

Monitoring kukuruzne zlatice na OPG-u Josip Lović u 2018. godini

Lović, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:783514>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-01**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Lović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Monitoring kukuruzne zlatice na
OPG-u Josip Lović u 2018. godini**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Lović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Monitoring kukuruzne zlatice na
OPG-u Josip Lović u 2018. godini**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Lović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Bilinogojstvo

**Monitoring kukuruzne zlatice na
OPG-u Josip Lović u 2018. godini**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Prof.dr.sc. Emilija Raspudić, mentor
2. Prof.dr.sc. Mirjana Brmež, član
3. Izv.prof.dr.sc. Ivana Majić, član

Osijek, 2019.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo

Završni rad

Ivan Lović

Monitoring kukuruzne zlatice na OPG-u Josip Lović u 2018. godini

Sažetak: Kukuruz je jedna od najvažnijih žitarica u svijetu s mogućnošću raznovrsnog korištenja stoga je važno voditi računa o njegovoj zaštiti od štetnika i bolesti koji mogu umanjiti prinos i kvalitetu. Najvažniji štetnik kukuruza u Hrvatskoj i svijetu je kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte), čija ličinka oštećuje korijen kukuruza uslijed čega dolazi do polijeganja biljaka, dok imago oštećuje svilu i list. Kukuruzna zlatica se javlja na usjevu kukuruza ukoliko se ne poštuje plodored kao jedna od najvažnijih mjera borbe. Monitoringom kukuruzne zlatice kod ponovljene sjetve kukuruza u Gorjanima, na OPG-u Josip Lović u 2018. godini pratila se brojnost imaga, ocijenila oštećenost korijena Node Injury Scale 0-3 metodom, veličina korijena i porast sekundarnog korijena skalom 1-6 te odredio postotak polegnutih biljaka. Istraživanjem je utvrđena značajna oštećenost korijena (ocjena 2,20), veliki postotak polegnutih biljaka (10 %), slaba razvijenost korijena (ocjena 3,7), slaba regeneracija sekundarnog korijenja (ocjena 3,65) te velika prisutnost imaga kukuruzne zlatice (maksimum prva dekada srpnja). Rezultati rada pokazuju kako u idućoj godini nije preporučljiva sjetva kukuruza na istoj parceli zbog mogućih ekonomskih gubitaka.

Glavne riječi: kukuruz, štetnici kukuruza, kukuruzna zlatica, oštećenje korijena

39 stranica, 7 tablica, 1 grafikon, 26 slika, 52 literaturna navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of agrobiotechnical science Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc Thesis

Monitoring of the Western corn rootworm at family farm Josip Lović in 2018

Summary: The corn is one of the most important cereals in the world with a variety of uses so it is important to take care of pests and diseases that could reduce yield and quality. The most important corn pest in Croatia and in the world is western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). The larva is damage root of corn and causes the lodging of plants while imago damage silk and leaf. The corn rootworm appears in the crop of corn if it is not respected crop rotation like one of the most important measure. Monitoring the state of the corn rootworm in repeated corn sowing in Gorjani, at family farm Josip Lović in 2018 includes follow number of imago, evaluated root damage with Node Injury Scale 0-3, evaluated root size and secondary root rate increase with 1-6 scale and determined the percentage of the plant lodging. Researching was established significant root damage (mark 2,20), the big percentage of the plant lodging (10 %), poor root development (mark 3,7), poor secondary root regrowth (mark 3,65) and big presence imago corn rootworm (maximum in the first decade in July). The results of work show us how in the next year is not advisable to sow corn on the same field because of the potential economic losses.

Keywords: corn, corn pests, western corn rootworm, root damage

39 pages, 7 tables, 1 chart, 26 figures, 52 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PROIZVODNJA KUKURUZA U SVIJETU	2
3. ŠTETNICI KUKURUZA	4
3.1. Žičnjaci – klisnjaci (<i>Elateridae</i>)	5
3.2. Kukuruzni moljac (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner)	6
3.3. Kukuruzna soвица (<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner)	7
4. KUKURUZNA ZLATICA (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte)	9
4.1. Podrijetlo kukuruzne zlatice, pojava i širenje u Europi	9
4.2. Opis i biologija kukuruzne zlatice	10
4.2.1. Štetnici iz roda <i>Diabrotica</i>	10
4.2.2. Stadij jajeta	11
4.2.3. Stadij ličinke i kukuljice	11
4.2.4. Stadij imaga	13
4.3. Štetnost kukuruzne zlatice	14
4.4. Mjere borbe	16
5. MATERIJAL I METODE	19
6. REZULTATI I RASPRAVA	25
6.1. Ocjenjivanje oštećenosti korijena	25
6.2. Ocjenjivanje veličine korijena	26
6.3. Ocjenjivanje veličine sekundarnog korijena	27
6.4. Utvrđivanje polegnutih biljaka	28
6.5. Prebrojavanje brojnosti imaga	30
7. ZAKLJUČAK	34
8. POPIS LITERATURE	35

1. UVOD

Kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) pripada najvažnijim štetnicima kukuruza u svijetu. U drugoj polovici 20. stoljeća počela se masovno širiti na prostoru Sjeverne Amerike, gdje se kukuruz uzgajao na velikim površinama u monokulturi.

Početakom 90-ih godina prošloga stoljeća kukuruzna zlatica započela je širenje u Europi pa je tako postala značajan štetnik kukuruza i u Hrvatskoj.

Kako je kukuruz jedna od najvažnijih žitarica u svijetu koja se uzgaja na velikom području, važno je pratiti štetnike koji mogu utjecati na kvalitetu i visinu prinosa. Potrebno je proučavati mjere borbe protiv štetnika kako bi se njihova populacija smanjila do minimuma, kao i gospodarska šteta koju uzrokuju.

Cilj rada je pratiti pojavu i brojnost imaga kukuruzne zlatice pri ponovljenoj sjetvi kukuruza u Gorjanima, na OPG-u Josip Lović u 2018. godini, ocijeniti oštećenost korijena, veličinu korijena, odrediti postotak polegnutih biljaka, analizirati rezultate te ih usporediti s drugim objavljenim radovima.

2. PROIZVODNJA KUKURUZA U SVIJETU

Kukuruz (*Zea mays* L.) je jedna od najznačajnijih ratarskih kultura u svijetu s velikim gospodarskim značenjem.

U razdoblju od 2008. do 2017. g. kukuruz je u svijetu bio zasijan na oko 179 milijuna ha, s prosječnim prinosom zrna od 5,3 t ha⁻¹, odnosno godišnje se prosječno proizvede oko 960 milijuna tona suhoga zrna. Vidljivo je konstantno povećanje ukupne svjetske proizvodnje, koja je 2008. g. iznosila 829 milijuna tona, a 2017. g. 1,13 milijarde tona suhoga zrna (www.fao.org/faostat). Najveći svjetski proizvođači kukuruza su SAD, Kina i Brazil (Zrakić i sur., 2017.).

U Hrvatskoj se kukuruz proizvodi na oko 282.000 ha (prosjek 2008.-2017. g.) s prosječnim prinosom suhoga zrna od oko 6,8 t ha⁻¹, odnosno prosječno se godišnje proizvede oko 1,9 milijuna tona suhoga zrna (www.fao.org/faostat).

Kukuruz ima veliki biološki potencijal, a gotovo svi dijelovi biljke mogu se iskoristiti u ljudskoj ili stočnoj ishrani te u industriji. Zastupljen je s velikim brojem podvrsta od kojih su najzastupljeniji zuban (*Zea mays indentata* Sturt.) i tvrdunac (*Zea mays indurata* Sturt.) te njima pripada najveći broj uzgajanih kultivara i hibrida (Slika 1.).



Slika 1. Klipovi kukuruza u polju (Foto: Lović, I.)

Zuban se najčešće koristi u ishrani stoke, koristi se suho zrno, silaža vlažnoga zrna, klipa ili cijele biljke, dok se tvrdunac koji je bogatiji bjelančevinama koristi u prehrani ljudi.

Kukuruz se koristi i kao sirovina za proizvodnju biogoriva (etanola), što dovodi do određenih moralnih dvojbi (treba li se kukuruz prvenstveno uzgajati za proizvodnju hrane) i povećanja cijene prehrambenih proizvoda proizvedenih od kukuruza (Zrakić i sur., 2017.).

Zbog velikog značenja proizvodnje kukuruza na globalnoj razini, važno je utvrditi kako agrotehničkim i drugim mjerama te oplemenjivačkim postupcima unaprijediti proizvodnju i povećati prinos. Jedna od mjera je utvrđivanje ekonomski značajnih štetnika kukuruza i borba protiv njih.

3. ŠTETNICI KUKURUZA

Na proizvodnju kukuruza, odnosno na smanjenje prinosa i kvalitete, veliki utjecaj mogu imati razni štetnici, od kojih 80 % pripada kukcima (Ivezić, 2008.), dok su ostali štetnici glodavci, ptice (Slika 2.), divljač, nematode i dr.



Slika 2. Oštećenja na kukuruzu od strane ptica (Foto: Lović, I.)

Kukuruz može biti izložen napadu štetnika u polju i u skladištu. Važno je dobro proučiti biologiju kukaca kako bi se pravovremeno poduzele mjere borbe i smanjila šteta.

Među najznačajnije štetnike kukuruza ubrajamo: žičnjake (*Elateridae*), kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner), kukuruznu zlasticu (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) te žutu kukuruznu sovicu (*Helicoverpa armigera* Hübner) (Ivezić i Raspudić, 2004.). Osim njih štete na kukuruzu mogu prouzročiti: kukuruzna pipa (*Tanymecus dilaticollis* Gyll.), četverotočkasti kukuruzni sjajnik (*Glischrochilus quadrisignatus* Say.), stjenice (*Heteroptera*), korijenove uši (*Pemphigidae*), lisne uši (*Aphididae*) (Slika 3.), metlica (*Loxostega sticticalis* L.), grčice hrušta (*Melolontha melolontha* L.), rovac (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) i drugi štetnici koji kukuruz napadaju u polju (Ivezić, 2008.).



Slika 3. Lisne uši i ličinke bubamare na kukuruzu (Foto: Lović, I.)

