

Antonela KOZINA¹, Ana PINTAR², Tomislav KOS³, Darija LEMIĆ³

¹Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zavod za zaštitu bilja

²Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Zavod za herbologiju

³Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu Zavod za poljoprivrednu zoologiju,

e-mail: antonela.kozina@hcphs.hr

UTJECAJ LOVNIH BILJAKA NA SKLOP I PRINOS KUKURUZA U VISOKOJ POPULACIJI ŽIČNJAKA

SAŽETAK

Žičnjaci su, uz kukuruznu zaticu, najvažniji štetnici kukuruza koji oštećuju sjemenke i korijenje te time prorjeđuju sklop, smanjuju kakvoću proizvoda i prinos. Suzbijanje žičnjaka provodi se isključivo preventivno, a odluka se donosi temeljem rezultata pregleda tla ili praćenjem pojave odraslih kukaca seksualnim feromonima. Zbog brojnih ograničenja sve je manji broj insekticida dozvoljen za suzbijanje. Stoga je prijeko potrebno istražiti mogućnosti suzbijanja žičnjaka koje uključuju primjenu nepesticidnih mjera i racionalnu primjenu prihvatljivijih djelatnih tvari. Rezultati europskih i kanadskih istraživača ukazuju da se sjetvom lovnih biljaka uz glavni usjev smanjuje napad štetnika te povećava prinos. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li razlike u sklopu i u prinosu kukuruza na parcelama na kojima je zasijan kao jedini usjev i na parcelama na kojima je zasijan uz lovne biljke [pšenica (*Triticum aestivum* L.) i grašak (*Pisum sativum* L.)]. Postavljeni pokus sastojao se od dva dijela: na jednom dijelu parcele zasijan je kukuruz i lovne biljke, na drugom dijelu parcele samo kukuruz. U svaki su pokus bile uključene tri varijante insekticida i netretirana kontrola. Rezultati prve godine istraživanja pokazali su da sjetva lovnih biljaka pozitivno utječe na sklop i prinos kukuruza, što unaprjeđuje proizvodnju kukuruza na ekološki prihvatljiviji način.

Ključne riječi: kukuruz, lovne biljke, prinos, sklop, žičnjaci

UVOD

Kukuruz je u Republici Hrvatskoj gospodarski najzastupljenija ratarska kultura, zasijan na 299,161 ha (Statistički ljetopis, 2013). Uz kukuruznu zaticu, žičnjaci su najvažniji ekonomski štetnici kukuruza. Oštećuju sjemenke i korijenje te time prorjeđuju sklop, smanjuju kakvoću proizvoda i prinos (Parker i Howard, 2001; Toth i Furlan, 2005). Ako su štete velike potrebno je presijavanje (Bažok, 2007). Suzbijanje žičnjaka provodi se isključivo preventivno (Morales-Rodriguez i sur., 2011), a odluka se donosi temeljem rezultata pregleda tla ili praćenjem pojave odraslih kukaca seksualnim feromonima.

Prag odluke u kulturama rijetkoga sklopa jest 3-5 žičnjaka/m² u zapadnim vlažnijim područjima pred sjetvu/sadnju, a u istočnim, aridnijim područjima taj je broj znatno niži; 1-3 žičnjaka/m². U strnim žitaricama zaštita od žičnjaka

rijetko se provodi zbog gustog sklopa. Zaštita strnih žitarica bila bi potrebna ako bi po m² bilo više od 15 žičnjaka u istočnim područjima i 25 žičnjaka u zapadnim područjima (Maceljski, 2002). Uspješno suzbijanje žičnjaka otežava i činjenica da je zbog brojnih ograničenja sve manje insekticida dozvoljeno za suzbijanje. Neke djelatne tvari koje se koriste pri tretiranju sjemena dokazano sprječavaju štete, ali ne izazivaju smrtnost ličinki, što dugoročno dovodi do njihove kumulacije i općega porasta populacije (Vernon i sur., 2000). Stoga je prijeko potrebno istražiti mogućnosti suzbijanja žičnjaka koje uključuju primjenu nepesticidnih mjera i racionalnu primjenu prihvatljivijih djelatnih tvari.

