

ŠTETE OD KUKURUZNE ZLATICE (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) U RAZLIČITIM UZGOJNIM UVJETIMA

Lović, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:151:786291>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-02**



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

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**Štete od kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u različitim
uzgojnim uvjetima**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Lović

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**Štete od kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u različitim
uzgojnim uvjetima**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ivan Lović

Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

**Štete od kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u različitim
uzgojnim uvjetima**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Ivana Majić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, mentor
3. doc. dr. sc. Ankica Sarajlić, član

Osijek, 2021.

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 2 |
| 2.1. Štetnici kukuruza | 2 |
| 2.1.1. Žičnjaci – klisnjaci (Elateridae) | 3 |
| 2.1.2. Kukuruzni moljac (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner)..... | 5 |
| 2.1.3. Žuta kukuruzna soвица (<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner)..... | 8 |
| 2.2. Rod <i>Diabrotica</i> | 10 |
| 2.3. Kukuruzna zlatica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte) | 11 |
| 2.3.1. Podrijetlo kukuruzne zlatice..... | 11 |
| 2.3.2. Pojava i širenje kukuruzne zlatice u Europi..... | 13 |
| 2.3.3. Opis i biologija kukuruzne zlatice..... | 14 |
| 2.3.4. Štete uzrokovane napadom kukuruzne zlatice | 18 |
| 2.3.5. Mjere zaštite | 20 |
| 3. MATERIJAL I METODE | 25 |
| 3.1. Ocjena oštećenosti korijena, veličina korijena i veličina sekundarnog korijena | 29 |
| 3.2. Određivanje postotka polegnutih biljaka | 32 |
| 3.3. Utvrđivanje brojnosti imaga | 33 |
| 3.3.1. Praćenje leta imaga uz pomoć žutih ljepljivih ploča | 33 |
| 3.3.2. Praćenje leta imaga uz pomoć kaveza | 34 |
| 3.4. Usporedba prinosa | 34 |
| 4. REZULTATI | 36 |
| 4.1. Štete od kukuruzne zlatice | 36 |
| 4.2. Dinamika populacije kukuruzne zlatice..... | 39 |
| 4.3. Utjecaj kukuruzne zlatice na prinos kukuruza | 40 |
| 5. RASPRAVA | 42 |
| 6. ZAKLJUČAK | 48 |
| 7. POPIS LITERATURE | 49 |
| 8. SAŽETAK | 57 |
| 9. SUMMARY | 58 |
| 10. POPIS TABLICA | 59 |
| 11. POPIS SLIKA | 60 |
| 12. POPIS GRAFIKONA | 63 |

Temeljna dokumentacijska kartica

Basic documentation card

1. UVOD

Kukuruz pripada najznačajnijim svjetskim poljoprivrednim kulturama, odmah uz rižu i pšenicu, a njegova značajnost proizlazi iz različitih mogućnosti njegove upotrebe, od stočarske proizvodnje, ljudske ishrane do korištenja u industriji (Zrakić i sur., 2017.).

Na kvalitetu i visinu prinosa kukuruza utječu razni biotski i abiotski čimbenici, među kojima i razni štetnici. Uzgojem kukuruza u monokulturi doprinijelo se širenju kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) koja je postala jednim od najvažnijih štetnika kukuruza. Kukuruzna zlatica masovno se počela širiti na prostoru Sjeverne Amerike u drugoj polovici 20. stoljeća (Meinke i sur., 2009.), a početkom 90-ih godina započela je širenje u Europi (Čamprag, 1998.). Do danas se proširila na gotovo sva europska područja na kojima se uzgaja kukuruz (Bažok i sur., 2021.).

Stalnim praćenjem kukuruzne zlatice i primjenom različitih mjera zaštite važno je njihovu populaciju smanjiti na minimum kako bi se smanjila i gospodarska šteta koju uzrokuju.

Cilj rada je istražiti kako različiti uzgojni uvjeti, kao što su dvije, odnosno tri godine monokulture te tretirano i netretirano sjeme kukuruza utječu na oštećenja kukuruza uzrokovano prisustvom kukuruzne zlatice.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Štetnici kukuruza

Štetnike kukuruza možemo podijeliti na one koji kukuruz napadaju u polju i na one koji kukuruz napadaju u skladištu. Najznačajniji ekonomski štetnici kukuruza u polju na području istočne Hrvatske su: žičnjaci (Elateridae), kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis* Hübner), kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) te žuta kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner) (Ivezić i Raspudić, 2004.).

Manje značajni štetnici kukuruza su: kukuruzna pipa (*Tanymecus dilaticollis* Grll.), četverotočkasti kukuruzni sjajnik (*Glischrochilus quadrisignatus* Say.) (Slika 1.), metlica (*Loxostege sticticalis* L.), lisne uši (porodica Aphididae) (Slika 2.), resičari (red Thysanoptera) (Slika 3.) i drugi (Ivezić, 2008.).

Osim kukaca štete na kukuruzu mogu nanijeti glodavci, ptice, divljač, nematode (Ivezić, 2008.).



Slika 1. Četverotočkasti kukuruzni sjajnik (www.flickr.com)



Slika 2. Lisne uši i ličinke bubamare na klipu kukuruza (Foto: Lović, I.)