Zrno kukuruza u skladištu napadaju žišci (*Sitophilus granarius* L., *Sitophilus oryzae* L.) (Slika 4.), žitni kukuljičar (*Rhizopertha dominica* F.), moljci (*Plodia interpunctella* Hbn., *Anagasta küihinella* Zell.) i drugi štetnici (Ivezić, 2008.).



Slika 4. Žižak na zrnju kukuruza (Foto: Lović, I.)

3.1. Žičnjaci – klisnjaci (*Elateridae*)

Žičnjaci (ličinke, imago klisnjak), pripadaju polifagnim štetnicima. Poznato je 8 rodova iz porodice *Elateridae*, od čega je u istočnoj Slavoniji najzastupljenija vrsta *Agriotes ustulatus* (Ivezić i Raspudić, 2004.). Razvoj jedne generacije klisnjaka traje 3-5 godina.

Štete pričinjavaju ličinke koje žive u tlu, slamnatožute do crvenkaste su boje (podsjećaju na bakrenu žicu), tijelo im je duljine 20-30 mm, hitinizirano, s malom plosnatom glavom i kratkim nogama. Ličinke su u početku male, duljine oko 2 mm, s vremenom rastu i pričinjavaju sve značajnije štete. Najznačajnije štete su tijekom 3. i 4. godine njihova života. Hrane se korijenom i podzemnim dijelovima biljaka. Ubušuju se u nabubrilo sjeme, oštećuju korijen mladih biljaka te se ubušuju u korijenov vrat starijih biljaka (Ivanek-Martinčić, 2009.). Imago je kornjaš, dužine 8-20 mm, tamne boje (crna, smeđa, crveno-smeđa), koji nije značajan štetnik. Jaja odlaže u površinski sloj tla i po polaganju jaja ugiba.

Od mjera borbe značajne su agrotehničke mjere (obrada tla, ne i plodored jer su polifagi), kojima se dijelom uništavaju jaja i ličinke te kemijske mjere insekticidima koji se primjenjuju tretiranjem sjemena ili tretiranjem tla u redu (Ivezić i Raspudić, 2004.). Primjena insekticida primjenjuje se samo preventivno jer se insekticid kasnije teže može unijeti u tlo. Prije tretiranja tla insekticidima važno je pregledati tlo na prisustvo žičnjaka, a

to se obavlja kopanjem jama u tlu. U istočnim predjelima kemijska zaštita kod okopavina opravdana je tek ako se utvrdi 1-3 žičnjaka/m² (Ivanek-Martinčić, 2009.).

3.2. Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

Kukuruzni moljac ili plamenac pripada redu Lepidoptera – leptirima, značajan je štetnik kukuruza, čiji napad može uvelike smanjiti prinos. Kod kukuruznog moljca postoji spolni dimorfizam, ženka ima svjetlija krila (blijedožute boje) i nešto je veća od mužjaka (žutosive boje). Gusjenice su blijedožute, prljavo sive ili ružičaste.

Prezimljava u stadiju gusjenice, na polju, u stabljici kukuruza, biljnim ostacima i na drugim biljkama domaćinima. Prvi leptiri mogu se pojaviti u drugoj polovici svibnja, a razdoblje izlijetanja je dosta razvučeno. Ženke odlažu jaja u gomilicama po 2-70 jaja s donje strane lista kukuruza. Gusjenice se hrane svim dijelovima biljke, prvo površinski (list i metlica), a zatim se ubušuju u stabljiku i klip, gdje pričinjavaju najveće štete. U stabljici buše hodnike, što slabi biljku te se stabljika lako lomi (Ivezić, 2008.) (Slika 5.).



Slika 5. Gusjenica kukuruznog moljca u stabljici kukuruza (Foto: Raspudić, E.)

Ukoliko je napadnut zametak klipa on propada. Gusjenice mogu izgristi hodnike u dršci klipa koji prijevremeno zrije i otpada, a izgrizanje zrna može stvoriti povoljne uvjete za razvoj gljivica. Na jednoj biljci može se pronaći više gusjenica. Godišnje se može javiti jedna do dvije generacije (Ivezić, 2008.).

Vidljivi znakovi ubušivanja ličinke kukuruznog moljca vide se na listu u obliku izbušenih rupica (Slika 6.), dok se presjecanjem stabljike u unutrašnjosti vide izbušeni hodnici, koji

mogu biti i do 80 cm. Intenzitet napada kukuruznog moljca posljednjih godina se povećava i kreće se oko 70 % (Raspudić i sur., 2011.).



Slika 6. Mjesta na kojima se ličinka kukuruznog moljca ubušila u stabljiku kukuruza

(Foto: Lović, I.)

Na intenzitet napada kukuruznog moljca mogu utjecati okolišni uvjeti, agrotehnika i drugo. Preventivno se mogu suzbijati uništavanjem žetvenih ostataka i korova te pravilnim izborom plodoreda. Intenzitet napada ovisi i o hibridu kukuruza, o njegovoj otpornosti te FAO grupi, pri čemu je jači intenzitet napada kod kasnijih hibrida zbog pojave druge generacije (Ivezić i Raspudić, 1997.). Kemijsko suzbijanje je otežano jer se gusjenice nalaze unutar stabljike kukuruza, stoga je suzbijanje potrebno provesti prije nego se ubuše u stabljiku.

3.3. Kukuruzna soвица (*Helicoverpa armigera* Hübner)

Kukuruzna soвица, žuta kukuruzna soвица ili pamukova soвица periodični je štetnik koji se u Slavoniji i Baranji pojavio 2003. g., kada je utvrđena njegova masovna pojava (Ivezić i sur., 2004.). Polifagni je štetnik koji osim kukuruza uzrokuje štete i na drugim kulturama kao što su suncokret ili rajčica (Ivezić i Raspudić, 2004.).

Godišnje ima 2-3 generacije, hrani se svim nadzemnim dijelovima biljke, a najveće štete uzrokuje na generativnim organima biljaka. Gusjenice se najprije hrane svilom, zatim se zavlače ispod omotača klipa i na površini klipa prave hodnike, a kasnije se hrane zrnima, nakon njihovog formiranja. Prva generacija javlja se krajem svibnja i tijekom lipnja, druga u srpnju, a treća u kolovozu i početkom rujna. Boja ličinke varira od svijetlozelene, žute do

crvenkasto-mrke i na sebi sadrži svjetlije ili tamnije bočne pruge. Na boju gusjenice i leptira mogu utjecati biljke domaćini kojima se gusjenice hrane (www.agroportal.hr). Dužina odrasle ličinke je oko 40 mm. Imago je leptir, ženke su svijetlosmeđe boje sa smeđim prednjim krilima, a mužjaci svijetložute boje s maslinastim prednjim krilima i tamnom točkom u središtu krila.

Razvoju ovoga štetnika pogoduju visoke temperature i manja količina oborina, a štete na kukuruzu mogu biti i do 60 % (Ivezić i sur., 2004.). Kukulji se u tlu na dubini od 5 do 10 cm, prezimljuje u stadiju kukuljice.

S obzirom da je polifagni štetnik, za uspješno suzbijanje važno je uništavanje korova kojima se ličinke mogu hraniti. Obradom tla uništava se dio kukuljica u tlu. Uništavanje ličinki kemijskim sredstvima treba primijeniti dok su ličinke u mlađem stadiju (9-13 mm) jer ih je kasnije teže suzbiti. Kod suzbijanja se mogu upotrijebiti i biološka sredstva kao što su osice roda *Trihogramma* ili sredstvo na bazi bakterije *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Ivezić, 2008.).

4. KUKURUZNA ZLATICA (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

4.1. Podrijetlo kukuruzne zlatice, pojava i širenje u Europi

Kukuruzna zlatica štetnik je za kojeg se smatra kako potječe iz Meksika. Pripada najvažnijim štetnicima kukuruza u Sjevernoj Americi i Europi.

Podrijetlo kukuruzne zlatice istražili su Loombaert i sur. (2017.) na temelju mikrosatelitskih markera te dokazali kako podrijetlo vuče iz Meksika ili još južnijih predjela, a na područje Sjeverne Amerike došla je prije 1100 godina, znatno kasnije nego kukuruz.

Prvi puta je opisana na području SAD-a, u zapadnom Kansasu 1867. g. (Spencer i sur., 2009.), a kao štetnik je prepoznata u Coloradu 1909. g. (Meinke i sur. 2009.). Do 1940-ih godina nije smatrana značajnim štetnikom kukuruza. Do tada je bila prisutna u državama: Colorado, zapadni Kansas, New Meksiko, Arizona, Sonora, Meksiko, South Dakota i vjerojatno u manjim populacijama u nekim drugim državama. Od 1940-ih godina naglo se širi na istok, do 1980-ih godina dolazi do Atlantske obale te se širi na druga područja. Glavni faktor pojave masovnog širenja kukuruzne zlatice je uzgoj kukuruza u monokulturi (Meinke i sur., 2009.).

Pojava kukuruzne zlatice u Europi prvi puta je utvrđena u Srbiji, 1992. g., u blizini beogradskog aerodroma Surčin, gdje su utvrđene prve štete na kukuruzu. Pretpostavlja se kako je kukuruzna zlatica prenesena iz Sjeverne Amerike na područje beogradskog aerodroma tokom 1989. ili 1990. g. odakle se masovno proširila Vojvodinom, a zatim i susjednim državama: Hrvatskom, Mađarskom, Bosnom i Hercegovinom te Rumunjskom (Čamprag, 1998.).

Već prije pojave kukuruzne zlatice u Hrvatskoj, usporedbom klimatskih i drugih uvjeta u Hrvatskoj s onima u SAD-u, prognoziralo se kako će se vrlo brzo prilagoditi i proširiti na cijelom području uzgoja kukuruza u Hrvatskoj te u ostalim državama srednje Europe, što se kasnije i potvrdilo. Širenju štetnika uvelike je doprinijela velika proširenost uzgoja kukuruza, od čega je značajan dio uzgajan u monokulturi (Igrc Barčić i Maceljski, 1997.).

U Hrvatskoj je kukuruzna zlatica prvi puta utvrđena 1995. g., na lokaciji Bošnjaci, oko 28 km od granice sa Srbijom (oko 130 km od Surčina), gdje je uhvaćen jedan mužjak (Igrc Barčić, Maceljski, 1997.). Štetnik se godišnje širio oko 40 km, da bi 2003. g. bio proširen na površinama gdje se odvija oko 80% ukupne proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj (Sučić,

2009.). Džoić prikazuje kako su do 2008. g. kukuruznom zlaticom potpuno zaražene pojedine županije, do tada je zahvatila glavna proizvodna područja kukuruza, a utvrđene su i značajne ekonomske štete (Džoić, 2009.).