Jedna od alternativnih metoda suzbijanja žičnjaka jest sjetva lovnih biljaka atraktivnih štetnicima, pomoću kojih se privlače štetnici na određeni dio parcele, nakon čega se štetnici mogu suzbiti lokalizirano, tretiranjem samo toga dijela, što rezultira znatnim ekonomskim i ekološkim uštedama. Lovne su biljke učinkovite za masovan ulov jer su alternativni izvor hrane za žičnjake. Metoda lovnih biljaka neškodljiva je za okoliš pa je prihvatljiva mjera u integriranoj zaštiti, odnosno održivoj biljnoj proizvodnji.

Raspored i veličina dijela parcele koja će biti zasijana lovnim biljkama ovisi o ciljanom organizmu, odnosno o štetniku koji se suzbija. Poznavanje ponašanja štetnika vrlo je važno; za vrste koje nisu previše mobilne dovoljno je lovne biljke postaviti po obodu glavnog usjeva, a za mobilnije je vrste potrebno i usijavati trake lovnih biljaka unutar usjeva (Wszelaki i Broughton, 2012). Površina pod lovnim biljkama treba biti proporcionalna očekivanom napadu i mobilnosti štetnih organizama, no obično iznosi 10 % do 20 % površine zasijane glavnom kulturom. Kada su štetnici privučeni lovnim biljkama, vrlo je važno pravovremeno ih suzbiti, jer u protivnom na parceli nastaje žarište štetnog organizma, nakon čega može slijediti napad veći nego li bi inače bio.

Biljke koje su privlačnije štetnicima siju se neposredno uz uzgajani usjev, da bi se štetnici odvratili od napada, barem u fazi dok je kultura osjetljiva na njihov napad (Landl i Glauninger, 2011) ili da bi se zadržali na određenom mjestu na parceli te potom suzbili (Hokkanen, 1991). Lovne biljke mogu biti iste kao i glavni usjev, no sijane dosta ranije ili kasnije od glavnog usjeva. Mogu se koristiti i sasvim različite kulture sijane u isto vrijeme kad i glavni usjev.

Vernon i sur. (2000) pokazali su da sjetva riže osam dana prije sadnje jagoda (na istoj parceli) smanjuje štete od *Agriotes* vrsta sa 43 % na 5,3 % u odnosu na parcele na kojima nije zasijana riža kao lovna biljka. Staudacher i sur. (2011) molekularnim analizama sadržaja crijeva žičnjaka utvrdili su da se žičnjaci radije hrane međususjevima (lovnim biljkama) nego uzgajanom kulturom (Barsics i sur., 2013). Landl i Glauninger (2011) provedli su istraživanje u kojem su u suzbijanju žičnjaka u krumpiru lovne biljke bili grašak (*Pisum sativum* L.), pšenica (*Triticum aestivum* L.) i uljana rotkva (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* cv. Adagio). Pregledom tla pod usjevima lovnih biljaka na prisutnost žičnjaka najbolju učinkovitost pokazao je grašak kao lovna biljka.

Cilj ovog rada bio je istražiti učinkovitost lovnih biljaka pšenice (*Triticum aestivum* L.) i graška (*Pisum sativum* L.) u suzbijanju žičnjaka, odnosno utvrditi

postoje li razlike u sklopu i prinosu kukuruza između polja na kojemu je kukuruz zasijan na cijeloj površini i onog na kojemu su uz kukuruz zasijane lovne biljke.

MATERIJALI I METODE RADA

Kopanje jama

Istraživanje je provedeno 2013. godine na području Virovitice, na lokalitetu Lukač – Budrovac Lukački. Visina populacije žičnjaka u tlu utvrđivana je u proljeće (29. travnja), metodom kopanja jama 25 x 25 x 25 cm na deset mjesta na pokusnoj parceli. Svi nađeni žičnjaci izdvojeni su u bočice sa 70 postotnim alkoholom, identificirani su te je izračunata visina populacije, odnosno jesu li prijedeni pragovi odluke i treba li obaviti preventivno tretiranje.