Slika 3. Resičar uhvaćen na kukuružu (Foto: Lović, I.)

U skladištu zrno kukuruza napadaju: žitni žižak (*Sitophilus granarius* L.), rižin žižak (*Sitophilus oryzae* L.), žitni kukuljičar (*Rhizopertha dominica* F.), bakrenasti moljac (*Plodia interpunctella* Hbn.), brašneni moljac (*Anagasta kühinella* Zell.) i drugi štetnici (Ivezić, 2008.).

2.1.1. Žičnjaci – klisnjaci (Elateridae)

Žičnjaci pripadaju najvećim štetnicima ratarskih kultura. Imago je klisnjak, kornjaš tamne boje, uskog tijela, duljine 7-15 mm (Slika 4.). Hrani se lišćem, ali ne pravi značajne štete. Štetne su ličinke koje žive u tlu i hrane se podzemnim dijelovima kulturnog i samoniklog bilja. Najveće štete rade na kulturama rijetkog sklopa prorjeđujući sklop: kukuruz, šećerna repa, suncokret, duhan, povrće. Kod velike brojnosti mogu nanijeti štete i na strnim žitaricama.



Slika 4. Klisnjak (*Agriotes ustulatus* Schall) (Foto: Tamás Németh, www.flickr.com)

Najzastupljeniji rod žičnjaka u Hrvatskoj je rod *Agriotes*, koji je mjestimično zastupljen s 88-98 % jedinki u populaciji žičnjaka. Osim njega javljaju se rodovi: *Melanotus*, *Selatosomus*, *Athous*, *Limonius* i *Corymbites*. Rod *Agriotes* prepoznajemo po zašiljenom konusnom zatku, obuhvaća četiri vrste, od kojih u Slavoniji i Baranji dominira vrsta *Agriotes ustulatus* Schall (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).

Ličinke podsjećaju na bakrenu žicu, slamnatožute do crvenkaste su boje, hitiniziranog tijela duljine 20-30 mm, s malom plosnatom glavom i kratkim nogama (Slika 5.). U početku su duljine oko 2 mm, s vremenom rastu te pričinjavaju veće štete (Ivanek-Martinčić, 2009.).



Slika 5. Ličinke – žičnjaci (Izvor: www.chromos-agro.hr)

Klisnjaci odlažu jaja u površinski sloj tla. Izležene bezbojne ličinke hrane se organskom tvari u tlu te uz nekoliko presvlačenja, u prvoj godini dostižu duljinu od 5-6 mm. U drugoj godini narastu do veličine 12-14 mm, tijelo je čvršće i dobiva žutu boju. Razvoj može trajati 3-5 godina, ovisno o vrsti i uvjetima okoline, a posebno o temperaturi. Ličinke su najštetnije u zadnjim stadijima razvoja. U tlu se kreću vertikalno ovisno o vanjskim uvjetima (vlaga i temperatura) te horizontalno u potrazi za hranom. Štetniji su u sušnim godinama zbog veće potrebe za vlagom.

Kako su žičnjaci polifagni štetnici, na njihovu štetnost utječe prisutnost korova, ukoliko su herbicidi djelotvorni, žičnjacima kao hrana preostaju jedino kulturne biljke. Primjenom zemljišnih herbicida u redove, korovima se omogućava rast između redova. Na taj način privuku jedan dio žičnjaka pa je napad na kulturu smanjen, a korovi se kasnije mogu suzbijati kultiviranjem (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).

Za suzbijanje žičnjaka značajna je obrada tla, kojom se uništavaju jaja i ličinke te primjena insekticida tretiranjem sjemena ili tretiranjem tla u redovima. Plodored nema veći utjecaj na

smanjenje ovoga štetnika jer su polifagi, ali utječe na smanjenje populacije (Ivezić i Raspudić, 2004.).

Ukoliko se primjenjuju insekticidi, žičnjake je potrebno preventivno suzbijati jer je insekticid kasnije teže unijeti u tlo. Prije tretiranja važno je pregledati tlo i utvrditi prisutnost žičnjaka kopanjem jama (Ivanek-Martinčić, 2009.). Jame trebaju biti veličine 25x25 cm na težim tlima, odnosno 50x50 cm na rastresitijim tlima s dubinom jame 20-25 cm. Broj jama ovisi o površini parcele, za parcelu veličine 1-5 ha obično se kopa 8-10 jama. Kukci se izdvajaju, prebrojavaju, identificiraju te se izračunava njihova brojnost (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.). U istočnim predjelima primjena insekticida kod okopavina opravdana je ukoliko se utvrdi 1-3 žičnjaka/m² (Ivanek-Martinčić, 2009.).

Na smanjenje broja žičnjaka može se utjecati sjetvom određenih kultura, kao što su heljda, lan, konoplja, proso, grah, dok strna žita, djetelina i lucerna pogoduju povećanju njihove brojnosti. Nije dobra prerana sjetva. Ukoliko je period klijanja i nicanja produžen, biljke su u tom slučaju osjetljivije na napad (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.).