Danas je kukuruzna zlatica rasprostranjena na velikom dijelu središnje Europe, u područjima u kojima se uzgaja kukuruz, sve do Velike Britanije na sjeveru (Slika 7.), dok se potencionalno može proširiti puno većim područjem, gotovo cijelom Europom, izuzev krajnjeg sjevera te na okolna područja Azije i Afrike (Kriticos i sur., 2012.).



Slika 7. Područje rasprostranjenosti kukuruzne zlatice u Europi do 2012. g.

(• lokacije na kojima je zabilježena pojava kukuruzne zlatice) (Izvor: www.researchgate.net)

4.2. Opis i biologija kukuruzne zlatice

4.2.1. Štetnici iz roda *Diabrotica*

Rod *Diabrotica* pripada redu Coleoptera, porodici Chrysomelidae – zlasticama, potporodici Galerucinae koja ima više stotina vrsta. Osim kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte), postoji i podvrsta *Diabrotica virgifera zea* Krysan & Smith. Osim njih gospodarski značajne vrste su: *D. barberi* Smith & Lawrence i *D. undecimpunctata howardi* Barber. Na području Europe do sada nije utvrđena pojava ostalih vrsta osim *D. virgifera virgifera*, iako postoji mogućnost da se i one s vremenom unesu (Maceljčki i Igrc Barčić, 1999.).

4.2.2. Stadij jajeta

Kukuruzna zlatica tokom svoga razvoja prolazi kroz stadij jajeta, ličinke, kukuljice i imaga (Slika 8.). Ima jednu generaciju godišnje. Nepovoljne uvjete preživljava u obliku dijapauzirajućeg jajeta u tlu na oko desetak centimetara dubine. Ženka kukuruzne zlatice nakon kopuliranja, tokom srpnja i kolovoza odlaže jaja u površinski sloj tla, gdje ostaju do idućeg proljeća (Maceljčki i Igrc Barčić, 1999.).



Slika 8. Stadiji razvoja kukuruzne zlatice, s lijeva na desno: jaja; ličinka: 1. stupanj, 2. stupanj, 3. stupanj, 3. stupanj spreman za kukuljenje; kukuljica: kukuljica u tlu, početkom razvoja i krajem razvoja (Izvor: <https://blog.plantwise.org>, Autor: Stefan Töpfer, CABI)

Jaja su blijedožute boje, ovalnog oblika, duljine oko 0,1 mm (Džoić, 2009.), obložena jajnom ljuskom sastavljenom od šesterokutnih jamica (Atyeo i sur., 1964.).

Ženka može odložiti više od 1000 jaja, najčešće 100 do 450, tokom nekoliko tjedana (Elliot i sur., 1990.). Jaja odlažu u tlo, na mjesta s najvišom vlagom, ukoliko tokom zime dođe do isušivanja tla ili do jakog vjetra tokom ovipozicije, dolazi do propadanja jaja (Gustin, 1979.).

Kukuruznoj zlatici pogoduju blage zime, a niske zimske temperature u Hrvatskoj nisu preniske da bi imale veći negativni utjecaj na mortalitet jaja. Mortalitet jaja nastaje tek kada je temperatura tla oko -8 °C, što je u Hrvatskoj rijetkost. Tek kod izrazito hladnih zima može doći do smrzavanja jaja u površinskom sloju od oko 5 cm dubine, dok kod onih jaja koja su u sloju 10-20 cm u tlu (unesena oranjem) nema opasnosti od smrzavanja (Džoić, 2009.).

4.2.3. Stadij ličinke i kukuljice

Pojava ličinki na području Hrvatske počinje između 15. i 30. svibnja (Maceljčki, Igrc Barčić, 1999.) ili početkom lipnja i može ih se pronaći do konca srpnja (Ivezić, 2008.).

Razvoju ličinki pogoduje vlažnije proljeće (Džoić, 2009.). Hrane se izgrizanjem korijena kukuruza (Slika 9.). Karakterističan simptom izgrizanja korijena kukuruza je polijeganje biljaka, tzv. „gušćji vrat“ (Ivezić, 2008.).



Slika 9. Ličinka kukuruzne zlatice na korijenu kukuruza (Foto: Lović, I.)

Ličinke su bijele boje, izduženog i tankog tijela (Slika 10.), tamnije glave i završetka zatka (Ivezić, 2008.). Ličinke prolaze kroz tri razvojna stadija, u prvom stadiju je oko 3 mm duljine, dok je u zadnjem stadiju oko 13 mm duljine i tada je najštetnija (Džoić, 2009.).



Slika 10. Ličinka kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

U potrazi za hranom ličinke se u tlu kreću na male udaljenosti, oko 50 cm. Razvoj ličinke ovisi o temperaturi, a traje od 20 do 40 dana. Kod više temperature razvoj je brži (npr. kod 29 °C traje 27 dana, dok kod 15 °C traje 71 dan) (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.).

Kukuruzna zlatica ima potpunu preobrazbu pa nakon stadija ličinke formira zatvorenu kukuljicu u tlu. Razvoj kukuljice traje 8-15 dana (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.). Kukuljica je bijele boje. Na temelju izgleda kukuljice moguće je odrediti spol jedinke.

Kukuljice budućih ženki na sebi imaju izraštaje poput bradavica, a nalaze se na završetku abdomena (Krysan i Miller, 1986.).

4.2.4. Stadij imaga

Imago kukuruzne zlatice kornjaš je uskog tijela i dugih ticala crne boje. Duljina tijela mu je 5,5-6,5 mm (Džoić, 2009.). Prvi par krila su hitinizirane pokrilje, dok je drugi par openast i omogućuje letenje na velike udaljenosti. Ima tri para nogu za hodanje crne boje.

Osnovna boja pokrilja i nadvratnog štita je žuta (Maceljčki i Igrc Barčić, 1999.), iako se mogu uočiti i imaga s žuto-narančastom bojom (Slika 14.). Na svakom pokrilju nalaze se dvije uzdužne crne pruge. Kod imaga je prisutan spolni dimorfizam pa se kod ženke uz rub svake pokrilje nalaze uzdužne uske crne pruge, dok je središnji dio pokrilja žute do narančaste boje (Slika 11.).



Slika 11. Ženka kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Kod mužjaka su crne uzdužne linije šire, u gornjem dijelu se spajaju pa se samo uz donji rub pokrilja vide žute točke, dok je gornji dio gotovo potpuno crne boje (Slika 12.).



Slika 12. Mužjak kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Imago je dobar letač, živahno se kreće unutar polja kukuruza i jako lako osvaja nova područja (Čamprag, 1998.).

Pojavu imaga možemo očekivati između 25. lipnja i 5. srpnja (najviše između 15. srpnja i 15. kolovoza). U stadiju imaga kukuruzna zlatice nalazi se od 25. lipnja do 5. listopada, obično žive 5-7 tjedana, iako mogu i dulje (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.). Imagu ne odgovaraju previsoke temperature (Džoić, 2009.). Najaktivniji su u jutarnjim satima ili u sumrak, kada su temperature više od 18 °C (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.).

Imago se hrani peludom na metlici i svili pri čemu izgriza svilu, ukoliko je populacija velika uzrokuje dodatne štete (Ivezić i sur., 2006.). Osim izgrizanja svile, izgriza lišće kukuruza u obliku uzdužnih pruga.

Mušjaci se pare prosječno 8,2 puta tokom života, dok ženke samo jednom (Branson i sur., 1977.). Nakon parenja koje traje od polovice srpnja do konca rujna (Ivezić, 2008.) ženka odlaže u tlo veliki broj jaja. U našim uvjetima masovno odlaganje jaja odvija se obično u prvoj polovici kolovoza (Džoić, 2009.).

4.3. Štetnost kukuruzne zlatice

Najveće štete na kukuruzu uzrokuju ličinke kukuruzne zlatice koje žive u tlu i izgrizaju korijen, prvenstveno korijen kukuruza, iako mogu biti prisutni i na drugim kulturama, kao što su suncokret ili soja (Sučić, 2009.). Ličinke se najprije hrane sitnim korjenčićima, a kasnije sve krupnijim pa mogu uništiti 50-100 % korijena jedne biljke (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.). Zbog oštećenja korijena koje uzrokuju ličinke može doći do skraćivanja korijena, biljka gubi uporište, može polegnuti i osušiti se (Lemić i Bažok, 2009.).



Slika 13. Simptom napada kukuruzne zlatice „gušnji vrat“ (Foto: Lović, I.)

Izgrizanjem korijena uzrokuju savijanje biljaka prema tlu pa se javlja karakteristično povijanje stabljike (Slika 13.), odnosno „gušćji vrat“ (Ivezić, 2008.). Izgrizanje korijena može smanjiti prinos 10-30 % (Ivezić, 2008.), ali polijeganje uzrokuje veće štete, takve klipove ne zahvaća kombajn prilikom žetve pa propadaju ili su često izgrizeni od strane glodavaca (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.).

Štetu na kukuruзу uzrokuje i imago, prvenstveno na svili (Slika 14.). Izgrizanjem skraćuje svilu te se smanjuje oplodnja kukuruза (Maceljski i Igrc Barčić, 1999.).



Slika 14. Oštećenja na svili uzrokovana od strane imaga (Foto: Lović, I.)

Osim na svili, imaga možemo pronaći na lišću, gdje izgriza uzdužne pruge (Slika 15.) te se time smanjuje intenzitet fotosinteze i nalijevanje zrna.



Slika 15. Oštećenja na listu uzrokovana od strane imaga kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

4.4. Mjere borbe

U područjima u kojima postoji ekonomski značajna populacija štetnika, preporuča se provođenje prognoze napada. Prati se brojnost na polju kukuruza, duljina trajanja ovipozicije, klimatski uvjeti kod trajanja ovipozicije te postoje li uvjeti za prezimljavanje jaja. Na temelju prognoze napada proizvođači se odlučuju za sjetvu, izbjegavanje ponovljene sjetve ili sjetvu uz primjenu insekticida (Lemić i Bažok, 2009.).

