, ali i u nama susjednim zemljama, primjerice u Srbiji (Stanković i sur., 2012), opravdano se može pomisliti da se rezistentnost na neke od tih novih insekticida (prvenstveno

neonikotinoide) mogla javiti i u Hrvatskoj. Ovu sumnju dodatno opravdavaju i dojava s terena o smanjenoj učinkovitosti nekih insekticida. S druge strane poznato je da je rezistentnost na insekticide u kukaca recesivno svojstvo te da osjetljivi kukci mogu ponovno dominirati u populacijama koje više nisu izložene djelovanju insekticida na koje se razvila rezistentnost (Insecticide Resistance in the Colorado Potato Beetle, 2014). Brzina "povrata" na osjetljive populacije ovisi o brojnim čimbenicima (IRAC, 2017). Organofosforni insekticidi i piretroidi, iako su dozvoljeni, već se 15-20 godina ne preporučuju za suzbijanje krumpirove zlatice osim u područjima u kojima nema rezistentnosti (Bažok, 2017). Postavlja se pitanje jesu li zlatice iz područja koje navodi Maceljski (1995a) kao područje na kojem je razvijena rezistentnost, još uvijek rezistentne na insekticide iz skupine organofosfornih insekticida i na piretroidne.

Nedostajanje informacija o situaciji s razvojem rezistentnosti kao i činjenica da je suzbijanje krumpirove zlatice u Hrvatskoj ponovno na nekim područjima postalo otežano, potaknuli su prijavu znanstvenoga projekta: Monitoring rezistentnosti štetnika: nove metode detekcije i učinkovite strategije upravljanja rezistentnošću (MONPERES). Tijekom 2017. godine počela je i provedba tog projekta koji financira Hrvatska zaklada za znanost u sklopu programa „Istraživački projekti“.

Projekt se bavi praćenjem rezistentnosti i strategijama upravljanja rezistentnošću tri gospodarski važna štetnika u Hrvatskoj, a među njima je i krumpirova zlatica.

Opći cilj predloženog projekta jest detekcija i monitoring rezistentnih populacija štetnika, optimiziranje genetskih metoda, utvrđivanje pouzdanosti geometrijsko-morfometrijskih metoda u otkrivanju rezistentnosti te provedba učinkovitog suzbijanja štetnika uporabom odgovarajućih antirezistentnih strategija.

Specifični ciljevi projekta za krumpirovu zlaticu jesu:

1. U poljskim uvjetima Hrvatske organizirati sustavni monitoring rezistentnosti krumpirove zlatice (rezistentnost na organofosfate, piretroidne, neonikotinoide, metaflumizon i spinosad) na 15 lokaliteta godišnje tijekom tri godine uporabom biotestova;
2. Optimizirati genetske metode za otkrivanje genetskih varijabilnosti povezanih s razvojem rezistentnosti krumpirove zlatice;
3. Istražiti mogućnost korištenja geometrijsko-morfometrijskih metoda za otkrivanje razvoja rezistentnosti krumpirove zlatice;
4. Utvrditi mogućnost korištenja alternativnih (uključujući nekemijske) metoda suzbijanja;
5. Osigurati prijenos znanja i spoznaja do ključnih interesnih skupina (znanstvenici, stručnjaci savjetodavne službe, agronomi, proizvođači) putem seminara, radionica i dana polja.

Očekuje se da će nakon završetka projekta biti utvrđena učinkovitost najčešće korištenih insekticida protiv populacija krumpirove zlatice i utvrđena rezistentnost krumpirove zlatice na 45 lokaliteta u Hrvatskoj. Time će se osigurati podatci o pojavi i distribuciji rezistentnih populacija krumpirove zlatice kojima će se moći koristiti stručnjaci savjetodavne službe, kreatori zakonodavne politike i proizvođači. Bit će optimizirane genetske metode za otkrivanje i praćenje varijabilnosti rezistentnih i nerezistentnih populacija krumpirove zlatice. Bit će istražene, razvijene i optimizirane geometrijsko-morfometrijske metode za otkrivanje i praćenje kretanja rezistentnih i nerezistentnih populacija krumpirove zlatice. Na kraju projekta bit će predložene antirezistentne strategije za krumpirovu zlaticu. Sve spoznaje o tom problemu bit će predočene ključnim interesnim skupinama: znanstvenoj zajednici (putem objave znanstvenih radova i sudjelovanjem na znanstvenim skupovima), stručnjacima savjetodavne službe, kreatorima zakonodavne politike i proizvođačima. Time će se osigurati potpora provedbi novo razvijenih strategija u poljoprivrednu praksu.