2.1.2. Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis* Hübner)

Kukuruzni moljac štetnik je koji je proširen svugdje u svijetu pa tako i u svim područjima uzgoja kukuruza u Hrvatskoj. Zaraženost ovim štetnikom povećava se, posebno zbog zapuštanja brojnih površina i ostavljanja ostataka kukuruza u polju. Kukuruzni moljac ne nanosi velike štete, veliki dio proizvođača ne zna niti prepoznati njegovu prisutnost pa se njegovom suzbijanju ne posvećuje dodatna pozornost, a pogotovo i zbog niza teškoća kod njegovog suzbijanja (Augustinović i sur., 2005.).

Sniženje prinosa od kukuruznog moljca kreće se od 2 do 25 %, a ukoliko su godine povoljne za njegov razvoj, štete mogu biti i više. Prosječno je sniženje prinosa oko 7 % (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.). Većina današnjih hibrida pokazuje određen stupanj tolerantnosti na ishranu kukuruznog moljca na listovima, pazusima listova i stapkama klipova te visoku razinu tolerancije na štete (Lemić i sur., 2019.).

Kukuruzni moljac je leptir (Slika 6.) koji se ubraja u porodicu plamenaca (Crambidae). Kod leptira postoji spolni dimorfizam, ženka je debljeg tijela, većeg raspona krila (25-30 mm), svjetložute do svjetlosmeđe boje. Mužjak je vitkog tijela, tamnijih sivosmeđih ili smeđih krila, nešto manjeg raspona krila (20-25 mm). Jaja odlažu u skupinama, 15-45 jaja jedno uz drugo, spljoštena su, veličine 0,5 mm, najprije bijela, kasnije potamne. Gusjenica naraste do

25 mm, u početku je bjelkasto-ružičasta, dok kasnije postaje prljavo sive ili smeđe boje. Na hrptu svakog segmetna mogu se vidjeti četiri okruglaste pjege iz kojih izbijaju dlačice. Kukuljica je duljine 14-16 mm, smeđe boje.



Slika 6. Leptir kukuruznog moljca (www.biochemtech.eu)

U ostacima kukuruza prezime gusjenice koje se pred kraj zime kukulje te se prvi leptiri pojavljuju u drugoj polovici svibnja, a veći dio u lipnju. Leptiri su dobri letači, mogu prijeći i do 20 km, lete u jutarnjim i večernjim satima, privlači ih svjetlo te se mogu loviti na lovne svjetiljke. Nakon parenja, ženke odlažu jaja najčešće na donju stranju lišća kukuruza, većinom uz glavnu žilu. Ženka može odložiti nekoliko stotina jaja. Nakon 3 do 14 dana pojavljuju se mlade gusjenice, koje se kraće vrijeme zadržavaju uz jajno leglo, a zatim odlaze prema osnovi lista, hrane se u pazušcu lista. Kod napada gusjenice prve generacije, biljke kukuruza nisu potpuno razvijene. Kada se vršni, još nerazvijeni listovi takvih biljaka odmotaju, na njima se može vidjeti karakterističan simptom oštećenja, pravilno raspoređene rupice u redu (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.).

Ostali simptomi napada su: polomljena metlica, oštećena glavna žila lista, neotvorena metlica, oštećena drška klipa (kasnije se može prelomiti) i dr. Treći stadij ličinke prodire u stabljiku, najčešće preko pazušca lista. U stabljici buše hodnike (Slika 7.), smanjujući njezinu čvrstoću pa može doći do loma. To je posebno štetno ukoliko je stabljika oštećena ispod klipa pa u vrijeme zriobe kukuruza zbog težine klipa dolazi do njenog prijeloma (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.) (Slika 8.). Dužina oštećenja u stabljici može biti i do 80 cm (Raspudić i sur., 2011.). U pojedinim godinama bilježi se povećanje napada od kukuruznog moljca, koje može iznositi i 100 % (Sarajlić i sur., 2017.).

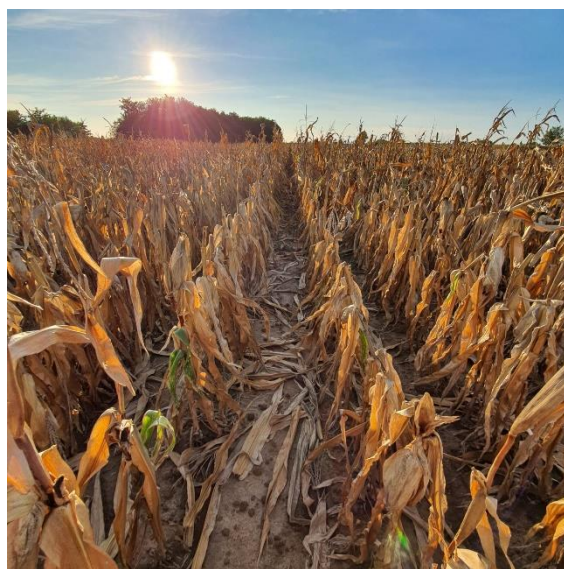
Kukuljenje se odvija unutar stabljike, dio ih ostaje u stadiju kukuljice do iduće godine, a dio daje drugu generaciju, koja se obično pojavljuje u kolovozu. Pojavi druge generacije pogoduje toplo i vlažno vrijeme. Gusjenice druge generacije uz već nabrojane štete, često

ulaze u klip i izgrizaju zrno. Oštećenja od kukuruznog moljca pogoduju razvoju raznih gljivica, posebno na vrhovima izgrizanih klipova.