Prisutnost jaja kukuruzne zlatice određuje se u jesen ili proljeće sondiranjem tla. Prisutnost ličinki određuje se kopanjem jama do dubine od 20 cm tokom lipnja (Ivezić, 2008.), a jedan od jasnih pokazatelja prisutnosti ličinke kukuruzne zlatice jesu povijene biljke kukuruza, pogotovo ukoliko ima više uzastopno povijenih biljaka u redu. Prisutnost imaga određuje se pomoću feromonskih mamaca i žutih ljepljivih ploča od kraja lipnja do kraja rujna. Prisutnost se može utvrditi i pregledom biljaka kukuruza u vrijeme svilanja, na temelju oštećenosti svile (Ivezić, 2008.).

Osnovna preventivna mjera borbe protiv kukuruzne zlatice je višegodišnji plodored, odnosno izbjegavanje ponovljene sjetve jer je kukuruzna zlatica tipični štetnik ponovljene sjetve, dok se značajnija pojava i veće štete mogu očekivati kod uzgoja kukuruza u monokulturi. S obzirom da je imago dobar letač, lako prelazi na nove površine zasijane kukuruzom, gdje se hrani polenom i lišćem, a nakon kopulacije ženke u tlo odlažu jaja. Ukoliko ne dođe do ponovljene sjetve, pojava kukuruzne zlatice u pravilu izostane, jer ispiljene ličinke bez hrane ugibaju u tlu. Izbjegavanje ponovljene sjetve može značajno utjecati na smanjenje brojnosti kukuruzne zlatice (Lemić i Bažok, 2009.).

Međutim istraživanja su pokazala kako će u budućnosti plodored možda izgubiti na svojoj važnosti. U SAD-u je utvrđeno kako se kukuruzna zlatica može pronaći u velikom broju na soji (posebno u područjima gdje je osnovni plodored bio kukuruz-soja) (Edwards, 1996.), a neki su sojevi čak i preferirali soju u odnosu na kukuruz u vrijeme oprašivanja (Sammons i sur., 1997.). Ima sposobnost adaptacije pa postoji mogućnost da će se u budućnosti bolje prilagoditi i na druge vrste kulturnog bilja, kao što je suncokret, čime će se smanjiti uloga plodoreda kao mjere borbe protiv ovoga štetnika (Maceljki i Igrc Barčić, 1999.).

Istraživanja u SAD-u su pokazala kako dio jaja može ostati u dijapauzi i dvije godine (Krysan i sur., 1984.), što u budućnosti također može umanjiti važnost plodoreda kao preventivne mjere borbe.

Istraživanja Sučića u Vrbanji tokom 2003. i 2004. g., pokazala su manju oštećenost korijena kukuruza u plodoredu sa sojom i suncokretom, što ukazuje na to da ženke dio jaja polažu u polja soje i suncokreta ili da jaja ostaju duže vrijeme u dijapauzi (Sučić, 2009.).

Preventivna mjera je i sjetva tolerantnih hibrida kukuruza. Tolerantni hibridi imaju veći korijenov sustav, veću razvijenost sekundarnog korijena te sposobnost bolje regeneracije korijena (Ivezić i sur., 2006.). Na bolju regeneraciju korijena utječe gnojidba dušikom te umjerena gustoća biljaka (Spike i Tollefson, 1988., 1989.).

Odgođena ili kasnija sjetva može utjecati na smanjenje populacije kukuruzne zlatice jer dolazi do mortaliteta ličinki (Musick i sur., 1980; Bergman i Turpin, 1984.).

Na području SAD-a, a dijelom i na području Europe, proizvođači kukuruza odlučuju se protiv kukuruzne zlatice boriti sjetvom genetski modificiranih biljaka kukuruza (Bt hibridi), koje sadržavaju „cry“ (Bt) gen iz bakterije *Bacillus thuringiensis*. Ovakve biljke otporne su na kukce, ne trebaju zaštitu s insekticidima pa su manje štete za okoliš (Kereša i sur., 2008.). Međutim uporaba genetski modificiranih biljaka dovodi do drugih moralnih dvojbi pa njihov uzgoj na području Hrvatske još uvijek nije dozvoljen.

Suzbijanje kukuruzne zlatice moguće je primjenom insekticida. Insekticidi se primjenjuju za suzbijanje ličinki, tretiranjem tla u trakama širine obično 15 cm (Džoić, 2009.) za vrijeme sjetve (primjenom granula ili tekućih insekticida) ili kasnijom primjenom u vrijeme piljenja ličinki kada se insekticid mora inkorporirati u tlo.

Osim primjene insekticida u trake, moguće je kemijsko tretiranje sjemena insekticidima. Za tretiranje sjemena koriste se pripravci: Cosmos (Fipronil), Cruiser (Tiametoksam), Gaucho i Macho (Imidaklopid) (Džoić, 2009.).

Odrasli se oblici u pravilu ne suzbijaju zbog otežane primjene insekticida, s obzirom da kod pojave imaga kukuruz već dostiže svoju punu visinu, a primjena insekticida iz zraka nije racionalna za manje površine. Ukoliko se suzbijaju, suzbijanje se radi kako bi se smanjila ovipozicija (Džoić, 2009.). Primjena insekticida kod suzbijanja imaga može se primijeniti kod zaštite sjemenskih usjeva (Maceljki i Igrc Barčić, 1999.).

Jedna od potencijalnih mjera borbe je upotreba entomopatogenih nematoda koje se općenito mogu primijeniti za suzbijanje zemljišnih štetnika kao alternativa zemljišnim insekticidima. Primjena ovakvih i sličnih bioloških sredstava posebno značenje ima u ekološkoj proizvodnji. Na području Hrvatske mogu se primijeniti vrste: *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis*, *Steinernema carpocapsae* i *Steinernema feltiae*.

Primjena entomopatogenih nematoda najekonomičnija je u vrijeme sjetve jer ne zahtjeva dodatne troškove. Za razvoj entomopatogenih nematoda koje se primjenjuju kod suzbijanja ličinki kukuruzne zlatice najpovoljnije su temperature iznad 20 °C, što se poklapa s vremenom pojave ličinki, između 15. svibnja i 15. lipnja. Biološko suzbijanje štetnika skuplje je u odnosu na kemijske pripravke, ali zato ima velike prednosti jer u tlu ne ostaju akumulacije kemijskih tvari, a nema štetnog utjecaja niti na druge organizme. Primjena bioloških pripravaka značajna je kod pojave rezistentnosti na insekticide (Grubišić i sur., 2013.).

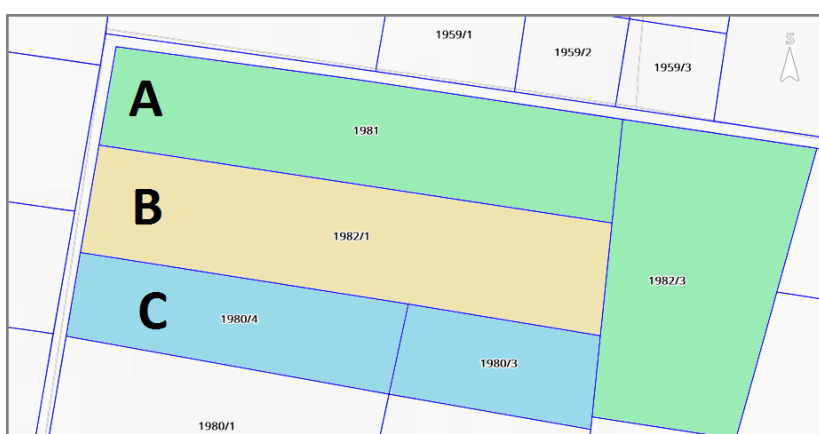
5. MATERIJAL I METODE

Terenskim pregledom parcela zasijanih kukuruzom polovicom lipnja 2018. g. na lokalitetu Gorjani, poljoprivrednoj rudini Zorjaševo, utvrđena je prisutnost kukuruzne zlatice na manjoj parceli površine 4993 m² (Slika 16.). Čestica pod brojem 1982/1 nalazi se u katastarskoj općini Gorjani (www.geoportal.dgu.hr), na blagom brijegu, na oko 120 m nadmorske visine. Položaj čestice je u smjeru istok-zapad. Koordinate parcele su: 45° 24' 26" N, 18° 21' 28" E (www.preglednik.arkod.hr).



Slika 16. Kukuruz na istraživanoj čestici u Gorjanima (Foto: Lović, I.)

Istočni dio parcele omeđen je odvodnim jarkom iza kojeg je bio zasijan kukuruz, zapadni dio omeđen je pristupnim putem, dok se na susjednim parcelama sjeverno i južno također nalazio kukuruz (Slika 17.).



Slika 17. Kartografski prikaz istraživane parcele (B) te susjednih parcela (A i C)

(Izvor: www.geoportal.dgu.hr)

Osim istraživane čestice, izvršen je pregled susjednih čestica. Utvrđena je prisutnost imaga kukuruzne zlatice na istraživanoj čestici (B), veća prisutnost imaga na susjednoj sjevernoj čestici (A), dok na susjednoj južnoj čestici (C) nije uočena prisutnost imaga, niti polegnute biljke (Slika 17.).

U razgovoru s vlasnicima parcela te uvidom u sustav „Arkod“ (www.preglednik.arkod.hr), utvrđeno je koje su kulture bile zasijane na istraživanoj čestici (B) te susjednim česticama (A i C) u petogodišnjem razdoblju (Tablica 1.). U dva navrata na sve tri čestice bio je zasijan kukuruz u ponovljenoj sjetvi, dok su 2016. g. bile zasijane druge kulture.

Tablica 1. Zasijane kulture na istraživanoj parceli te susjednim česticama u petogodišnjem razdoblju od 2014. do 2018. g.

Godina	Parcela A	Parcela B	Parcela C
2014.	Kukuruz	Kukuruz	Kukuruz
2015.	Kukuruz	Kukuruz	Kukuruz
2016.	Suncokret	Zob	Pšenica
2017.	Kukuruz	Kukuruz	Kukuruz
2018.	Kukuruz	Kukuruz	Kukuruz

Na promatranj parceli (B) kontrolnim pregledom korijena utvrđena je mala prisutnost ličinki kukuruzne zlatice, ali je bila prisutna različita izgrizenost korijena. Jača izgrizenost posebno je bila prisutna kod biljaka koje su pokazivale simptom „guščjeg vrata“ i veći dio takvih biljaka nalazio se uz sjevernu stranu parcele. Mala prisutnost ličinki, a veća prisutnost oštećenog korijena ukazuje na to kako je većina prisutnih jedinki prošla razvojni stadij ličinke, što potvrđuje i velika prisutnost imaga.

