

Determining of the Injuriousness of the Larvae of Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Croatian Conditions

Renata DOBRINČIĆ¹

Jasminka IGRC BARČIĆ¹

Richard C. EDWARDS²

SUMMARY

The aim of the study was to check how the USA literature data about the correlation between: a)WCR population level and root damage rates; b)root damage rates and corn yield; c)WCR population level and corn yield, corresponds to the Croatian data in the conditions of low to moderate population level. The possibility of predicting the damages caused by WCR based on some of parameters (number of eggs in soil, number of emerged adults and root damage rate) was also checked.

In 1998, the investigation was done in 6 continuous corn fields in Vukovarsko-srijemska county. In 1999 and 2000 the investigations were done in continuous corn field in Tovarnik. Number of eggs in soil was established by taking soil samples and by washing it in Spears equipment. To determine the number of emerged beetles per plant emergency cages were placed over corn plants. The root damage rates were established by digging, washing and rating roots after Iowa state scale (1-6). The yield was measured.

In 1998, no eggs were found in soil samples. In 1999 an average of 3 eggs/sample, and in 2000 an average of 5 eggs/sample were found. The number of eggs per plant was predicted as 4,8 eggs per plant in 1999 and 7,8 eggs per plant in 2000.

Number of beetles per plant was between 0 and 6,67. The average number of emerged beetles per plant was in 1999 17, and in 2000, 48. The root damage rates in 1998 were between 1,86 and 2,59, in 1999 between 2,38 and 2,9 and in 2000 between 2,83 and 5,66. The correlation coefficient between the number of emerged adults and root damage rate was $r^2=0,924$. The regression line is described by the formula $y=2,2+0,031x$. Between the root damage rate and yield in 1998 a strong significant negative correlation was established. In 1999 full significant negative correlation was established. In 2000 no significant weak negative correlation was established. Because of low level of infestation and no significant correlation in 2000, the regression coefficient was not calculated.

Comparing the results with US literature data, at this level of infestation we can conclude that the damages caused by WCR in Croatia are similar as in USA. For better understanding the relationships between different variables the investigations in the conditions of higher attack of WCR should be done.

KEY WORDS

correlation, Croatia, damage, Western Corn Rootworm

¹ Department of Agricultural Zoology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: rdobrincic@agr.hr, igrc@agr.hr

² Department of Entomology, Purdue University, West Lafayette, IN, USA
E-mail: rich_edwards@entm.purdue.edu

Primljeno: December 3, 2001

Utvrđivanje štetnosti ličinki kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u uvjetima Hrvatske

Renata DOBRINČIĆ¹

Jasminka IGRC BARČIĆ¹

Richard C. EDWARDS²

SAŽETAK

Svrha ovih istraživanja bila je provjeriti u uvjetima Hrvatske podatke o korelacijskim odnosima između a) broja izašlih kornjaša kukuruzne zlatice i stupnja oštećenja korijena kukuruza; b) stupnja oštećenja korijena i prinosa; i c) broja izašlih kornjaša i prinosa. Također se željelo utvrditi je li postoji mogućnost prognoziranja šteta od kukuruzne zlatice na temelju nekog od praćenih parametara.

U 1998.g. praćena je populacija na 6 polja u Vukovarsko-srijemskoj županiji, a u 1999. i 2000.g. istraživanja su provedena u Tovarniku. Za utvrđivanje broja jaja u tlu uzimani su uzorci tla koji su potom ispirani pomoću Spearsovog flotacionog aparata. Brojnost kornjaša utvrđivana je postavljanjem entomoloških kaveza preko biljaka kukuruza, a stupanj šteta vađenjem i ispiranjem korijena te ocjenjivanjem po Iowa skali 1-6. Na pokusnim parcelama mjeren je i prinos.

U 1998.g. nije utvrđena prisutnost jaja niti u jednom uzorku. U 1999.g. prosječno je utvrđeno 3 jaja/uzorku, a u 2000.g. 5 jaja/uzorku. Temeljem toga je izračunat je broj jaja po biljci, koji se kretao od 4,8 (u 1999.g.) do 7,8 (u 2000.g.).

Broj kornjaša po biljci bio je u 1998.g. od 0-6,67, dok je prosječni broj kornjaša /biljci u 1999.g. bio 17, a u 2000.g. 48. Stupanj oštećenja korijena je u 1998.g. bio nizak, od 1,86-2,59. U 1999.g. štete su se kretale od 2,38 do 2,9, a u 2000.g. između 2,83 i 5,66. Prosječni korelacijski koeficijent utvrđen na temelju trogodišnjih rezultata bio je $r^2 = 0,924$, signifikantan na nivou 5%. Izračunata jednadžba pravca za ove dvije varijable iznosi $y = 2,2 + 0,031x$. Između stupnja oštećenja korijena i postignutog prinosa za 1998.g. utvrđena je jaka negativna korelacija opravdana na nivou 5%. Za 1999.g. je utvrđena vrlo jaka negativna korelacija, dok je za 2000.g. utvrđena slaba negativna korelacija koja nije bila signifikantna. Zbog malog stupnja oštećenja u 1998. i 1999.g. i nesignifikantne korelacije u 2000.g. nije izračunavan koeficijent regresije.