Postavljanje pokusa

Pokusna parcela bila je veličine 4800 m² (32 m x 150 m). Pokus se sastojao od dva dijela: na jednom dijelu parcele zasijan je kukuruz i lovne biljke, na drugom dijelu parcele samo kukuruz. Između pokusnih parcela, u dužini od 20 m, zasijan je netretirani kukuruz. Na prvom dijelu parcele, sjetva lovnih biljaka obavljena je prije sjetve kukuruza (12. ožujka), uz rubove parcele i po sredini, u širini od 4,20 m (slika 1.). Kao lovne biljke sijani su pšenica (*Triticum aestivum* L.) i grašak (*Pisum sativum* L.) u mješovitom usjevu. Sjetva kukuruza obavljena je 29. travnja (slika 2.).



Slika 1. Zasijane lovne biljke,
Lukač (snimila A. Kozina)



Slika 2. Sjetva kukuruza,
Lukač (snimila A. Kozina)

Istraživanje učinkovitosti insekticida

Na svakom dijelu parcele postavljen je pokus s insekticidima prema metodi slučajnoga bloknooga rasporeda. Insekticidi su primijenjeni tretiranjem sjemena ili deponiranjem granula insekticida uz sjeme u brazdu. U svaki pokus uključene su tri varijante insekticida i netretirana kontrola.

Varijante pokusa bile su:

- tiametoksam 0,9 l/100 kg (tvornički tretirano sjeme);

- tiametoksam 0,9 l/100 kg sjemena + teflutrin 5 kg/ha (tvornički tretirano sjeme + granulirani insekticid primijenjen u traku);
- teflutrin 10 kg/ha (granulirani insekticid primijenjen u traku);
- netretirana kontrola.

Očitavanje sklopa biljaka kukuruza

Sklop biljaka očitavan je četiri puta; 14. svibnja, 21. svibnja, 29. svibnja i 5. lipnja 2013. Očitavana su središnja dva reda svake varijante, 14,3 dužna metra, ukupne površine 10 m².

Mjerenje prinosa

Berba klipova kukuruza obavljena je 18. listopada. Pobrano je 2 x 10 klipova u nizu na svakoj varijanti, nakon čega je izračunat prinos. Prinos je utvrđen vaganjem klipova, runjenjem zrna i određivanjem vlage, preračunato na 14 % vlage, a prema formuli:

$$\text{„Suho“ kg} = \text{„Vlažno“ kg} - (\text{„Vlažno“ kg} \times \text{SF} \times \text{PR}) \quad (1),$$

pri čemu je:

„Suho“ kg = kg suhog zrna/ha;

„Vlažno“ kg = kg vlažnog zrna/ha;

SF = faktor koji se koristi pri preračunavanju, a ovisi o sadržaju vlage na koji želimo preračunati prinos (Semmel, 1997); u našem je slučaju faktor bio 0,01163 jer je željeni sadržaj vlage bio 14 %;

PR = postotak vlage koji se želi ukloniti (originalna vlaga - željena vlaga).

Prosječan prinos po parceli izračunat je temeljem prosječnoga prinosa po biljci te na osnovi prosječnoga broja biljaka po hektaru utvrđenog u zadnjem očitavanju sklopa (5. lipnja). Analiza varijance obavljena je radi testiranja razlike među pojedinim pripravcima, radi učinkovitosti lovni biljaka, a prosjeci su uspoređeni Duncan-ovim testom rangova (ARM 7[®], Gylling Data Management, 2005). Utvrđen je postotni gubitak prinosa na dijelu parcele zasijane lovni biljkama i na dijelu parcele na kojem nisu zasijane lovne biljke.

REZULTATI I RASPRAVA

Metodom kopanja jama na pokusnoj parceli utvrđena je zaraza od 16 žičnjaka/m² što je iznad praga odluke.