Vlasnik zasijanog kukuruza na parceli B, Josip Lović (Gorjani) pristao je na istraživanje prisutnosti štetnika i nastalih oštećenja izazvanih njegovim prisustvom. Na parceli je 2018. g. zasijan rani hibrid kukuruza OSSK 298 P. Međuredni razmak iznosio je 70 cm, a prosječan sklop iznosio je 66.000 biljaka/ha. Na parceli su primijenjene uobičajene agrotehničke mjere kakve se provode u proizvodnji kukuruza (Tablica 2.).

Kukuruz je na ovoj parceli zasijan drugu godinu za redom. Kao razlog ponovljene sjetve vlasnik navodi prisutnost korova *Abutilon theophrasti* Med. i njegovo otežano suzbijanje.

Tablica 2. Primijenjene agrotehničke mjere na istraživanoj parceli tijekom 2018. g.

Radne operacije	Datum	Materijal i količina
Predsjetvena priprema	09.04.2018.	400 kg/ha 15-15-15
Gnojidba		100 kg/ha UREA
Sjetva	23.04.2018.	OSSK 298 P
Zaštita od korova (nakon sjetve, prije nicanja)	25.04.2018.	Primextra Gold 720; 4 l/ha
Zaštita od korova	21.05.2018.	Motivell; 1,2 l/ha Deherban A; 0,8 l/ha
Prva kultivacija (bez prihrane)	01.06.2018.	-
Druga kultivacija (s prihranom)	11.06.2018.	200 kg/ha KAN
Vršidba	29.09.2018.	-

26. lipnja 2018. g. s četiri slučajno odabrane pozicije na parceli izvađeno je po 5 biljaka u redu (ukupno 20 biljaka). Izvađenim biljkama odsječen je gornji dio stabljike, otrešena je zemlja s korijena i ispran je mlazom vode. Korijen je nakon toga odnešen na ocjenjivanje stupnja oštećenja na Zavod za fitomedicinu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti. Ocjenjivanje korijena provedeno je 28. lipnja 2018. g. Ocijenjeno je oštećenje korijena Node Injury Scale 0-3 metodom (Oleson i Tollefson, 2000.) (Slika 18).

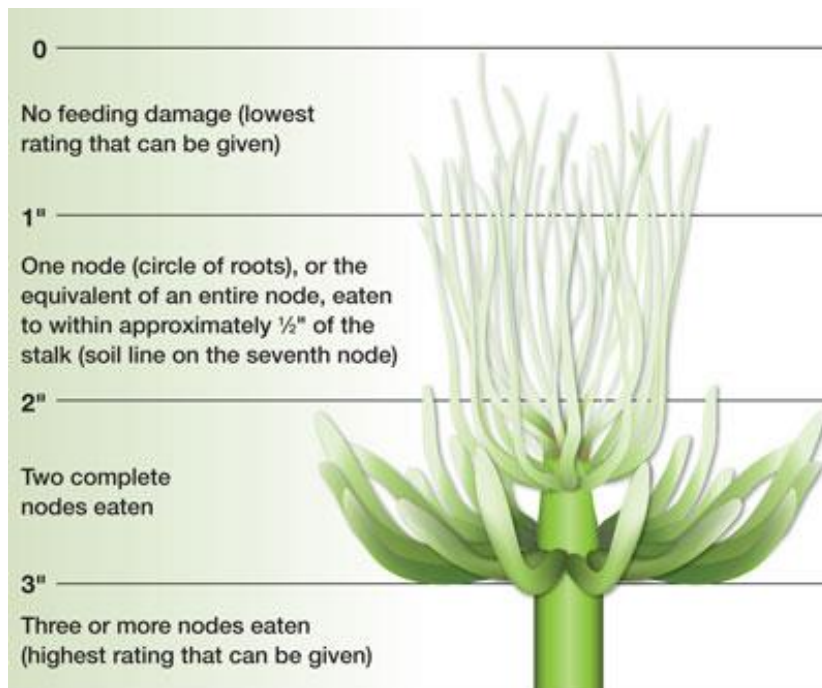
Node Injury Scale 0-3 (Oleson i Tollefson, 2000.):

0,00 – nema oštećenja na korijenu

1,00 – 1 nod ili ekvivalent cijelog noda oštećen u dužini od 5 cm od stabljike

2,00 – 2 noda oštećena

3,00 – 3 noda oštećena



Slika 18. Node Injury Scale 0-3 (Izvor: www.agweb.com)

Između izgrizanih noda, oštećenja se prikazuju u %, npr. 0,25 pokazuje kako je 1/4 noda izgrizena, dok 1,50 pokazuje kako je izgrizen 1,5 nod (Oleson i Tollefson, 2000.) (Slika 19.).



Slika 19. Oštećeni korijen kukuruza s ocjenama prema Node Injury skali 0-3 (Izvor: www.extension.entm.purdue.edu)

Ocjena veličine korijena i ocjena sekundarnog korijena provedena je skalom 1-6 (Rogers i sur., 1975.). Najveći korijen s dobro razvijenim sekundarnim korijenom ocjenjuje se ocjenom 1, dok se mali i slabo razvijeni korijen ocjenjuje ocjenom 6.

S obzirom da je pri pregledu parcele utvrđeno kako je veći postotak polegnutih biljaka prisutan u sjevernom dijelu parcele, a nešto manji u južnom, istraživanje broja polegnutih biljaka razdvojeno je na dva dijela, a u svakom dijelu pregledano je 4x25 biljaka.

Na svakoj poziciji pregledano je 25 uzastopnih biljaka u redu. Ukoliko je utvrđeno kako je kut između stabljike i tla manji od 45° (Slika 20.), tada je biljka smatrana polegnutom (Džoić, 2009.).



Slika 20. Prikaz kuta mjerenja prilikom određivanja polegnutosti biljaka kod oštećenja izazvanih od strane ličinke kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Prebrojavanje brojnosti imaga trajalo je od 3. srpnja do 11. rujna 2018. g. (Slika 21.).



Slika 21. Žuta ljepljiva ploča postavljena na polju kukuruza (Foto: Lović, I.)

Štetnici su prebrojavani na žutim ljepljivim pločama „Bio plantella“, proizvođača Unichem d.o.o., Slovenija na četiri mjesta na parceli. Ploče su veličine 17x24 cm, s prozirnim ljepljivom (poliizobutilen) s obje strane.

Ploče su postavljene u visini klipa kukuruza i mijenjane su svakih tjedan dana uz prebrojavanje zalijepljenih imaga kukuruzne zlatice. Zasebno su prebrojavane i evidentirane muške i ženske jedinice.

6. REZULTATI I RASPRAVA

6.1. Ocjenjivanje oštećenosti korijena

Rezultati ocjenjivanja Node Injury metodom pokazuju oštećenost korijena izvađenih biljaka u rasponu ocjena od 1,50 do 3,00, s prosječnom ocjenom 2,20 (Tablica 3.).

Tablica 3. Node Injury Scala 0-3, Oštećenje korijena skala 0-3

Pokus: Završni rad Ivan Lović		2018. g.				
Datum kopanja: 26.06.2018. g.		Lokalitet: Gorjani				
Datum pregleda: 28.06.2018. g.		Ponavljjanje: 4x5 biljaka				
Hibrid		Korijen				
		1	2	3	4	5
1.	OSSK 298 P	2,25	2,25	1,75	1,50	2,00
2.		1,50	1,75	2,75	2,50	1,75
3.		1,50	3,00	3,00	1,50	2,00
4.		1,75	2,25	3,00	3,00	3,00

Ocijenjeno korijenje pokazuje značajnu oštećenost (Slika 22.), jer već razina oštećenja ocijenjena ocjenom 0,50 može uzrokovati smanjenje prinosa (Nowatzki, 2001.).



Slika 22. Oštećeni korijen kukuruza od strane *D. virgifera virgifera* (Foto: Lović, I.)

Istraživanja Ivezić i sur. tokom 2005. g. u Duboševici pokazala su kako je oštećenje korijena kod hibrida Pioneer Pr 35p 12, koji je uzgajan dvije godine za redom ocijenjeno

ocjenom 0,73, dok je korijen hibrida Bc 5982, koji je uzgajan tri godine za redom na istoj parceli ocijenjen s ocjenom 1,15 (Ivezić i sur., 2006.).

Istraživanja Sučića u Vrbanji (Sučić, 2009.) pokazala su kako je oštećenje tokom 2003. g. na korijenu kukuruza posijanom u monokulturi ocijenjeno prosječno ocjenom 1,34, a tokom 2004. g. ocijenjeno s ocjenom 0,80. Međutim tokom 2004. g. utvrđen je znatno manji broj imaga zbog nepovoljnih klimatskih prilika tokom 2003. g. u vrijeme ovipozicije. Oštećenje korijena kod ponovljene sjetve 2003. g. ocijenjeno je ocjenom 0,95.

U odnosu na ostala istraživanja, oštećenost korijena hibrida OSSK 298 P zasijanog u Gorjanima u ponovljenoj sjetvi bila je značajno veća nego ocijenjena oštećenost korijena u istraživanjima provedenim u Duboševici i Vrbanji, čak veća i od onih gdje je sjetva kukuruza provedena tri godine za redom. Kako je od istraživanja u Duboševici i Vrbanji prošlo 15 godina, može se pretpostaviti kako je dugogodišnjim prisustvom kukuruzne zlatice intenzitet napada sve veći.

6.2. Ocjenjivanje veličine korijena

Veličina izvađenog korijena kukuruza ocijenjena je prosječnom ocjenom 3,7 (Tablica 4.).