Uspoređujući podatke s onima američkih autora možemo zaključiti da kukuruzna zlatica u Hrvatskoj izaziva podjednake štete kao i u uvjetima SAD. Za bolje opisivanje međusobnih veza pojedinih varijabli trebalo bi obavljati istraživanja u uvjetima više zaraze ili u uvjetima umjetne zaraze jajima kukuruzne zlatice.

KLJUČNE RIJEČI

Hrvatska, korelacije, kukuruzna zlatica, štetnost

¹ Zavod za poljoprivrednu zoologiju, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: rdobrincic@agr.hr, igrc@agr.hr

² Department of Entomology, Purdue University, West Lafayette, IN, USA
E-mail: rich_edwards@entm.purdue.edu

Primljeno: 3. prosinca 2001.

UVOD

Kukuruzna zlatica je novi član entomofaune Hrvatske. Prva pojava ovog štetnika u Hrvatskoj zabilježena je 1995.g. (Igrc Barčić i Maceljki, 1996.). Na potencijalnu važnost ovog štetnika za hrvatsku poljoprivredu hrvatski znanstvenici su ukazali već 1993.g. (Maceljki i Igrc Barčić). Od 1995.g. do danas kukuruzna zlatica se proširila na glavni dio uzgojnog područja kukuruza. Prema najnovijim podacima oko 220.000 ha kukuruza nalazi se u zaraženom području (Igrc Barčić et al., 2001.)

Glavnu štetu na kukuruzu pričinjavaju ličinke kukuruzne zlatice hraneći se korijenom. Do istraživanja koja su 1967. i 1970. proveli Branson i Ortman smatralo se da su ličinke monofagne te da se hrane samo kukuruzom. Tek su rezultati njihovih istraživanja pokazali da se ličinke mogu hraniti i drugim biljnim vrstama. Od 22 istraživane biljne vrste na 18 vrsta ličinke su se mogle hraniti, a na njih 13 su mogle završiti svoj razvoj. Sve istraživane biljne vrste pripadaju porodici Poaceae, pa su autori zaključili da su ličinke oligofagne i da su im domaćini biljke porodice Poaceae. Kao najpogodniji domaćin (najveći broj kornjaša, najplodnije ženke) pokazao se kukuruz, dok korov koji je blizak kukuruzu, sirak, nije pogodan domaćin za ovu vrstu jer u korijenu sadrži cijanovodičnu kiselinu (Branson et al., 1969.). Kasnijim istraživanjima (Branson i Ortman, 1971.) krug domaćina na kojima ličinke mogu završiti razvoj proširuju na 21 biljnu vrstu iz porodice Poaceae.

Do sada su ekonomske štete od ličinki kukuruzne zlatice zabilježene samo na kukuruzu. Na štetnost ličinki kukuruzne zlatice utječu brojni čimbenici. Turpin et al. (1972.) kao važne čimbenike navode sadržaj gline u tlu, sadržaj kalija i fosfora, nagib polja, melioriranost polja, datum sjetve i gustoću sklopa. O tome koliki broj ličinki po biljci izaziva ekonomske štete i stvarne gubitke prinosa postoje različiti podaci.

Većina autora se slaže da kod zaraze sa 100 jaja po biljci dolazi do oštećenja koja mogu izazvati značajne gubitke prinosa (Branson et al., 1980., Branson et al., 1982., Branson et al., 1983., Davis 1994.). Brojni su autori također utvrdili signifikantnu korelaciju između broja jaja i stupnja oštećenja korijena (Riedell i Schumacher, 1994., Davis, 1994., Branson et al., 1980.), broja jaja i snage potrebne za čupanje biljke (Riedell i Schumacher, 1994., Branson et al., 1980.), te broja jaja i % poleglim biljaka (Riedell i Schumacher, 1994.). Korelacija je utvrđena i između broja jaja i broja izišlih kornjaša po biljci (Riedell et al., 1992., Branson et al., 1980., Gray and Tollefson, 1987.). U većini istraživanja u kojima je primjenjivana metoda umjetne zaraze jajima kukuruzne zlatice, od 100 jaja razvoj završava 4-6 kornjaša (Chiang et al., 1980., Branson et al., 1980., Branson et al., 1982., Branson et al., 1983.).

O korelaciji između stupnja oštećenja korijena i prinosa postoje različiti i ponekad vrlo kontroverzni podaci. Chiang et al. (1980.) upućuju na činjenicu da je pri procjeni praga tolerantnosti na kukuruznu zaticu važno voditi računa o oborinama jer one mogu znatno utjecati na prinos kod istog stupnja šteta. Forster et al. (1986.) kao i Spike i Tollefson (1989.) navode slabu korelaciju između stupnja oštećenja korijena i priroda. To obrazlažu jakom varijabilnošću prinosa oštećenih biljaka u različitim klimatskim i agrotehničkim uvjetima. Spike i Tollefson (1989.) smatraju da se prinos bolje može predvidjeti na osnovu biomase korijena nego na osnovu oštećenja. Hills i Peters (1971.) su utvrdili korelacijski koeficijent između stupnja oštećenja korijena i priroda -0,32, a korelaciju opisuju kao linearnu. U njihovim istraživanjima je koeficijent regresije iznosio oko 365 kg/ha. Linearnu korelaciju između ove dvije varijable su utvrdili i Branson et al. (1980.) čiji rezultati također govore o koeficijentu regresije od oko 310 kg/ha. S druge pak strane Turpin et al. (1972.) korelaciju između stupnja šteta i prinosa opisuju kao parabolu i prema njihovim rezultatima svaki porast oštećenja korijena za 1 iznad praga tolerantnosti (ocijena 2,5) izaziva gubitak prinosa od 672 kg/ha.