Brojnosti i štetnosti kukuruznog moljca pogoduje monokultura kukuruza, ostavljanje ostataka kukuruza u polju, gušći sklop te viša temperatura u srpnju i kolovozu (Maceljki i Igrc-Barčić, 1999.).



Slika 7. Gusjenica kukuruznog moljca i izbušeni hodnik u stabljici kukuruza (Foto: Lović, I.)



Slika 8. Polomljene stabljike kukuruza uslijed napada kukuruznog moljca (Foto: Lović, I.)

Kukuruzni moljac je polifagni štetnik, što otežava njegovo suzbijanje. 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 toleranciji te FAO grupi, pri čemu je jači

intenzitet napada kod kasnijih hibrida zbog pojave druge generacije (Ivezić i Raspudić, 1997.).

Uzgoj tolerantnih hibrida, genetičko preinačavanje (Bt hibridi) te biološke metode suzbijanja mogu smanjiti brojnost i štetnost kukuruznog moljca. Od kemijskih mjera, insekticide možemo primijeniti preventivno (sistemično insekticidi pri sjetvi kukuruza) ili kurativno u obliku granula ili formulacija za prskanje kada se utvrdi početak izlaska gusjenica. Kemijsko suzbijanje nije preporučljivo i rijetko se provodi jer ne daje dovoljnu razinu zaštite, otežana je primjena te ima brojne negativne posljedice ukoliko se primjenjuje neselektivni insekticid (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.).

2.1.3. Žuta kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner)

Žuta kukuruzna sovica (pamukova sovica) termofilna je vrsta, prisutna u toplijim područjima, pripada najvažnijim svjetskim štetnicima poljoprivrednih kultura (Rotim, 2019.). Polifagna je vrsta, hrani se s oko 250 različitih biljnih vrsta, najveće štete nanosi na generativnim organima pamuka, kukuruza, duhana, soje, suncokreta, rajčice, paprike, raznim mahunarkama i drugom bilju (Sekulić i sur., 2004.). Periodična je vrsta, može migrirati na velike udaljenosti, može imati više generacija godišnje. Pod utjecajem globalnog zatopljenja štetnik širi svoj areal rasprostranjenosti i postaje vrlo destruktivan (Rotim, 2019.).

Visoke temperature i manja količina oborina pogoduju razvoju ovoga štetnika. Na području Slavonije i Baranje pojava žute kukuruzne sovice utvrđena je 2003. godine, kada je zabilježena njena masovna pojava (Ivezić i sur., 2004.).

Leptiri žute kukuruzne sovice dobri su letači, mogu prijeći velike udaljenosti. Noćni su leptiri, karakterističnog zdepastog tijela, duljine 14 do 18 mm, dobro razvijenih ticala. Krila su svijetlosmeđe boje, raspona 3,5-4 cm (Slika 9.).

Uz rubove prednjih krila nalaze se crne točke, dok stražnja krila imaju tamniji porub i svjetlija su od prednjih. Hrane se nektarom cvjetajućih biljaka i sokom napuklih plodova (Rotim, 2019.). Odlazu jaja na različitim biljnim vrstama, mogu odložiti 500-3000 jaja, a prosječno do 1000 (Mastro, 2003.).

Gusjenica može biti do 4 cm duljine, a razvoj joj traje oko 20 dana pri temperaturi oko 20 °C, ukoliko je temperatura viša, npr. oko 30-35 °C, razvoj može trajati 9,5 dana. Boja gusjenica varira od žućkaste, zelenkaste do crne nijanse, dok se uzdužno zapažaju valovite

tamnije pruge (Slika 10.). Kukuljica je veličine 14-18 mm, smeđe boje. Žuta kukuruzna sovica prezimi u stadiju kukuljice u tlu (Rotim, 2019.).



Slika 9. Leptir žute kukuruzne sovice (www.biochemtech.eu)



Slika 10. Gusjenica žute kukuruzne sovice (www.ag.umass.edu)

Na kukuruзу najčešće oštećuje svilu i klip te lišće, na duhanu generativne organe, kod rajčice i paprike plodove, kod vinove loze lišće, značajan je štetnik pamuka, a razne štete radi i na drugim kulturama (Maceljski i Igrc-Barčić, 1999.). Štete na kukuruзу mogu biti i do 60 % (Ivezić i sur., 2004.).

Smanjenju njene brojnosti doprinose agrotehničke mjere, kao što su duboko jesensko oranje, kojim se uništi 80-100 % kukuljica (Čamprag i sur., 2004.), plodored, prostorna izolacija, vrijeme sjetve, suzbijanje korova, obrada tla i dr. Smanjenju brojnosti doprinosti uzgoj otpornih ili tolerantnih kultivara. Upotreba kemijskih sredstava učinkovita je ukoliko se apliciraju u ranim razvojnim stadijima gusjenica, dok su starije gusjenice otpornije (Rotim,

2019.). Za biološko suzbijanje mogu se upotrijebiti osice roda *Trihogramma* ili sredstvo na bazi bakterije *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Ivezić, 2008.).