Tablica 4. Veličina korijena skala 1-6

Pokus: Završni rad Ivan Lović		2018. g.				
Datum kopanja: 26.06.2018. g.		Lokalitet: Gorjani				
Datum pregleda: 28.06.2018. g.		Ponavljanje: 4x5 biljaka				
Hibrid		Korijen				
		1	2	3	4	5
1.	OSSK 298 P	1	3	2	2	5
2.		2	4	6	2	3
3.		4	5	5	1	4
4.		4	5	5	6	5

Turpin i sur. (1972.) utvrdili su linearno smanjenje prinosa ukoliko ocjena veličine korijena prelazi 2,5, a kako svako povećanje za jednu ocjenu iznad 2,5, smanjuje prinos za 680

kg/ha. Dobrinčić (2001.) navodi kako se smanjenje prinosa može očekivati već kod ocjene 2,25.

Istraživanja Ivezić i sur. od 2001. do 2003. g. na različitim hibridima (Pioneer-ovi hibridi i hibridi osječkog instituta) i različitim lokacijama u Hrvatskoj i SAD-u pokazivali su ocjenu veličine korijena u rasponu od 1,8 do 4,05. Pri čemu su neki osječki hibridi pokazivali dobru tolerantnost na kukuruznu zlaticu, veću od Pioneer-ovih, to su hibridi: OSSK 596 R i OSSK 617, čija je ocjena veličine korijena bila ispod 2,5 (Ivezić i sur., 2006.).

Veličina korijena hibrida OSSK 298 P zasijanog u Gorjanima koji je ocjenjen prosječnom ocjenom 3,7 pokazuje njegovu nisku tolerantnost prema napadu kukuruzne zlatice.

6.3. Ocjenjivanje veličine sekundarnog korijena

Rezultati ocjene sekundarnog korijena pokazali su različitu razvijenost sekundarnog korijena, koji je ocijenjen s prosječnom ocjenom 3,65 (Tablica 5.).

Tablica 5. Veličina sekundarnog korijena skala 1-6

Pokus: Završni rad Ivan Lović		2018. g.				
Datum kovanja: 26.06.2018. g.		Lokalitet: Gorjani				
Datum pregleda: 28.06.2018. g.		Ponavljjanje: 4x5 biljaka				
Hibrid		Korijen				
		1	2	3	4	5
1.	OSSK 298 P	6	3	3	4	1
2.		1	3	3	1	4
3.		4	6	6	1	2
4.		3	5	6	6	5

Već spomenuta istraživanja Ivezić i sur. od 2001. do 2003. g. u Hrvatskoj i SAD-u obuhvatila su i ocjenjivanje sekundarnog korijena. Veličina sekundarnog korijena zasijanih hibrida ocijenjena je ocjenama od 1,8 (OSSK 617) do 4,05 (OSSK 644), pri čemu su ponovno najbolje ocjene dobili osječki hibridi: OSSK 617 (1,8) i OSSK 596 R (2,181) kod kojih je već utvrđen i najbolje razvijen korijen (Ivezić i sur., 2006.).

Ocjena sekundarnog korijena hibrida OSSK 298 P od 3,65, u istraživanju provedenom u Gorjanima, pokazuje njegovu malu otpornost na oštećenja koja uzrokuje ličinka kukuruzne zlatice i ukazuje na nisku sposobnost regeneracije korijena nakon oštećenja.

6.4. Utvrđivanje polegnutih biljaka

Rezultati pokazuju znatno različitu prisutnost polegnutih biljaka na različitim pozicijama. Manje je polegnutih biljaka bilo u južnom dijelu (3 %), a više polegnutih biljaka u sjevernom dijelu parcele (17 %). Prosječan postotak polegnutih biljaka iznosi 10 % (Tablica 6.).

Tablica 6. Rezultati prebrojavanja polegnutih biljaka

Broj ponavljanja	Broj polegnutih biljaka uz sjevernu stranu istraživane parcele	Broj polegnutih biljaka uz južnu stranu istraživane parcele
1.	4/25	1/25
2.	12/25	0/25
3.	1/25	0/25
4.	0/25	2/25
Ukupno:	17/100	3/100

Istraživanja Ivezić i sur. u 2005. u Duboševici pokazuju polegnutost biljaka od 12 % za hibrid Pioneer Pr 35p 12 (uzgajan dvije godine na istoj parceli), odnosno 15 % za hibrid BC 5982 (uzgajan tri godine za redom na istoj parceli) (Ivezić i sur., 2006.).

Prosječna polegnutost biljaka u Gorjanima u ponovljenoj sjetvi bila je prosječno niža (10 %) od istraživanja u Duboševici kod kukuruza uzgajanog u ponovljenoj sjetvi (12 %), međutim, sjeverni dio parcele u Gorjanima (Slika 23.) pokazivao je značajniju polegnutost (17 %), veću od istraživanja u Duboševici na polju gdje je kukuruz uzgajan 3 godine za redom, što također može biti posljedica dugogodišnjeg prisustva kukuruzne zlatice na području istočne Slavonije.

Značajan postotak polegnutosti biljaka posljedica je značajne oštećenosti korijena, što je utvrđeno njegovim ocjenjivanjem Node Injury Scale metodom, pri čemu se korijen pod utjecajem vjetrova savija i poprima simptom „gušćjeg vrata“.



Slika 23. Polegnute biljke kukuruza, tzv „gušćji vrat“ (Foto: Lović, I.)

Istraživanje Sučića u Vrbanji tokom 2003. i 2004. g. pokazala su kako je kod sjetve suncokreta i soje nakon kukuruza uočena prisutnost imaga kukuruzne zlatice na njihovim cvjetovima. Isto tako sjetvom kukuruza nakon suncokreta i soje uočeno je manje oštećenje korijena kukuruza, što ukazuje na to kako kukuruzna zlatica dio svojih jaja polaže u usjeve suncokreta i soje ili se radi o produženoj dijapauzi jaja od dvije godine (Sučić, 2009.).

Prilagodba kukuruzne zlatice i njena prisutnost na suncokretu, može biti uzrok veće pojave kukuruzne zlatice uz sjevernu stranu promatrane parcele (B). Kao što je već navedeno, na sjevernoj susjednoj čestici (A) tokom 2014. i 2015. g. bio je zasijan kukuruz, zatim 2016. g. suncokret, pa ponovno 2017. i 2018. g. kukuruz. Kao i u istraživanju Sučića (2009.), dio imaga kukuruzne zlatice vjerojatno se zadržao na cvjetovima suncokreta te ondje položio jaja u tlo, a ponovnom sjetvom kukuruza iduće dvije godine, štetnik se masovno proširio pa je na sjevernoj čestici (A) uočena veća polegnutost biljaka i veća prisutnost imaga. Pri uzgoju kukuruza, osim što je potrebno izbjegavati ponovljenu sjetvu kukuruza, potrebno je izbjegavati i dvopolje soja-kukuruz i suncokret-kukuruz te se preporuča provođenje šireg plodoreda.

Na susjednoj južnoj čestici (C) također se radilo o ponovljenoj sjetvi kukuruza, ali je uočena tek neznatna prisutnost imaga, dok polegnutih biljaka nije bilo. U razgovoru s vlasnikom parcele Stjepanom Lovićem, utvrđeno je kako je na ovoj čestici zasijan hibrid kukuruza DKC 5276, tvrtke Dekalb, čije je sjeme bilo tretirano insekticidom Force 20CS (www.dekalb.hr). Zaštita sjemena kukuruza insekticidom u ovom slučaju pokazala se kao učinkovita mjera borbe, međutim zbog mogućnosti pojave rezistentnosti štetnika na insekticide ne može biti jedina mjera zaštite.

6.5. Prebrojavanje brojnosti imaga

Pojava prvih imaga na istraživanoj parceli dogodila se već polovicom lipnja jer je već kod pregeda parcele između 20. i 25. lipnja 2018. g. utvrđena prisutnost velikog broja imaga. Prebrojavanjem imaga uhvaćenih na žute ljepljive ploče (Slika 24.) utvrđeno je kako je najveća prisutnost imaga bila u prvoj dekadi srpnja, dok je posljednji imago uhvaćen 4. rujna. Tijekom promatranog razdoblja prisutnost mužjaka i ženki bila je u omjeru 45:55 u korist ženki (Tablica 7.).

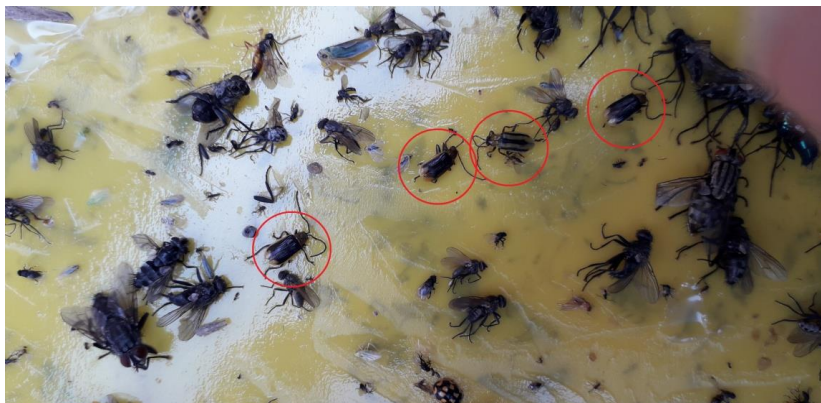
Tablica 7. Rezultati utvrđivanja brojnosti imaga na žutim ljepljivim pločama

Datum postavljanja ploče	Datum skidanja ploče i očitavanja	Ukupan broj mužjaka	Ukupan broj ženki	Ukupan broj jedinki
03.07.2018.	10.07.2018.	148	162	310
10.07.2018.	24.07.2018.	81	104	185
17.07.2018.	24.07.2018.	79	87	166
24.07.2018.	31.07.2018.	36	64	101
31.07.2018.	07.08.2018.	8	12	20
07.08.2018.	14.08.2018.	11	19	30
14.08.2018.	21.08.2018.	9	11	20
21.08.2018.	28.08.2018.	4	3	7
28.08.2018.	04.09.2018.	1	1	2
04.09.2018.	11.09.2018.	0	0	0
Ukupan broj imaga:		377	463	840

U istraživanjima provedenim na Poljoprivrednom institutu u Osijeku od 1996. do 2013. g., početak leta većinom je zabilježen krajem lipnja ili početkom srpnja. Nešto raniji početak leta zabilježen je 2007., 2008., 2009. i 2011. g., oko 15. lipnja, što se podudara s istraživanjem provednim u Gorjanima, dok je najkasniji početak leta u istraživanjima na Poljoprivrednom institutu bio 1996. i 2001. g., kada je zabilježen 24. srpnja (Borić, 2015.).