Prema podacima Chianga et al.(1980.) ličinke od kojih se razvije 40 kornjaša na jednoj biljci smanjuju prinos ovisno o klimatskim uvjetima od 2,3 do 8,7%. Branson et al. (1980.) pokazuju da je broj kornjaša koji su dovršili svoj razvoj na biljci u korelaciji s prinosom i prema njihovim podacima 1 kornjaš koji je dovršio svoj razvoj na biljci znači gubitak prinosa od 15 kg/ha. Zseller i Szell (2000.) navode da se prema prvim rezultatima iz Mađarske ekonomske štete mogu očekivati ako svoj razvoj na 1 biljci završi više od 10 kornjaša. Inače broj kornjaša koji su završili razvoj na 1 biljci u 2000.g. u uvjetima Mađarske je bio 4-53. Ova korelacija prema Riedellu i Sutteru (1995.) može biti upitna budući da je u izrazito vlažnim godinama i uvjetima visoke zasićenosti tla vodom broj izašlih kornjaša po biljci znatno manji nego u uvjetima normalnih vodozračnih odnosa u tlu a pri istom stupnju oštećenja.

Korelaciju između broja ličinki i % štete za vrstu *Diabrotica barberi* (Northern Corn Rootworm- NCR) opisali su Petty et al. (1969., cit. Chiang, 1973.), a koeficijent regresije između ove dvije varijable su prikazali formulom:

$$\% \text{gubitka prinosa} = 0,001 + 0,765x$$

gdje je x broj ličinki po biljci. Ova regresija je utvrđena kod zaraze do 25 ličinki po biljci. Apple (1971., cit. Chiang, 1973.) navodi da jedna ličinka NCR-a po biljci izaziva gubitak prinosa od 0,86%. Sličnih podataka za WCR nema.

Svrha ovih istraživanja bila je:

1. utvrditi mogućnost prognoziranja šteta od kukuruzne zlatice na temelju tri kriterija: brojnosti jaja u tlu, stupnja oštećenja korijena i brojnosti imaga koja su dovršila svoj razvoj na zaraženom kukuruzu
2. provjeriti u uvjetima Hrvatske podatke literature o korelacijskim odnosima između:
 - a) broja izišlih kornjaša i stupnja oštećenja korijena
 - b) stupnja oštećenja korijena i priroda,
 - c) broja izišlih kornjaša i priroda;

MATERIJALI I METODE RADA

Da bi se utvrdila brojnost jaja u tlu u ožujku 1998.g. uzimani su uzorci tla s 6 parcela s visokim ulovom zlatice u 1997.g., na kojim parcelama je u 1998.g. trebao biti ponovno sijan kukuruz. U ožujku 1999. i 2000.g. uzimani su uzorci tla s parcele na kojoj su u 1999. i 2000.g. obavljena sva kasnije navedena opažanja, a na kojoj je kukuruz sijan u ponovljenoj sjetvi od 1992.g.

Uzorci u 1998.g. su uzimani s 5 mjesta na parceli, dakle na 6 parcela uzeto je ukupno 30 uzoraka. Lopatom uzeto je oko 1 kg tla, dio iz sloja 0-10 cm, a dio iz sloja 10-20 cm. Ukupno je s jedne parcele uzeto 5 x 1 kg tla koje je ravnomjerno izmješano i posušeno. Nakon sušenja od svakog uzorka 100 ml tla (5 x 100 ml s jedne parcele) koji su isprani i utvrđen je broj jaja.

U 1999. i 2000.g. uzeti su uzorci s po jedne parcele. Način uzimanja uzoraka bio je isti kao u 1998.g., samo je broj uzoraka s jedne parcele povećan na 10. Ukupno je u svakoj od ove dvije godine uzeto 10 uzoraka.

Uzorci su isprani Spearsovim flotacionim aparatom koji se inače koristi za ispiranje cistolikih nematoda.