Tijekom prve godine provedbe projekta provedeni su biotestovi na 17 populacija zlatice iz sjeverozapadne Hrvatske. U pokuse su uključeni insekticidi na osnovi djelatnih tvari klorpirifos, cipermetrin, tiaklopid, metaflumizon i spinosad. Istraživani su bili lokaliteti u Međimurskoj, Varaždinskoj i Bjelovarsko-bilogorskoj županiji. Također je utvrđena učinkovitost istih insekticida na laboratorijski uzgojen osjetljiv soj zlatice s kojim će biti uspoređeni svi dobiveni podatci. Podaci pokusa još se obrađuju no preliminarni podatci govore da su sumnje na rezistentnost na neke insekticide bile opravdane. Detaljnim izračunima koji u ovom trenutku nisu još provedeni utvrdit će se koliko su puta pojedine istraživane populacije rezistentnije na svaku istraživanu djelatnu tvar u odnosu na osjetljivu populaciju.

Istraživane populacije krumpirove zlatice bit će podvrgnute genetskim analizama, ali i detaljnim morfometrijskim analizama koje će omogućiti da se otkriju eventualne razlike u građi donjih krila koje bi se u budućnosti mogle koristiti kao markeri za rezistentnost s obzirom na to da su biotestovi dugotrajni, skupi i ponekad teško provedivi.

Provedbom projekta nakon 20-ak godina omogućit će se otkrivanje i monitoring rezistentnih populacija, što je zapravo prvi korak prema implementaciji antirezistentnih strategija i održivoj uporabi pesticida. Omogućit će sustavno praćenje rezistentnosti krumpirove zlatice upotrebom provjerenih metodologija. Pri razvoju antirezistentnih strategija istražiti će se različiti pristupi svi u skladu su s novim znanstvenim razvojem i znanjima vezanim uz biologiju štetnika, kemijsku ekologiju i novih spoznaja o uporabi prirodnih neprijatelja.

RESISTANCE OF COLORADO POTATO BEETLE TO INSECTICIDES

SUMMARY

Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (CPB) is one of the most important potato pest in many countries. CPB has an amazing ability to adjust to toxicants from different chemical classes by developing a range of different resistance levels to all classes of insecticides applied to its management. More than 300 cases of CPB resistance to 56 insecticides are reported worldwide. Until the mid 90-ies CPB resistance has been monitored in Croatia and farmers were provided by precise information about the status of specific insecticide. Implementation of insecticides different in mode of action (mainly neonicotinoids) enabled farmers to overcome CPB resistance to organophosphates and pyrethroids. Since that time CPB resistance has not been monitored. Recent repeated failures in CPB control are indicating that CPB might develop resistance to neonicotinoids. Here, we analysed the CRP resistance evolution worldwide and in Croatia. We analysed the potential threat for the development of resistance to neonicotinoids. It is reported that in neighbouring countries CPB already developed resistance to imidacloprid and the same insecticide is widely used in Croatia too. Starting with 2017, Croatian Science Foundation approved the project in which the systematic monitoring of CPB resistance will be conducted over the three years on 15 locations per year. The project goals, objectives and activities are presented.

Keywords: colorado potato beetle, metaflumizon, neonicotinoids, organophosphorous insecticides, pyrethroids, resistance, spinosad

LITERATURA

APRD (2017). *Leptinotarsa decemlineata*, dostupno na: <https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=141> (pristupljeno: 30.8.2017.)

Bažok, R. (2017). Pregled sredstava za zaštitu bilja u Hrvatskoj za 2017 godinu - zoocidi. Glasilo biljne zaštite, XVII (1-2), 13-110.

Dively, G. P., Ellis, F. W. Jr., Linduska, J. J. (1992). Baseline levels and factors associated with Insecticide resistance of Colorado Potato Beetle populations in Maryland. Resistant Pest Management Newsletter, 4, 11-14.

Indić, D., Vuković, S., Tanasković, S., Grahovac, M., Kereši, T., Gvozdenc, S., Savčić-Petrić, S. (2012). Screening test for detection of *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) sensitivity to insecticides. Pesticidi i Fitomedicina, 27 (1), 59-67.