Ista istraživanja na lokaciji Poljoprivrednog instituta u Osijeku pokazuju kako se maksimalan let imaga najčešće događa u drugoj dekadi srpnja ili prvoj dekadi kolovoza,

dok je 2007., 2008. i 2009. g. najveći broj imaga na žutim ljepljivim pločama uhvaćen u prvoj dekadi srpnja (Borić, 2015.), kao i u istraživanju provedenom u Gorjanima.



Slika 24. Prebrojavanje ulovljenih imaga kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Lemić i Bažok 2007. g., bilježe maksimalan ulov imaga u razdoblju od 16. do 30. srpnja (Lemić i Bažok, 2009.), dok istraživanje Ivezić i sur. 2005. g. najveći broj uhvaćenih imaga bilježi početkom kolovoza (Izvezić i sur., 2006.).

Istraživanje Igrc Barčić i Maceljškog na području istočne Hrvatske (Tovarnik, Vrbanja, Otok) pokazali su kako je prvi imago uhvaćen 4. srpnja, a posljednji 3. listopada, maksimalan let imaga bio je između 10. srpnja i 20. rujna, dok su vrlo slabo izraženi maksimumi bili u prvoj dekadi kolovoza i drugoj dekadi rujna. Ulov imaga u listopadu bio je neočekivan, ali smatraju kako je na njihov produljeni let vjerojatno utjecalo toplo vrijeme krajem ljeta (Igrc Barčić i Maceljški, 1997.).

Sučić (2009.) u istraživanju u Vrbanji tokom 2003. g. bilježi početak leta imaga 23. lipnja, najveća brojnost bila je između 24. i 28. srpnja, dok je završetak leta utvrđen 2. rujna. U 2004. g. Sučić bilježi početak leta 7. srpnja (dva tjedna kasnije nego 2003. g.), povećan ulov imaga bio je između 14. srpnja i 12. kolovoza, a posljednji ulov imaga 3. rujna.

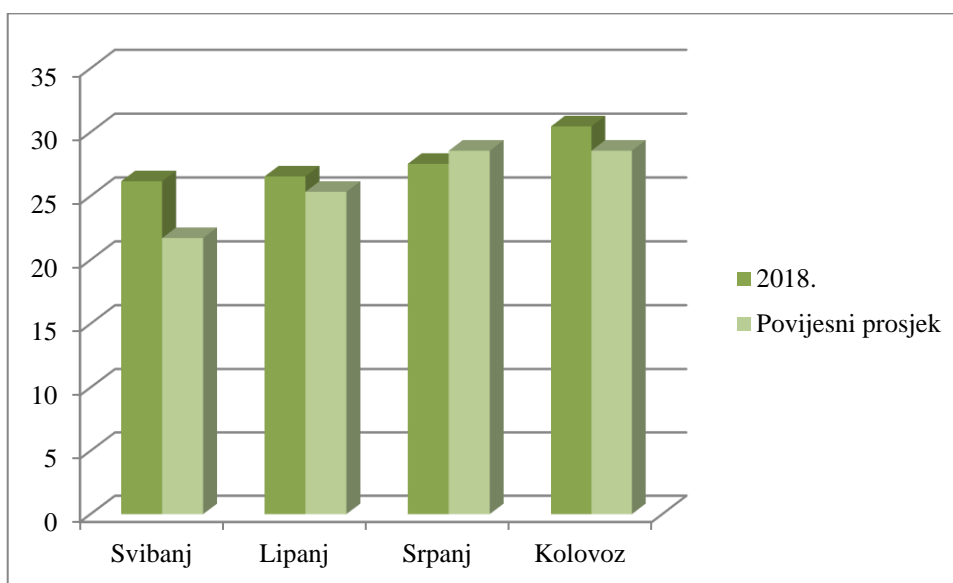
U istraživanjima koja su provele Lemić i Bažok 2007. g. posljednji ulov imaga zabilježen je u periodu između 3. i 10. rujna kada je uhvaćen samo jedan imago. U radu navode kako je trajanje leta imaga trajalo kraće od očekivanog, za što smatraju kako je posljedica visokih temperatura i bržeg razvoja pojedinih razvojnih stadija, što se dogodilo i 2000. g., koja je također bila sušna i topla (Lemić i Bažok, 2009.).

Imago kukuruzne zlatice najaktivniji je pri temperaturi od 26,5 °C, dok su jako osjetljivi kada su temperature iznad 30 °C (Bartlett i Chiang, 1977.) (Slika 25.).



Slika 25. Imago kukuruzne zlatice sakriven ispod lista uslijed visokih dnevnih temperatura
(Foto: Lović, I.)

Pregledom temperatura na području Gorjana tokom 2018. g. (Grafikon 1.) utvrđeno je kako su srednje maksimalne temperature od svibnja do kolovoza bile za 4,45 °C više nego povijesni prosjek temperature. Srednje maksimalne temperature tijekom svibnja i lipnja bile su idealne za razvoj kukuruzne zlatice.



Grafikon 1. Srednje maksimalne vrijednosti temperature (°C) u Gorjanima od svibnja do kolovoza 2018. g. i povijesni prosjek temperature za iste mjesece
(Izvor: www.accuweather.com).

Pretpostavka je kako su nešto više svibanjske i lipanjske temperature utjecale na brži razvoj kukuruzne zlatice i njenu raniju pojavu, vjerojatno već polovicom lipnja (s obzirom da je početkom srpnja bila maksimalna brojnost). Povoljne temperature nastavile su se i u

srpnju, dok su nešto više temperature zabilježene u kolovozu mogle imati negativan utjecaj na preživljavanje imaga što može biti jedan od razloga kraćeg leta.

Najveći utjecaj na kraći let imaga vjerojatno je raniji hibrid kukuruza (OSSK 298 P) koji je bio zasijan na promatranoj parceli. Oko 1. kolovoza na parceli više nije bilo svile, a do 1. rujna sav list bio je suh (Slika 26.). U nedostatku hrane, preživjela imaga kukuruzne zlatice vjerojatno su prešla na okolna polja zasijana kukuruzom.



Slika 26. Žuta ljepljiva ploča u kukuruzu početkom rujna (Foto: Lović, I.)

Istraživanja u SAD-u pokazala su da ukoliko se po danu i mamcu (žute ploče) utvrdi više od 5 (Ivezić, 2008.) odnosno 6 imaga (Hein i Tollefson, 1985.), tada promatranu parcelu treba isključiti iz ponovljene sjetve kukuruza ili je pri ponovljenoj sjetvi potrebno primijeniti insekticide. Iz provedenog monitoringa utvrđena je znatno veća prisutnost imaga od 5 do 6 jedinki po danu i mamcu, iz čega proizlazi kako se na promatranoj parceli ne preporuča uzgoj kukuruza u idućoj godini te se preporuča provođenje višegodišnjeg plodoreda.

Kod istraživanja Ivezić i Raspudić (2004.) na području Gunje pri petogodišnjem uzgoju kukuruza u monokulturi, broj imaga se povećao za 600 % (od 183 do 1132 jedinke).

Ukoliko se na promatranoj parceli u Gorjanima kukuruz i dalje bude uzgajao u monokulturi, za očekivati je kako će se broj jedinki kukuruzne zlatice povećavati, što može dovesti do značajne ekonomske štete.

7. ZAKLJUČAK

Dosadašnja istraživanja o kukuruznoj zlatiци pokazala su kako pripada najvažnijim štetnicima na području uzgoja kukuruza u Hrvatskoj i svijetu. Iako još nije zahvatila cijelo područje europskog i svjetskog uzgoja kukuruza, do sada je pokazala veliku brzinu širenja i sposobnost osvajanja novih prostora pa je za očekivati kako će se proširiti na sva ona područja u kojima postoje ekološki uvjeti za njen razvoj.

Potrebno je provoditi stalni monitoring kukuruzne zlatice, pratiti njenu biologiju i ekologiju, pratiti brojnost te pokušati raznim mjerama kontrolirati gustoću populacije, a time i smanjiti potencijalne štete koje uzrokuju ličinka i imago.

Populacija štetnika može se svesti na minimum korištenjem raznih mjera među kojima je najbitniji plodored kao preventivna mjera. Ukoliko je iz nekoga razloga nemoguće provesti višegodišnji plodored, za suzbijanje štetnika mogu se upotrijebiti kemijska ili biološka sredstva. Važnu ulogu imaju i oplemenjivački postupci kojima se razvijaju hibridi kukuruza tolerantni na kukuruznu zlatiцу.

Monitoring u Gorjanima potvrdio je pojavu kukuruzne zlatice kod ponovljene sjetve kukuruza. Let kukuruzne zlatice započeo je nešto ranije, polovicom lipnja i trajao je do 4. rujna, nešto kraće nego što je to uobičajeno, dok je maksimalan broj imaga uhvaćen u prvoj dekadi srpnja (prosječno 77,5 imaga po žutoj ploči tjedno). Na pojavu i brojnost imaga utjecaj su imale povoljne dnevne temperature koje su pogodovale bržem razvoju štetnika te raniji hibrid kukuruza koji je ondje bio zasijan.

Utvrđena je značajna oštećenost korijena od strane ličinki (ocjena 2,20, Node Injury Scale 0-3), pri čemu je dio biljaka pokazivao karakterističan simptom „gušćeg vrata“ (10 % biljaka), a na svili i listu uočena su oštećenja od strane imaga. Ocjena oštećenosti korijena pokazuje kako je moguće očekivati gubitke u prinosu, a zasijani hibrid kukuruza pokazuje nisku tolerantnost na kukuruznu zlatiцу (ocjena veličine korijena 3,7, skala 1-6) i slabu mogućnost regeneracije korijena (ocjena sekundarnog korijena 3,65, skala 1-6).

S obzirom na količinu ulovljenih štetnika i postotak oštećenosti korijena, ne preporuča se sjetva kukuruza na istoj parceli u idućoj godini jer se prognozira kako bi broj štetnika bio značajno veći i kako bi njihova brojnost uzrokovala ekonomske štete. Isto tako ne preporuča se sjetva soje ili suncokreta jer se pokazalo kako se kukuruzna zlatiца počela prilagođavati ovim kulturama, što u budućnosti može umanjiti važnost plodoreda kao osnovne mjere borbe protiv ovoga štetnika.