2.2. Rod *Diabrotica*

Rod *Diabrotica* ubraja se u red Coleoptera, porodicu Chrysomelidae – zlatice, potporodicu Galerucinae. Obuhvaća više stotina vrsta, od kojih se 21 smatra štetnom za kukuruz. Najštetnija među njima je kukuruzna zlatica (*D. virgifera virgifera* LeConte), izvorno sjevernoamerička vrsta te ujedno jedina vrsta koja je od 1992. godine prisutna u Europi (Igrc Barčić, Maceljski, 1997.).

Rod je podijeljen u tri skupine prema vrsti: *virgifera*, *fucata* i *signifera*. U SAD-u se javljaju vrste iz skupina *virgifera* i *fucata*. Skupine se međusobno razlikuju u načinu preživljavanja, odabiru domaćina te drugim svojstvima. Ličinke svih vrsta hrane se korijenjem biljaka, dok se imago hrani polenom te nadzemnim dijelovima biljaka (Campbell i Meinke, 2006.).

Vrste iz skupine *fucata* (*D. speciosa*, *D. balteata*, *D. undecimpunctata howardi*) polifagne su, prezimljuju kao odrasli kukci, imaju više generacija godišnje, obitavaju u tropskim i suptopskim krajevima te su slabo otporni na oštrije klimatske uvjete. Sjevernoamerička skupina *virgifera* (*D. barberi* (Slika 11.), *D. virgifera virgifera*, *D. virgifera zea*) hrani se isključivo biljkama iz porodice Poaceae, prezimljuju u stadiju jaja, što im omogućuje prezimljavanje u umjerenj klimi ili sušnim područjima (Cabrera Walsh i sur., 2020.).



Slika 11. *Diabrotica barberi* Smith & Lawrence (Northern Corn Rootworm)
(www.bugguide.net)

Gospodarski važne vrste ovoga roda su: *D. barberi* Smith & Lawrence, *D. undecimpunctata howardi* Barber (Slika 12.) te dvije podvrste *D. virgifera*: *D. v. virgifera* LeConte i *D. v. zea* Krysan & Smith (Slika 13.). Unos svih ovih vrsta prijete Europi (Maceljčki i Igrc Barčić, 1999.).



Slika 12. *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Cucumber beetle)
(www.sciencephoto.com)



Slika 13. *Diabrotica virgifera zea* Krysan & Smith (Mexican Corn Rootworm)
(www.inaturalist.org)

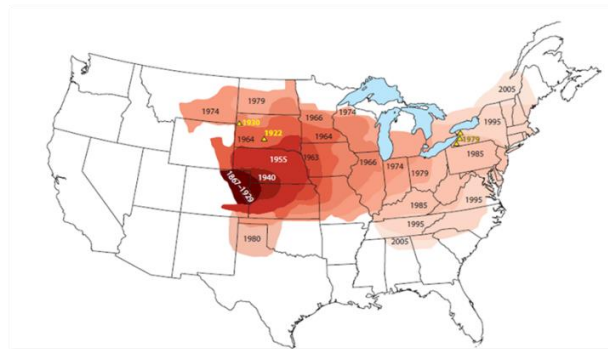
2.3. Kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

2.3.1. Podrijetlo kukuruzne zlatice

Kukuruzna zlatica smatra se jednim od najvažnijih štetnika kukuruza u svijetu. Pretpostavlja se kako podrijetlo vuče iz Meksika ili još južnijih krajeva, odakle se proširila na područje uzgoja kukuruza u Sjevernoj Americi prije oko 1100 godina (Loambert i sur., 2017.).

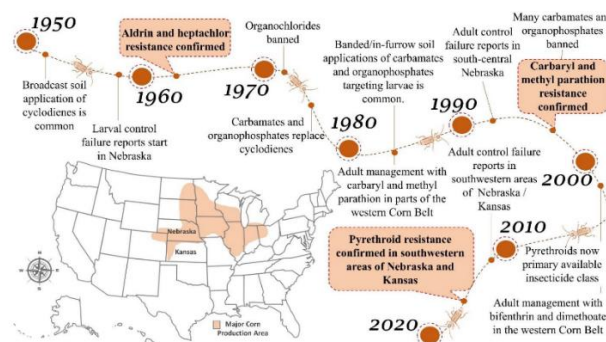
Na području Sjeverne Amerike prvi puta je opisana u Kansasu 1867. godine (LeConte, 1868.). 1909. godine prvi puta je zabilježeno kako se ličinka kukuruzne zlatice hrani na korijenu kukuruza (Gillete, 1912.). Od 1930-ih godina u jugozapadnoj Nebraski preporučeni je plodored kao mjera koja utječe na preživljavanje ličinki kukuruzne zlatice, ali kukuruz se ondje nastavio uzgajati više godina za redom na istim površinama jer je postao vrlo profitabilna kultura (Bare, 1930.).

Do 1940-tih godina je već bila prisutna u državama: Colorado, zapadni Kansas, New Meksiko, Arizona, Sonora, Meksiko, South Dakota i vjerojatno u nešto manjem broju u još nekim državama (Slika 14.). Od tada se naglo širi prema istoku, do 1980-ih godina dolazi do atlantske obale te drugih područja Sjeverne Amerike. Naglom širenju uvelike je doprinijeo uzgoj kukuruza u monokulturi (Meinke i sur., 2009.).