Tablica 1. Prosječan sklop biljaka kukuruza u razdoblju od 14. svibnja do 5. lipnja 2013. i rezultati ANOVE

Polje	Djelatna tvar	Broj biljaka/10 m ²			
		14. 05. 2014.	21. 05. 2014.	29. 05. 2014.	04. 06. 2014.
Kukuruz	tiametoksam+teflutrin	71,81 a	71,81 a	70,38 a	68,13 a
	tiametoksam	71,13 a	71,13 a	71,31 a	67,88 a
	teflutrin	72,94 a	72,94 a	72,44 a	70,13 a
	kontrola	65,5 b	65,5 b	64,69 b	58,69 b
LSD	2,391*	2,75*	2,93*	3,33*	
Kukuruz + lovne biljke	tiametoksam+teflutrin	71,56	70,88	71,31	68,5
	tiametoksam	69,88	70,94	69,88	68,06
	teflutrin	71,25	71	70,13	68,31
	kontrola	70,38	70,31	69,63	66,38
LSD	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

ns – nije statistički značajno; * statistički značajno na razini $P < 0,05$

Rezultati analize varijance upućuju na značajne razlike u sklopu biljaka između kontrolne varijante i insekticidnih tretmana na pokusu bez lovnih biljaka. Nisu utvrđene značajne razlike u sklopu biljaka između insekticida i netretirane kontrole u pokusu s lovnim biljkama (tablica 1.).

Tablica 2. Prosječan prinos zrna kukuruza s 14 % vlage 18. listopada 2013. i rezultati ANOVE

Polje	Djelatna tvar	Prosječan prinos zrna (14% vlage)/ha	
Kukuruz	tiametoksam+teflutrin	8522,98 a	8522,98 a
	tiametoksam	8134,95 a	8134,95 a
	teflutrin	9323,25 a	9323,25 a
	kontrola	4350,87 b	4350,87 b
LSD		3251,81*	
Kukuruz + lovne biljke	tiametoksam+teflutrin	8270,82 a	8270,82
	tiametoksam	8140,95 a	8140,95
	teflutrin	8301,72 a	8301,72
	kontrola	7378,07 a	7378,07
LSD		2479,76*	n.s.

ns – nije statistički značajno; * statistički značajno na razini $P < 0,05$

Statistička analiza pokazala je da postoje značajne razlike u prinosu među kontrolnom varijantom i insekticidnim tretmanima na pokusu bez lovnih biljaka. Istovremeno, nisu uočene razlike u prinosu među insekticidima i netretiranom kontrolom u pokusu s lovnim biljkama (tablica 2.).

Rezultati istraživanja ukazuju da su sklop i prinos biljaka viši u dijelu pokusa s lovnim biljkama, što se podudara s rezultatima kanadskih istraživača (Vernon i sur., 2000). Prinos na kontroli sa zasijanim lovnim biljkama jest do 69,58 % viši u odnosu na prinos na kontroli s kukuruzom kao glavnim usjevom (tablica 2.), a sklop na kontroli s lovnim biljkama viši je do 13,1 % (tablica 1.) u odnosu na sklop na kontroli s kukuruzom kao glavnim usjevom. Sjetva pšenice i graška pozitivno je utjecala na smanjenje populacije žičnjaka u glavnom usjevu što pokazuju i rezultati statističke analize prikazani tablicama 1. i 2., iz kojih je vidljivo da nema značajnih razlika između insekticidnih tretmana i kontrole. Istovremeno, na pokusnoj parceli bez lovnih biljaka, insekticidni su tretmani pokazali značajne razlike u sklopu i u prinosu biljaka u odnosu na kontrolnu varijantu (tablice 1. i 2.). Dobiveni se rezultati potvrđuju istraživanjima Hokkanena (1991) koji je sjetvom lovnih biljaka neposredno uz uzgajani usjev zadržao štetnike na određenom mjestu na parceli, čime je smanjio potrebu za primjenom insekticida.

Prema rezultatima istraživanja može se zaključiti da sjetva lovnih biljaka

(pšenice i graška) smanjuje štete od žičnjaka i pozitivno utječe na sklop i prinos kukuruza, što unaprjeđuje proizvodnju kukuruza na ekološki prihvatljiv način.

*Rezultati ovog istraživanja proizašli su iz projekta „Integrirana zaštita od žičnjaka u uvjetima klimatskih promjena i novih spoznaja“ koji je financiralo Ministarstvo poljoprivrede putem Vijeća za istraživanja u poljoprivredi (VIP), tvrtke Syngenta Agro d.o.o. i Majić-gradnja d.o.o. Iskreno se zahvaljujemo na nesebičnoj pomoći gospodina Josipa Špoljara (OPG Špoljar) i gospodina Zlatka Katančića (OPG Katančić).