8. POPIS LITERATURE

1. Atyeo, E. T., Weekman, G. T., Lawson, D. E. (1964.): The identification of *Diabrotica* species by chorion sculpturing. J. Kansas Entomol. Soc. 37: 9-11.
2. Bartlett, R. J., Chiang, H. C. (1977.): Field studies involving the sex-attractant pheromones of the westwern and northern corn rootworm beetles. Environ. Entomol. 6: 853-861.
3. Bergman, M. K., Turpin, F. T. (1984): Impact of corn planting date on the population dynamics of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 13: 898-901.
4. Borić, M. (2015.): Let kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području Osijeka od 1996. do 2013. godine. Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 1-31.
5. Branson, T. F., Gus, P. L., Jackson, J. J. (1977.): Mating frequency of the western corn rootworm. Ann. Entomol. Soc. Am. 70: 506-508.
6. Čamprag, D. (1998.): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte nova štetočina kukuruza u Srbiji i mogućnosti za njeno razmnožavanje i širenje. U: Pojava, štetnost i suzbijanje kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte). Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd: 9-26.
7. Dobrinčić, R. (2001.): Istraživanje biologije i ekologije *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte novog člana entomofaune Hrvatske. Doktorska dizertacija. Agronomski fakultet Zagreb: 222.
8. Džoić, D. (2009.): Prognoza pojave kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području istočne Slavonije. Doktorska dizertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 1-94.
9. Edwards, C. R. (1996.): The sudden and dramatic shift od the Western Corn Rootworm to Corn following soybeans. IWGO News letter, Vol. XVI. No. 1: 13-15.
10. Elliot, N. C., Gustin, R. D., Hanson, S. L. (1990.): Influence od adult diet on the reproductive bilogy and survival of the western coor rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 56: 15-21.
11. Grubišić, D., Vladić, M., Gotlin Čuljak, T., Benković Lačić, T. (2013.): Primjena entomopatogenih nematoda u suzbijanju kukurzne zlatice. Glasilo biljne zaštite 3/2013: 223-231.
12. Gustin, R. D. (1979.): Effect of two moisture and population levels on oviposition of the western corn rootworm. Environ. Entomol. 3, 406-407.

13. 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.
14. Igrc Barčić, J., Maceljčki, M. (1997.): Kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte – Col.: Chrysomelidae) – novi štetnik u hrvatskom podunavlju. *Agronomski glasnik*, Vol. 59 No. 5-6: 429-443.
15. Ivanek-Martinčić, M. (2009.): Žičnjaci (*Elateridae*) – važni štetnici kukuruza. *Glasnik zaštite bilja* 5/2009.: 37-43.
16. Ivezić, M. (2008.): Polifagni štetnici. U: *Entomologija, Kukci i ostali štetnici u ratarstvu*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 75-78.
17. Ivezić, M. (2008.): Štetnici kukuruza. U: *Entomologija, Kukci i ostali štetnici u ratarstvu*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 111-126.
18. Ivezić, M., Majić, I., Raspudić, E., Brmež, M., Prakatur, B. (2006.): Značaj kukuruzne zlatice u ponovljenom uzgoju kukuruza. *Poljoprivreda*, Vol. 12 No. 1.: 35-40.
19. Ivezić, M., Raspudić, E. (1997.): Intensity of attack of the corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner) on the territory of Baranja in the period 1971-1990. – *Natura croatica*, Vol. 6, No 1: 137-142.
20. Ivezić, M., Raspudić, E. (2004.): Ekonomski značajni štetnici kukuruza na području istočne Hrvatske. *Razprave*, XLV-1. Slovenska akademija znanosti i umjetnosti, Ljubljana: 88-98.
21. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Pribetić, Đ. (2004.): Pojava i jačina napada sovice *Helicoverpa armigera* Hb. u 2003. godini. *Glasilo biljne zaštite*, Srpanj-kolovoz (2004), 4: 215-218.
22. Ivezić, M., Tollefson, J. J., Raspudić, E., Brkić, I., Brmež, M., Hibbard, B. E. (2006.): Evaluation of corn hybrids for tolerance to corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval feeding. *Cereal Research Communications*. Vol. 34 Nos. 2-3: 1001-1006.
23. Kereša, S., Barić, M., Grdiša, M., Igrc Barčić, J., Marchetti, S. (2008.): Transgenične biljke s ispoljavanjem gena za otpornost na kukce. *Sjemenarstvo*, Vol. 25 No. 2: 139-153.
24. Kriticos, D. J., Reynaud, P., Baker, R. H. A., Eyre, D. (2012.): Estimating the global area of potential establishment for the western corn rootworm (*Diabrotica*

- virgifera virgifera*) under rain-fed and irrigated agriculture. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 42.: 56-64.
25. Krysan, J. L., Jackson, J. J., Lew, A. C. (1984.): Field termination of egg diapause in *Diabrotica* with new evidence of extended diapause in *D. barberi* (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 13: 1237-1240.
 26. Krysan, J. L., Miller, T. A. (1986.): Methods for the study of pest *Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 1-23.
 27. Lemić, D., Bažok, R. (2009.): Procjena rizika od kukuruzne zlatice *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte na području Moslavine. Agronomski glasnik 5-6/2009.: 337-346.
 28. Lombaert, E., Ciosi, M., Miller, N. J., Sappington, T. W., Blin, A., Guillemaud, T. (2017.): Colonization history of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) in North America: insights from random forest ABC using microsatellite data. Biological Invasions, Volume 20, Issue 3: 665-677.
 29. Maceljčki, M., Igrc Barčić, J. (1999.): Poljoprivredna entomologija. Biblioteka znanstveno popularna djela, knjiga 46. Zrinski d.d., Čakovec: 188-205.
 30. Meinke, L. J., Sappington, T. W., Onstad, D. W., Guillemaud, T., Miller, N. J., Komáromi, J., Levay, N., Furlan, L., Kiss, J., Toth, F. (2009.): Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. Agricultural and Forest Entomology. Volume 11, Issue 1.: 35-37.
 31. Musick, G. J., Chiang, H. C., Luckmann, W. H., Mayo, Z. B., Turpin, F. T. (1980.): Impact of planting dates of field corn on beetle emergence and damage by the western and the northern corn rootworms in the Corn Belt. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 207-215.
 32. Nowatzki, T., M. (2001.): Improvements in management of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). Ph. D. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa: 118.
 33. Oleson, D. J., Tollefson, J. J. (2000.): A new Iowa Scale rating corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval injury. 5th FAO/TCT Meeting, 6th EPPO ad hoc Panel, 7th International IWGO – Workshop. Stuttgart 16/17: 9.
 34. Raspudić, E., Ivezić, M., Sarajlić, A., Brmež, M., Majić, I., Gumze, A. (2011.): Problemi s kukuruznim moljcem i kako ih riješiti. Glasilo biljne zaštite, sažeci seminara biljne zaštite. Cvjetković, Bogdan (ur.). Zagreb: Hrvatsko društvo biljne zaštite: 8-9.
 35. Rogers, R. R., Owens, J. C., Tollefson, J. J., Witkowski, J. F. (1975.): Evaluation of commercial corn hybrids for tolerance to corn rootworms. Environmental Entomology 4: 920-922.

36. Sammons, A. E., Edwards, C. R., Bledsoe, L. W., Boeve, P. J., Stuart, J. J. (1997.): Behavioral and feeding reveal a western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) variant that is attracted to soybean. *Environ. Entomol.* 26: 1336-1342.
37. Spencer, J. L., Hibbard, B. E., Moeser, J., Onstad, D. W. (2009.): Behaviour and ecology of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Agricultural and Forest Entomology*, 11: 9-27.
38. Spike, B. P., Tollefson, J. J. (1988.): Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval survival and damage potential to corn subjected to nitrogen and plant density treatments. *J. Econ. Entomol.* 81: 1450-1455.
39. 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. Entomol.* 82: 1760-1763.
40. Sučić, G. (2009.): Utjecaj plodoreda na pojavu kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Magistarski rad: 1-92.
41. Turpin, F. T., Dumenil, L. C., Peters, D. C. (1972.): Edaphic and agronomic characters that affect potential for rootworm damage to corn in Iowa. *J. Econ. Entomol.* 65: 1615-1619.
42. Zrakić, M., Hadelan, L., Prišenk, J., Levak, V., Grgić, I. (2017.): Tendencije proizvodnje kukuruza u svijetu, Hrvatskoj i Sloveniji. *Glasnik zaštite bilja*, Vol. 40, No. 6.: 78-85.
43. AccuWeather: Hrvatska vrijeme.
<https://www.accuweather.com/hr/hr/gorjani/114277/month/114277?monyr=5/01/2020>
04.06.2019.
44. Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju: Arkod preglednik.
<http://preglednik.arkod.hr/ARKOD-Web/> 05.06.2019.
45. Agroportal: Žuta kukuruzna ili pamukova sovica.
<https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/20300> 13.05.2019.
46. Agweb: Tips to Scout for Rootworm.
<https://www.agweb.com/mobile/article/tips-to-scout-for-rootworm-naa-sonja-begemann/> 05.06.2019.
47. Dekalb: Dekalb katalog 2018.
<https://www.dekalb.hr/documents/62807/63075/DEKALB+Katalog+2018/e6e4777e-cff0-4295-a405-6288f7f156fd> 06.06.2019.

48. Državna geodetska uprava: Geoportal.
<https://geoportal.dgu.hr/> 05.06.2019.
49. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Faostat.
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> 25.02.2019.
50. Obermeyer, J., Krupke, C., Bledsoe, L.: Rootwoem Soil Insecticides: Choices, Consider-ations, and Efficacy Results.
<https://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2006/issue25/> 05.06.2019.
51. Reynaud, P.: Distribution and climate suitability for *diabrotica virgifera virgifera* in Europe modelled under historical climatic conditions using CLIMEX under rain-fed conditions using the *D. v. virgifera* theoretical model. 2012.
https://www.researchgate.net/figure/Distribution-and-climate-suitability-for-Diabrotica-virgifera-virgifera-in-Europe_fig4_257292528 13.05.2019.
52. The Plantwise Blog: World Food Prize winner's vision sown in CABI-led Plantwisw programme in Myanmar.
<https://blog.plantwise.org/2013/06/25/corn-rootworm-resistance-to-crop-rotation-explained/> 05.05.2019.