Slika 14. Širenje kukuruzne zlatice u SAD-u (www.goldenharvestseeds.com)

Paralelno sa širenjem kukuruzne zlatice nakon Drugog svjetskog rata u SAD-u se pojavljuju tvrtke koje proizvode insekticide te se u američkom kukuruznom pojasu razvija veliko tržište insekticida upravo zbog potrebe za kontrolom kukuruzne zlatice (Slika 15.) (Meinke i sur., 2021.).



Slika 15. Glavno područje proizvodnje kukuruza u SAD-u te vremenska traka koja pokazuje povijest upotrebe insekticida prema podacima USDA-NASS 2015-2019 (Meinke i sur., 2021.)

2.3.2. Pojava i širenje kukuruzne zlatice u Europi

U Europi je kukuruzna zlatica prvi puta otkrivena u Surčinu, 1992. godine, u blizini beogradskog aerodroma (Bača i Berger, 1994.). Na područje Jugoslavije najvjerojatnije je prenesena tijekom 1989. ili 1990. godine iz Sjeverne Amerike zračnom linijom do beogradskog aerodroma odakle se nastavila masovno širiti Vojvodinom te susjednim državama (Čamprag, 1998.).

Zbog prve pojave kukuruzne zlatice u Europi, u neposrednoj blizini Hrvatske, Maceljki i Igrc-Barčić (1994.) izvršili su procjenu kakav će utjecaj pojava ovoga štetnika imati na proizvodnju kukuruza u Hrvatskoj. Utvrđeno je kako su klimatski uvjeti slični onima u uzgojnom području kukuruza u SAD-u, a prve indikacije pokazale su da će se razmnožavati i širiti brže nego u SAD-u.

U Hrvatskoj je 1995. godine proveden monitoring u kojemu su korištene perforirane kapsule s cucurbitacinom te žute ljepljive ploče. U mjestu Bošnjaci, 28 km zapadno od granice tadašnje Jugoslavije, uhvaćen je jedan mužjak kukuruzne zlatice. Kako je cucurbitacin samo arestant, a ne atraktant, pretpostavilo se kako je zaraza mnogo veća, što je potvrdio monitoring sljedeće godine (Igrc Barčić i Maceljki, 1997.). Prosječna brzina širenja ovoga štetnika bila je 30-40 km godišnje u smjeru sjeverozapad, sjever i sjeveroistok (Lemić i Bažok, 2009.). Do 2008. godine kukuruzna zlatica se proširila na sva glavna područja uzgoja kukuruza u Hrvatskoj te su utvrđene značajne ekonomske štete (Džoić, 2009.).

U Mađarskoj je kukuruzna zlatica otkrivena 1995. godine, u Rumunjskoj i Bosni i Hercegovini 1996. godine, u Bugarskoj 1998. godine. Do 1998. godine otkrivena je i u Italiji, u blizini aerodroma u Veneciji te se sumnja kako je ondje također prenesena zrakoplovom (Maceljki i Igrc-Barčić, 1999.). U periodu od 2000. do 2007. godine štetnik je zabilježen u Slovačkoj, Švicarskoj, Ukrajini, Austriji, Francuskoj, Češkoj, Sloveniji, Belgiji, Nizozemskoj, Velikoj Britaniji, Poljskoj i Njemačkoj (Ivezić, 2009.).

Kukuruzna zlatica trenutno je prisutna u 21 europskoj državi (Slika 16.). U Velikoj Britaniji i Nizozemskoj štetnik je uspješno iskorijenjen, u Belgiji nije provedeno iskorijenjavanje, ali štetnik više ne postoji. Štetnika nema u Španjolskoj, Estoniji, Danskoj i Finskoj. Nasuprot tome u određenim državama štetnik je široko rasprostranjen: Hrvatska, Mađarska, Srbija, Rumunjska, Slovenija, Slovačka, Poljska, Austrija, Bosna i Hercegovina, Italija i dr. (Bažok i sur., 2021.).



Slika 16. Karta rasprostranjenosti kukuruzne zlatice u Europi (Bažok i sur., 2021.)

2.3.3. Opis i biologija kukuruzne zlatice

Imago kukuruzne zlatice kornjaš je uskog tijela, duljine 4,5-6 mm, oblikom tijela i veličinom slični su žitnom balcu. Pokrilje i nadvratni štiti osnovne su žute boje, a ovisno o spolu na pokrildu se razlikuju crne pruge. Ženka na svakom pokrildu uz rub ima uzdužnu crnu prugu (Slika 17.), dok su kod mužjaka pruge proširene, spajaju se, pokrivaju veći dio pokrildja pa se tek na njihovom kraju može uočiti žuta točka (Slika 18.). Imaju nitasta ticala, kod mužjaka su nešto duža nego kod ženki, noge su im tamnije sa žutim dijelovima (Maceljki i Igrc-Barčić, 1999.).



Slika 17. Ženka kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)



Slika 18. Mužjak kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Kukuruzna zlatica ima jednu generaciju godišnje. Prezimi kao diapauzirajuće jaje u tlu. Jaja su blijedožute boje, ovalnog oblika, duljine oko 0,1 mm (Džoić, 2009.). Ovipozicija jaja u tlo traje od srpnja do rujna te odmah kreće embriogeneza, koja se zaustavlja nakon 11-13 dana, kada jaje ulazi u diapauzu (Krysan, 1972.). Ženka može odložiti u tlo i do 1000 jaja, a odložena su na oko 10-ak cm dubine (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).