Na parcelama na kojima su uzeti uzorci tla krajem lipnja su postavljeni entomološki kavezi u kojima je praćen izlazak odraslih zlatice iz tla. U 1998.g. na svaku parcelu je postavljeno tri kaveza, a 1999. i 2000.g. na parceli u Tovarniku postavljeno je po 8 kaveza. Kavezi su postavljeni na 8 parcelica od po 25 m² na kojima su obavljena i daljnja opažanja. Entomološki kavezi su izrađeni po modelu Heina i Tollefsona (1985.). Kavezi su izrađeni od drvenog okvira dimenzija 86 x 40 cm, visine 15 cm. Na okvir je postavljena mreža čiji se prorez zatvara pomoću čičak trake. Kavez je postavljen iznad 3 biljke kukuruza tako da je okvir malo ukopan u tlo i s vanjske strane nagnut sa zemljom kako bi zlatice koje su izašle iz tla oko biljaka, ostale unutar kaveza. Zlatice izašle iz tla sakupljane su svakih 7 dana aspiratorom i bilježen je njihov broj. U 1999. i 2000. g. u kavez je postavljen i

Multigard mamac kako bi se zlatice ulovile na njega i tako smanjila vjerojatnost pogreške i bijega zlatice iz kaveza.

Ocjena oštećenja korijena u 1998. i 1999.g. obavljena je vađenjem 20 korijena biljaka (ne onih pokrivenih kavezom) na parcelama na kojima su postavljani entomološki kavezi. U 2000.g. ocjena oštećenja korijena obavljena je na istim onim biljkama koje su bile pokrivene kavezima. Osim s ovih parcela, svake godine na pokusima koji su provedeni u svrhu utvrđivanja djelotvornosti insekticida namijenjenih suzbijanju ličinki, utvrđivana je prosječna ocjena oštećenja korijena. Tako je korijen ocjenjen na 100 parcela (25 varijanti) u 1998, 132 (33 varijante) u 1999. i 84 parcele (21 varijanta) u 2000.g. Sa svake parcele ocijenjeno je 20 biljaka, odnosno 80 biljaka po varijanti. Oštećenja korijena su ocijenjena u 1998.g. po skali Musick i Suttle (1972.) a kasnije su konvertirana u modificiranu Iowa state skalu po kojoj je ocjenjivano u 1999. i 2000.g. Sa svake ocjenjene parcele je u rujnu izvagan prinos, te je izračunat prosječan prinos za svaku varijantu.

Temeljem podataka o prosječnom broju izašlih zlatice/biljci i stupnju oštećenja korijena na pokusnoj parceli izračunat je korelacijski koeficijent između ove dvije varijable (broj zlatice/ biljci i stupanj oštećenja korijena) za svaku godinu.

Temeljem podataka o broju izašlih kornjaša po biljci i postignutim prinosima na pokusnim parcelama u 1999. i 2000.g. izračunat je korelacijski koeficijent između ove dvije varijable.

Svi korelacijski koeficijenti testirani su t-testom i nakon opravdanosti izračunat je koeficijent regresije.

Da bi se utvrdila priroda i jačina korelacijskog odnosa između stupnja oštećenja korijena i postignutog prinosa korišteni su podaci o prinosu i stupnju oštećenja korijena iz pokusa s insekticidima.

Na temelju podataka o stupnju oštećenja korijena i postignutog prinosa u svakom pokusu u pojedinoj godini izračunat je korelacioni koeficijent, testiran t-testom i izračunat je koeficijent regresije. Nakon toga je za svaku godinu izračunat prosječni korelacioni i regresioni koeficijent.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Pregledom ukupno 30 uzoraka tla (5 uzoraka s 6 parcela) u 1998.g. niti u jednom nisu pronađena jaja kukuruzne zlatice. Prosječna zaraza jajima kukuruzne zlatice utvrđena pregledom 10 uzoraka s jedne parcele u 1999. g bila je 3 jaja/100 ml uzorka, a u 2000. g 5 jaja/100 ml uzorka.

Broj izašlih zlatice po biljci, prosječni stupanj oštećenosti korijena te prinosi ili indeksi prinosa postignuti u pokusima u 1999. i 2000. g. prikazani su u tablicama 1 - 5.

Tablica 1. Broj zlatice/biljci, oštećenje korijena i prinos u Tovarniku u 1999.g.
 Table 1. Number of beetles/plant, root damage rating and yield in Tovarnik in 1999

Broj parcele Plot number	Zlatica/biljci Beetles/Plant	Prosječno oštećenje korijena (1-6) Average root rating(1-6)	Prinos t/ha Yield t/ha
I	34	2,85	12,132
II	6	2,45	12,84
III	12,3	2,88	12,22
IV	9,67	2,9	11,29
V	15,3	2,83	11,45
VI	39	2,78	10,59
VII	21,3	2,78	12,12
VIII	2	2,38	14,42

 Tablica 2. Broj zlatice/biljci, oštećenje korijena i prinos u Tovarniku u 2000.g.
 Table 2. Number of beetles/plant, root damage rating and yield in Tovarnik in 2000

Broj parcele Plot number	Zlatica/biljci Beetles/Plant	Prosječno oštećenje korijena (1-6) Average root rating(1-6)	Prinos t/ha Yield t/ha
I	30,67	2,83	8,94
II	36,33	3,16	8,94
III	11	2,83	11,4
IV	66,3	3,83	11,4
V	40,66	3,83	11,4
VI	85	5,66	11,4
VII	34	3,33	12,24
VIII	83,3	4,66	12,24

 Tablica 3. Oštećenje korijena i prinos (indeks) u pokusima s insekticidima u 1998.g.
 Table 3 Root damage rating and yield (index) in the insecticide trials in 1998