SUMMARY

Wireworms, along with the western corn rootworm, are the most damaging pests of corn seeds and roots, thus reducing the crop density, product quality and yield. The control of wireworms can be done only preventively, based on the results of soil examination or monitoring of adults with sexual pheromones. Due to many limitations, the number of permitted insecticides is decreasing. It is therefore necessary to explore the possibilities for controlling wireworms, including non-pesticidal measures and the rational application of acceptable active ingredients. The results of European and Canadian researchers suggest that sowing the trap crops along the main crop reduces pest attack and increases the yield. The aim of this study was to determine whether there are differences in crop density and yield between the corn sown as main crop and corn sown along with trap crops (wheat and peas). The field experiment consisted of two parts: one part of the plot was sown with corn and trap crops, and on the other part of the experiment only corn was sown. The field experiment consisted of three treatments with insecticidal seed treatments and non-treated control. According to the results of the first year of research, we can conclude that sowing trap crops positively affects the crop density and corn yield, which enhances the production of corn in an environmentally acceptable manner.

Key words: corn, crop density, trap crop, wireworms, yield

LITERATURA

Bažok, R. (2007). Žičnjaci. Glasilo biljne zaštite, 5: 339 – 343.

Barsics, F., Haubruge, E., Verheggen, F. J. (2013). Wireworms' Management: An Overview of the Existing Methods, with Particular Regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). *Insects*, 4 (1): 117-152.

Gylling Data Management (2005). Inc. ARM software Revision 7.2.2. September 12, 2005. Brookings, South Dakota, USA

Hokkanen, M. T. H. (1991). Abstract. In: Trap Cropping in Pest Management. *Annual Review of Entomology*, 36: 119-138.

Johnson, S. N. i Nielsen, U. N. (2012). Foraging in the Dark - Chemically Mediated Host Plant Location by Belowground Insect Herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 38, 604-614.

Landl, M. i Glauninger, J. (2011). Preliminary investigations into the use of trap crops to control *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae) in potato crops. *Journal Science*, 86 (1): 85-90.

Maceljki, M. (2002). Poljoprivredna entomologija. Zrinski d.d., Čakovec

.....

Morales-Rodriguez, A., Ospina-Lopez, A., Wanner, K.W. (2011). Evaluation of four different bait traps to sample wireworms (Coleoptera: Elateridae) infesting wheat and barley crops in Montana. U: Ehlers, R. U., Crickmore, N., Enkerli, J., Glazer, I., Kirchmair, M., Lopez-Ferber, M., Neuhauser, M., Strasser, H., Tkaczuk, C., Traugott, M. (ur.). *Insect Pathogens and Entomopatogenic Nematodes: Biological Control in IPM Systems IOBC/wprs Bulletin*, 66: 525-528.

Parker, W.E., Howard, J.J. (2001). The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the U.K. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 85-98.

Semmel, T. (1997). *Purdue Crop Diagnostic Training and Research Center: Corn & Soybean and Field Guide*. Purdue University.

Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2013). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb

Staudacher, K., Schallhart, N., Pitterl, P., Wallinger, C., Brunner, N., Landl, M., Kromp, B., Glauning, J., Traugott, M. (2011). Occurrence of *Agriotes* wireworms in Austrian agricultural land. *Journal of Pest Science*. DOI 10.1007/s10340-011-0393-y

Toth, M., Furlan, L. (2005). Pheromone composition of European click beetle pests (Coleoptera: Elateridae): common components – selective lures. In: *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes: Melolontha*. IOBC/wprs Bulletin, 28 (2): 133-142.

Vernon, R. S., Kabaluk, T., Behringer, A. (2000). Movement of *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae) in strawberry (Rosaceae) plantings with wheat (Gramineae) as a trap crop. *The Canadian Entomologist*, 132 (2): 231-241.

Wszelaki, A. i Broughton, S. (2012). *Trap Crops, Intercropping and Companion Planting*. University of Tennessee Institute of Agriculture, US, W235-F(rev) R12-5110-066-012-13 13-0076

Znanstveni rad