Zbog izloženosti nepovoljnim vanjskim uvjetima jedan dio jaja propada (Gustin, 1979.). Zimske temperature u Hrvatskoj nemaju veći utjecaj na propadanje jaja, jer se temperatura tla rijetko spušta ispod -8°C , što je temperaturna granica za propadanje jaja. Do smrzavanja može doći tek kod jakih zima u površinskom sloju od oko 5 cm, dok jaja koja su na dubini 10-20 cm (unesena ovipozicijom i oranjem) ne smrzavaju (Džoić, 2009.).

Mirovanje jaja tijekom zime može se podijeliti u dvije faze: obavezna diapauza i iza toga fakultativno mirovanje ovisno u uvjetima okoliša. Prekid diapauze u prirodnim uvjetima u umjerenim regijama događa se tijekom zime, dok su temperature tla i dalje ispod 11°C . Nakon toga ostaju u fakultativnom mirovanju dok se temperatura tla ne zagrije iznad 11°C , što je temperaturni prag za nastavak razvoja (Krysan, 1978.). Najveći dio jaja slijedi ovaj obrazac, dok manje od 1 % može imati produljenu diapauzu, koja može trajati dvije godine (Meinke i sur., 2009.).

Kako bi jajašca nastavila razvoj potrebni su im određeni ekološki uvjeti. Optimalna temperatura za razvoj jajašaca nakon diapauze je oko 28°C . Izlijeganje jaja obično traje 18-43 dana nakon što se postigne temperaturni minimum. Osim temperature, jajima je potrebna i vlažnost. Prestankom diapauze jaja mogu apsorbirati vodu i razvoj započine nakon što upiju određenu količinu vode (Krysan 1978.).

Pojava ličinki u Hrvatskoj obično se događa između 15. i 30. svibnja, a izlazak ličinki može trajati 20-30 dana (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.). Ličinke su izduženog i tankog tijela, bijele boje, tamnije glave i završetka zatka (Slika 19.), veličine do 15 mm (Ivezić, 2008.).



Slika 19. Ličinka kukuruzne zlatice na korijenu kukuruza (Foto: Lović, I.)

U tlu se mogu kretati do 50-ak cm u potrazi za hranom. Mlade ličinke hrane se sitnim korjenčićima kukuruza, a kako rastu hrane se sve krupnijim. Najveće štete ličinke rade tijekom lipnja i srpnja (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).

U svom razvoju ličinke prolaze tri razvojna stadija. Tijekom prvog stadija duljine su oko 3 mm, dok su u zadnjem stadiju oko 13 mm duljine te su tada ujedno i najštetnije. Vlažnije proljeće pogoduje razvoju ličinki (Džoić, 2009.). Ovisno o temperaturi njihov razvoj može trajati 20-40 dana, nakon čega se kukulje u tlu (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).

Razvoj kukuljice traje 8-15 dana (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.). U fazi prije formiranja kukuljice ličinka radi malu zemljanu komoricu u tlu. U prirodnim uvjetima oko 6,7 – 11 % jedinki preživi razvoj od jajašca do odraslog stadija (Gray i Tollefson, 1988.). Kukuljica je bijele boje (Slika 20.).



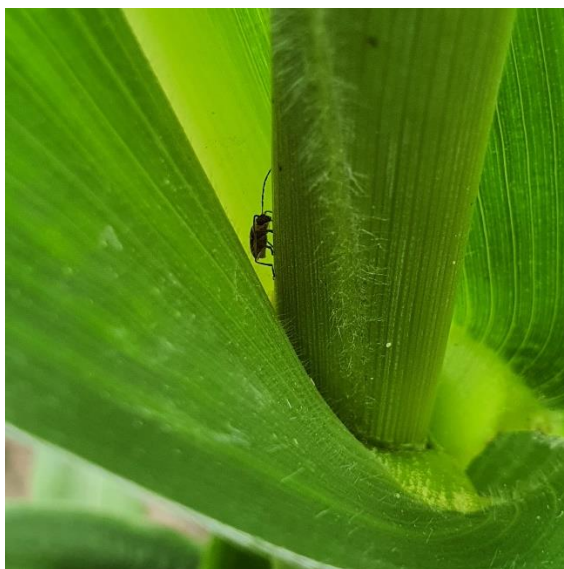
Slika 20. Stadiji razvoja kukuruzne zlatice, s lijeva na desno: jaja; ličinka 1. stadija, 2. stadija, 3. stadija, 3. stadija spremna za kukuljenje; kukuljica: kukuljica u tlu, početkom razvoja i krajem razvoja (Izvor: <https://blog.plantwise.org>, Autor: Stefan Töpfer, CABI)

Postoje razlike u izgledu između kukuljica različitih spolova. Buduće ženke na kukuljici imaju izraštaje poput bradavica (Krysan i Miller, 1986.).