Pokus I - Trial N° 1		Pokus II - Trial N° 2		Pokus III - Trial N° 3	
Prosječno ošt. korijena Average root rating	Prinos - Yield (index)	Prosječno ošt. korijena Average root rating	Prinos - Yield (index)	Prosječno ošt. korijena Average root rating	Prinos - Yield (index)
1,26	142,34	1,21	114	1,25	96,75
1,28	125,26	1,23	111,13	1,25	94
1,26	136,65	1,28	125,38	1,28	99,63
1,3	128,11	1,19	108,25	1,23	99,58
1,23	133,8	1,2	105,38	1,1	102,5
1,24	136,65	1,24	119,5	1,65	93,88
1,27	139,5	1,25	113,88		
1,29	113,88	1,27	102,5		
1,62	108,18	1,68	99,75		

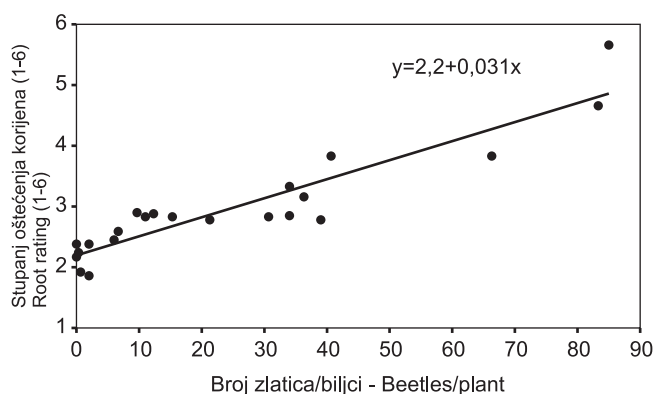
 Tablica 4. Oštećenje korijena i prinos (indeks) u pokusima s insekticidima u 1999.g.
 Table 4 Root damage rating and yield (index) in the insecticide trials in 1999

Pokus I - Trial N° 1		Pokus II - Trial N° 2		Pokus III - Trial N° 3		Pokus IV - Trial N° 4		Pokus V - Trial N° 5	
Oštećenje Root rating	Prinos-Yield- (index)	Oštećenje Root rating	Prinos-Yield- (index)	Oštećenje Root rating	Prinos-Yield- (index)	Oštećenje Root rating	Prinos-Yield- (index)	Oštećenje Root rating	Prinos-Yield- (index)
1,91	134,4	1,79	98	1,87	66,3	1,69	139,1	1,9	101
2,21	127,3	1,83	99,6	1,77	77	2,06	142	1,97	105,6
2,25	125	1,87	94,1	1,71	100,7	1,82	138	2,89	91,7
1,87	132	1,75	99,2	1,75	86,9	1,84	135,4		
2,19	132	1,68	111	1,81	82,8	1,71	142,8		
2,17	129,7	1,69	97,3	2,84	63,2	1,86	142,9		
3,68	117,9	1,88	80,5			1,84	138,8		
		2,7	73,7			2,77	121,2		

Tablica 5. Oštećenje korijena i prinos (indeks) u pokusima s insekticidima u 2000.g.
Table 5. Root damage rating and yield (index) in the insecticide trials in 2000

Pokus I - Trial N° 1		Pokus II - Trial N° 2		Pokus III - Trial N° 3	
Prosječno oštećenje korijena Average root rating	Prinos-Yield- (index)	Prosječno oštećenje korijena Average root rating	Prinos-Yield- (index)	Prosječno oštećenje korijena Average root rating	Prinos-Yield- (index)
1,85	127,38	2	115,6	1,84	117,79
2,09	115,5	2,35	108,8	2,02	104,69
1,99	112,13	2,56	129,2	1,83	106,56
1,96	115,5	3,34	111,07	1,91	114,08
2,36	129,09			1,75	121,59
1,8	115,04			1,92	93,45
2,06	127,38			1,94	106,61
3,24	96,5			1,85	97,23
				3,43	100,92

Temeljem podataka o broju zlatica koje su dovršile razvoj na biljci i prosjeka stupnja oštećenja biljaka na pokusnoj parceli u 1999.g., odnosno stupnja oštećenja istih biljaka koje su bile pokrivene kavezima u 2000. g., izračunat je korelacijski koeficijent za ove dvije varijable. Izračunati korelacijski koeficijent iznosi $r^2 = 0,924$ što prema Roemer-Orphal-ovoj tablici predstavlja potpunu korelaciju. Testiranjem izračunatog korelacijskog koeficijenta utvrđeno je da je on visoko opravdan, pa je stoga izračunavat koeficijent regresije koji iznosi $b = 0,031$. Priroda korelacijskog odnosa između ove dvije varijable se vidi iz grafikona 1 u kojemu su prikazane točke određene podacima trogodišnjih istraživanja, te pravac čija je jednačba $Y = 2,2 + 0,031X$ koji najmanje odstupa od svih prikazanih točaka.



Grafikon 1. Odnos između broja izašlih zlatica i stupnja oštećenja korijena

Graph 1. The relationship between emerged beetles and root damage rating

Temeljem podataka o stupnju oštećenja korijena i postignutom prinosu u svakoj pojedinoj godini izračunati su korelacijski koeficijenti za ove dvije varijable.