IRAC (2017). Insecticide Resistance Action Committee, dostupno na: <http://www.ircac-online.org> (pristupljeno: 31.7.2017.)

Jiang, W., Wang, Z., Xiong, M., Lu, W., Liu, P., Guo, W., Li, G. (2010). Insecticide Resistance Status of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Adults in

Northern Xinjiang Uygur Autonomous Region. Journal of Economic Entomology, 103, 1365-1371.

Liu, Q. S., Scott, I. M., Pelletier, Y., Kramp, K., Durst, T., Sims, S. R. (2014). Dillapiol: A Pyrethrum Synergist for Control of the Colorado Potato Beetle. Journal of Economic Entomology, 107, 797-805.

Maceljki, M. (1967). Pojava rezistentnosti krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) u Jugoslaviji. Agronomski glasnik, 10, 891-900.

Maceljki, M. (1968). Ispitivanje pojave rezistentnosti krumpirove zlatice (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) na insecticide i efikasnost novijih insekticida na populacije zlatice rezistentne na DDT i lindan. Zaštita bilja, 100-101, 217-233.

Maceljki, M. (1995). Resistance of the Colorado potato beetle in Croatia. Proc. 2. Slovenian Conf. on Plant Prot. Radenci, 47-60.

Maceljki, M. (1995a). Resistance Management of Colorado Potato Beetle in Croatia 1965 to 1995. Resist. Pest Manag., IRAC & Michigan State Univ., 7(2), 5-6.

Maceljki, M., Igrec, J. (1992-94). Studies on the efficacy of some insecticides against the Colorado Potato Beetle in the years 1986-1990. Ziemniak, Bonin, 33-51.

Mota-Sanchez, D., Whalon, M. E., Grafius, E., Hollingworth, R. (2000). Resistance of Colorado potato beetle to imidacloprid. Resistant Pest Management, 11(1), 31-34.

Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R. M., Grafius, E. J., Moyer, D. D. (2006). Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Pest Management Science, 62, 30-37.

Rinkevich, F. D., Su, C., Lazo, T. A., Hawthorne, D. J., Tingey, W. M., Naimov, S. (2012). Multiple evolutionary origins of knockdown resistance (kdr) in pyrethroid-resistant Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 104, 192-200.

Stankovic, S., Zabel, A., Kostic, M., Manojlovic, B., Rajkovic, S. (2003). Colorado potato beetle [*Leptinotarsa decemlineata* (Say)] resistance to organophosphates and carbamates in Serbia. Journal of Pest Science, 77, 11-15.

Stanković, S., Kostić, M., Sivčev, I., Janković, S., Kljajić, P., Todorović, G., Jevdovic, R. (2012). Resistance of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to neonicotinoids, pyrethroids and nereistoxins in Serbia. Romanian Biotechnological Letters, 17, 7599-7609.

Tebbe, C., Breckheimer, B., Racca, P., Schorn, C., Kleinhenz, B., Nauen, R. (2016). Incidence and spread of knockdown resistance (kdr) in German Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) populations. Bulletin OEPP/EPPO, 46 (1), 129-138. DOI: 10.1111/epp.12265.

Zichova, T., Kocourek, F., Salava, J., Nadova, K., Stara, J. (2010). Detection of organophosphate and pyrethroid resistance alleles in Czech *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) populations by molecular methods. Pest Management Science, 66, 853-860.

Wang, Z., Zhao, Z., Cheng, X., Liu, S., Wei, Q., Scott, I. (2015). Conifer flavonoid compounds inhibit detoxification enzymes and synergize insecticides. Pesticide Biochemistry and Physiology.

Whalon, M. E., Miller, D. L., Hollingworth, R. M., Grafius, E.J., Miller, J.R. (1993). Selection of a Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Strain Resistant to *Bacillus thuringiensis*. Journal of Economic Entomology, 86(2), 226-233.

Zhao, J., Bishop, B., Grafius, E. (2000). Inheritance and Synergism of resistance to imidacloprid in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.*, 93(5), 1508-1514.

Rukopis je pripremljen u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost (IP-2016-06-7458): „Monitoring rezistentnosti štetnika: nove metode detekcije i učinkovite strategije upravljanja rezistentnošću (MONPERES)”.

Pregledni rad