Podaci iz 1998. pokazuju jaku negativnu korelaciju koja je opravdana na nivou 5%, $r^2 = -0,512$. Stupanj

šteta je na svim varijantama bio vrlo mali pa nije računat regresioni koeficijent jer bi zbog grupiranja podataka između ocjena 1 i 2 na osi apscisa pravac vjerojatno imao vrlo slabi nagib.

Podaci iz 1999. pokazuju veliku varijabilnost u pogledu postignutog prinosa u različitim pokusima. Da bi se izbjegla netočnost u zaključivanju, podaci za svaki pokus obrađeni su pojedinačno, te su izračunati korelacijski koeficijenti čija je opravdanost testirana. Nakon što smo utvrđena opravdanost svakog od izračunatih korelacijskih koeficijenata, izračunat je prosjek za cijelu godinu. Prosječni korelacijski koeficijent iznosi $r^2 = -0,82$ što predstavlja vrlo jaku negativnu korelaciju između ove dvije varijable. Utvrđena je velika varijabilnost prinosa u pojedinim pokusima, pa nije računat prosječni regresioni koeficijent jer je upitno koliko on zaista može dati pravu sliku o smanjenju prinosa s povećanjem stupnja šteta.

Iz podataka u 2000.g. izračunat je korelacijski koeficijent za ove dvije varijable koji iznosi $r^2 = -0,216$ što predstavlja slabu negativnu korelaciju. Njegovim testiranjem nije potvrđena opravdanost, tako da nije računat regresioni koeficijent.

RASPRAVA

Niti u jednom uzorku u 1998.g. nisu pronađena jaja kukuruzne zlatice. Razlog tome nije nepostojanje jaja na parcelama. Temeljni razlog leži u tome što se jaja vrlo teško otkrivaju i potrebna je velika zaraza da bi se ona mogla otkriti prigodom ispiranja tla. Također je poznato da je raspored jaja u tlu nejednoličan kako horizontalno, tako i vertikalno, pa je za veću točnost potrebno uzeti vrlo mnogo uzoraka (Ruesnik, 1986.). To se potvrdilo i time da je na nekim parcelama zabilježeno izlijetanje zlatice iz tla, npr. u Tovarniku, iako na toj parceli nisu pronađena jaja. Na istoj parceli su zabilježena i oštećenja korijena koja, iako nisu značajna, govore da je određeni dio ličinki kukuruzne zlatice na ovim biljkama završio razvoj.

Temeljem uzoraka koji su uzeti u ožujku 1999.g. utvrđena je prosječna zaraza jajima kukuruzne zlatice na parceli 27/1 u Tovarniku (ista parcela na kojoj su istraživanja obavljena u 1998.g.). Zaraza jajima je u 1999.g. iznosila prosječno 3 jaja/100 ml uzorka, a u 2000.g. prosječno 5 jaja/uzorku. Treba naglasiti da je broj jaja/uzorku u obje godine jako varirao i kretao se od 0 do 10 jaja/100 ml tla. Prema podacima Ruesnika ako se po uzorku (volumena 1 l) pronađe 26 jaja smatra se da je napad zlatice srednji, međutim, za sigurnu u procjenu, potrebno je po parceli uzeti oko 50 uzoraka. Na temelju ovako malog broja uzoraka (10/parceli) i ispranih samo 0,5 l tla u kojem smo pronašli ukupno 30 jaja u 1999. i 50 jaja u 2000.g. teško je dati točnu procjenu zaraze parcele jajima kukuruzne zlatice. Da napad nije bio jak nego srednji do slab govore i podaci o stupnju oštećenja korijena u obje godine koji je bio nešto iznad ekonomskog praga tolerantnosti.

Ruesnik (1986.) također daje formulu prema kojoj se broj jaja/ha računa kao

$Y = DX \times 100.000$, pri čemu je D dubina uzimanja uzoraka u cm, a X broj jaja u 1 l uzorka. Hein et al. (1988.) daju formulu iz koje možemo, ako poznamo broj jaja/ha izračunati broj kornjaša/ha, formula glasi:

$$10^6 \text{ jaja/ha} = -0,36887 + 0,2203 \\ (10^3 \text{ maksimalni broj kornjaša/ha})$$

Ako bi se vrijednosti od 15 jaja/0,5 l tla, odnosno 25 jaja/0,5 l tla uvrstili u ove formule, broj kornjaša po hektaru bi trebao iznositi 289.000 u 1999.g. (prosječno 4,8/biljci), odnosno 470.000 u 2000.g. (prosječno 7,8/biljci). Ovaj proračun potvrđuje da je neophodno znatno više uzoraka s jednog polja za točniju procjenu populacije. Isto tako proračun dokazuje tvrdnju Ruesnika (1986.) da su jaja neravnomjerno distribuirana u polju. To dokazuje činjenica da je na rubovima parcele gdje su postavljani entomološki kavezi utvrđen znatno veći broj kornjaša/biljci, prosječno 17 kornjaša/biljci u 1999. g., odnosno 48 kornjaša/ biljci u 2000.g. Sličnu zarazu su utvrdili u Mađarskoj (Zseller i Szell, 2000.) gdje se broj kornjaša po biljci kretao od 4–53.

Korelaciju između broja kornjaša po biljci i stupnja oštećenja američki autori uglavnom ne računaju. U našim istraživanjima korelacija između broja kornjaša i stupnja oštećenja se pokazala potpunom što je i razumljivo. Prema jednačbi koja je dobivena temeljem rezultata istraživanja ($y = 2,2 + 0,031x$) oštećenje korijena će porasti za jedan, ako na tom korijenu svoj razvoj dovrši 32 kornjaša.

Prema podacima Chianga et al. (1980.) napad ličinki 40 kornjaša koji su dovršili razvoj na jednoj biljci smanjuje prinos za 2,3 do 8,7%, dok Branson et al. (1980.) tvrde da jedna ličinka zlatice koja dovrši razvoj na biljci smanjuje prinos za 15kg/ha. Podaci

o broju zlatice po biljci i prinosu na pokusnim parcelama nisu bili dovoljni da se sa sigurnošću izračuna ovo smanjenje. Procijenjena gubitka prinosa, prema navodima Bransona et al. (1980.), kao i prema dobivenim rezultatima, predviđa da će 32 zlatice/biljci povećati stupanj oštećenja korijena za jedan i isto tako smanjiti prinos za 480 kg/ha. Ovaj gubitak je nešto viši od gubitka kojeg su utvrdili Hills i Peters (1971.), a koji iznosi oko 365 kg/ha i Branson et al. (1980.), a koji iznosi 310 kg/ha, ali je niži od podataka Turpina et al. (1972.) koji govore o gubitku od 672 kg/ha, ali za porast oštećenja za 1 iznad praga tolerantnosti (2,5). Ako se preračuna isti gubitak u odnosu na prinos, to je oko 5% (ako se uzme prosječan prinos od 10 t/ha) što odgovara vrijednostima koje daje Chiang et al. (1980.) Naši rezultati ukazuju na to da će kukuruzna zlatica u uvjetima Hrvatske prouzročiti štete podjednake onima u SAD. Ove procjene bi trebalo detaljnije provjeriti u uvjetima nešto više zaraze od onih koje su bile u našim istraživanjima.

Kao što to navode brojni autori (Hills i Peters, 1971., Turpin, et al., 1972., Chiang et al., 1980., Foerster et al., 1986. i Spike i Tollefson, 1989.), korelaciju između stupnja oštećenja korijena i priroda je u pojedinim godinama vrlo teško utvrditi. To obrazlažu činjenicom da je prinos oštećenih biljaka jako varijabilan u različitim klimatskim i agrotehničkim uvjetima. To se potvrdilo i u našim istraživanjima, tako da je u dvije od tri godine utvrđena opravdana negativna linearna korelacija između stupnja oštećenja korijena i priroda. U ekstremnoj godini, kao što je bila 2000.g. na smanjenje prinosa su utjecali i brojni drugi čimbenici tako da korelacija između stupnja oštećenja i priroda nije bila opravdana. U 2000.g. razlike u prinosu nisu bile opravdane. Iz podataka Turpina et.al.(1972.) poznato je da prinos do praga tolerantnosti (oštećenje 2,5) pada vrlo polako, da bi nakon toga pad prinosa bio znatno brži. Sa svakim stupnjem oštećenja prinos pada za 672 kg/ha, tako da korelacija koju oni opisuju ima oblik parabole. O regresionom koeficijentu pri ovako malim oštećenjima (samo u 2000.g. su oštećenja bila iznad 3) ne može se ispravno zaključivati jer je moguće da u uvjetima malih oštećenja korijena greška bude veća. Da bi se istražila veza između ove dvije varijable bilo bi neophodno imati oštećenja od 1 do 6 u istom pokusu pa onda komparirati prinose tako oštećenih biljaka. Tako zaraženih površina na kojima bi se mogla provesti ova istraživanja u Republici Hrvatskoj još nema.

ZAKLJUČAK

Istraživanjima je utvrđena potpuna pozitivna linearna korelacija između broja zlatice koje su dovršile razvoj na biljci i stupnja oštećenja korijena. Izračunati koeficijent regresije iznosi 0,031, što znači

da će oštećenje korijena porasti za jedan ako na tom korijenu svoj razvoj dovrši 32 kornjaša.

Rezultati provedenih istraživanja upućuju na zaključak da se štete od ličinki kukuruzne zlatice u Hrvatskoj podudaraju sa štetama koje su utvrđene u SAD. Utvrđena je negativna linearna korelacija između broja kornjaša po biljci i prinosa. Između stupnja šteta i prinosa je utvrđena negativna linearna korelacija u dvije od tri godine istraživanja. Regresioni koeficijent nije računat zbog malog stupnja šteta. Potpunije podatke o prirodi korelacijskog odnosa između ove dvije varijable moguće je dobiti samo postavljanjem pokusa u uvjetima više zaraze ili postavljanjem pokusa u uvjetima umjetne infekcije jajima kukuruzne zlatice.

LITERATURA

- Branson, T.F., Ortman, E.E. (1967): Host Range of Larvae of the Western Corn Rootworm. *J. Econ. Entomol.* 60 (1): 201-203.
- Branson, T.F., Ortman, E.E. (1970): The Host Range of Larvae of the Western Corn Rootworm: Further Studies. *J. Econ. Entomol.* 63: 800-803.
- Branson, T.F., Ortman, E.E. (1971): Host range of larvae of the northern corn rootworm. Further studies. *J. Kansas Entom. Soc.* 44:50-52.
- Branson, T.F., Guss, P.L., Ortman, E.E. (1969): Toxicity of Sorghum Roots to Larvae of the Western Corn Rootworm. *J. Econ. Entomol.* 62 (6): 1375-1378.
- Branson, T.F., Sutter, G.R., Fisher, J.R. (1980): Plant Response to Stree Induced by Artificial Infestations of Western Corn Rootworm. *Environ. Entomol.* 9: 253-257.
- Branson, T.F., Sutter, G.R., Fisher, J.R. (1982): Comparison of a Tolerant and a Susceptible Maize Inbred Under Artificial Infestations of *Diabrotica virgifera virgifera* : Yield and Adult Emergence. *Environ. Entomol.* 11: 371-372.
- Branson, T.F., Welch, V.A., Sutter, G.R., Fisher, J.R. (1983): Resistance to larvae of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Three Experimental Maize Hybrids. *Environ. Entomol.* 12: 1509-1512.
- Chiang, H.C. (1973): Bionomics of the northern and western corn rootworms. *Ann. Rev. Entomol.* 18: 47-72.
- Chiang, H.C., French, L.K., Rasmussen, D.E. (1980): Quantitative Relationship Between Corn Rootworm Population and Corn Yield. *J. Econ. Entomol.* 73: 665-666.
- Davis, P.M. (1994): Comparison of Economis Injury Levels for Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Infestig Silage and Grain Corn. *J. Econ. Entomol.* 87 (4): 1086-1090.
- Foster, R.E., Tollefson, J.J., Nyrop, J.P., Hein, G.L. (1986): Value of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) population estimates in pest management decision making. *J. Econ. Entomol.* 79 (2): 303-310.
- Gray, M.E., Tollefson, J.J. (1987): Influence of Tillage and Western and Northern Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Egg Populations on Larval Populations and Root Damage. *J. Econ. Entomol.* 80: 911-915.
- Hein, G.L., Tollefson, J.J. (1985): Use of the Pherocon AM Trap as a Scouting Tool for Predicting Damage by Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae. *J. Econ. Entomol.* 78: 200-203.
- Hein, G.L., Tollefson, J.J., Foster, R.E. (1988): Adult Northern and Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Population Dynamics and Oviposition. *J. Kansas Ent. Soc.* 61 (2): 214-223.
- Hills, T.M., Peters, D.C. (1971): A Method of Evaluating Postplanting Insecticide Treatment for Control of Western Corn Rootworm Larvae. *J. Econ. Entom.* 64 (3): 764-765.
- Igrc Barčić, J., Maceljiski, M. (1996): Monitoring *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte in Croatia in 1995. *IWGO-News letter*, XVI (1): 11-13.
- Maceljiski, M., Igrc Barčić, J. (1993): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) – kukuruzna zlatica, *Fragm. phytomed. et herbol.* Vol.21 (2): 173-185.
- Musick, G.J., Suttle, P.J. (1972): Ohio northern corn rootworm research, Part I: Chemical control. Annual Report. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio.
- Riedell, W.E., Schumacher, T.E. (1994): Root sampling technology to investigate the corn rootworm larval feeding damage-grain yield loss relationship. *Entomol. (Trends in Agril.Sci.)* 1994, 2: 15-19.
- Riedell, W.E., Sutter, G.R. (1995): Soil moisture and survival of western corn rootworm larvae in field plots. *J. Kansas Entomol.Soc.* 68: 80-84.
- Riedell, W.E., Gustin, R.D., Beck, D.L. (1992): Effect of irrigation on root growth and yield of plants damaged by Western corn rootworm larvae. *Maydica* 37 (1992): 143-148.
- Ruesnik, W.G. (1986): Egg Sampling Techniques. In : J.L. Krysan and T.A. Miller (eds): *Methods for the Study of Pest Diabrotica*, Springer-Verlag, New York :83-99.
- Spike, B.P., Tollefson, J.J. (1989): Relationship of Root Ratings, Root Size and Root Regrowth to Yield of Corn Injured by Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entom.* 82 (6): 1760-1763.

Turpin, F.T., Dumenil, L.C., Peters, D.C. (1972):
Edaphic and Agronomic Characters that Affect
Potential for Rootworm Damage to Corn in Iowa.
Journal of Economic Entomology, vol. 65, no. 6:
1615-1619.

Zseller, I.H., Szell, E. (2000): Results of biological
observations of Western corn rootworm in 2000
in Hungary. WCR, *Diabrotica virgifera virgifera*
LeConte, Abstracts, 5th FAO/TCP Meeting, 6th EPPO
and hoc Panel, 7th International IWGO- Workshop,
Stuttgart, Germany: 22.

acs67_01