U Hrvatskoj se imago najčešće javlja između 15. srpnja i 15. kolovoza, iako se mogu pojaviti već od 10. srpnja pa sve do 15. rujna (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.). Na pojavu odraslih zlatica utječu razni čimbenici. Odgođena sjetva kukuruza odgađa početnu pojavu odraslih kukaca, dolazi do smrtnosti ličinki i do manjeg ukupnog broja odraslih jedinki. Ukoliko su prisutni korovi, oni mogu poslužiti kao zamjenska hrana ličinkama, a njihova prisutnost može utjecati i na veličinu imaga. Veličina imaga je manja u poljima gdje su prisutni korovi, u odnosu na čisti usjev kukuruza, što pokazuje kako korovi nisu optimalni domaćini kukuruznoj zlatici. Pojava odraslih oblika je kasnija u sustavima s reduciranom obradom tla. Hladnija temperatura tla utječe na kasniju pojavu imaga. Manji razmak sjetve povoljno utječe na pojavu ukupnog izlaska imaga po m². Visoka gustoća jedinki produljuje period razvoja do odraslog oblika.

Mušjaci se počinju pojavljivati prije ženki, a vrhunac njihovog kumulativnog pojavljivanja također se javlja ranije nego kod ženki. Na ovaj način osigurava se značajan broj spolno zrelih mužjaka u vrijeme pojavljivanja ženki (Meinke i sur., 2009.). Tijekom života ženke se pare samo jednom, a mužjaci prosječno 8,2 puta (Branson i sur., 1977.).

Imago živi 5-7 tjedana. Aktivni su u sumrak te ujutro kada temperature prijeđu 18 °C, a za većih vrućina se skrivaju u pazušcu lista (Slika 21.). Dobri su letači, mogu prijeći nekoliko desetaka kilometara te na taj način lako šire zarazu (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).



Slika 21. Kukuruzna zlatica sakrivena u pazušcu lista za vrijeme većih temperatura (Foto: Lović, I.)

2.3.4. Štete uzokovane napadom kukuruzne zlatice

Slično ostalim *Diabrotica* vrstama, ličinka se hrani na korijenu biljaka, dok se imago hrani nadzemnim dijelovima biljaka. Ličinke se hrane na manjem broju vrsta iz porodice Poaceae (Meinke i sur., 2021.). Branson i Ortman (1971.) utvrdili su 21 biljnu vrstu na kojoj su se ličinke kukuruzne zlatice mogle hraniti, a na njih 13 mogle su završiti razvoj. Najpogodniji domaćin im je kukuruz, na kojemu se razvio najveći broj kornjaša i najplodnije ženke.

Ishrana ličinki na korijenu ima utjecaj na smanjenje prinosa, ali najveće štete događaju se ukoliko zbog oštećenog korijena biljka polegne pod dodatnim utjecajem vanjskih uvjeta (vjetar) i težine klipa. Ličinke mogu uništiti 50-100 % korijena biljke (Slika 22.). Kombajn ne može zahvatiti klipove s takvih biljaka te oni ostaju na polju (Maceljki i Igrc-Barčić, 1999.).



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

Unatoč tome što je povijena, biljka nastoji i dalje rasti prema gore te poprima karakterističan izgled, tzv. „guščji vrat“ (Slika 23.). Zbog oštećenja korijena prinos može biti smanjen za 10-30 % (Ivezić, 2008.).



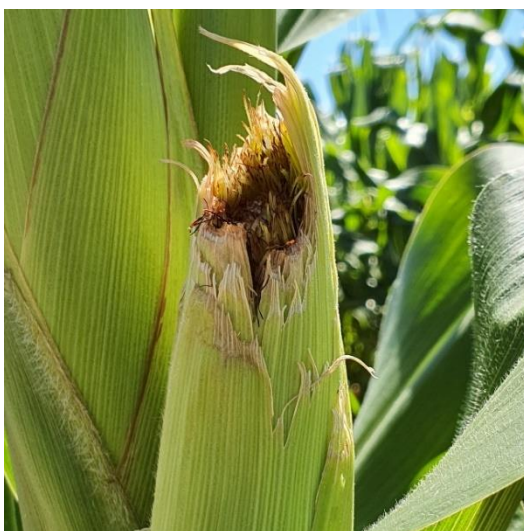
Slika 23. Povijene biljke kukuruza, tzv. „guščji vrat“ (Foto: Lović, I.)

Imago kukuruzne zlatice hrani se peludom na metlici i svili, pri tome izgriza svilu (Slika 24.), a ukoliko je populacija velika mogu uzrokovati dodatne štete (Ivezić i sur., 2006.).

Ukoliko je izgrizeno 2/3 svile, ne dolazi do oplodnje (Slika 25.) te se broj zrnja smanjuje. Osim svile, izgriza list kukuruza, na kojemu su vidljive uzdužne pruge (Slika 26.), slično oštećenjima žitnog balca (Maceljčki i Igrc-Barčić, 1999.).



Slika 24. Hranjenje imaga kukuruzne zlatice na svili kukuruza (Foto: Lović, I.)



Slika 25. Potpuno izgrizena svila uslijed napada kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)



Slika 26. Oštećenja lista kukuruza uzrokovana hranjenjem imaga (Foto: Lović, I.)

Osim na kukuruzu mogu se hraniti cvjetovima i lišćem soje, cvjetovima suncokreta te biljkama iz porodice Cucurbitaceae. Nakon kopulacije i ovipozicije odrasle zlatice ugibaju (Macelj i Igrc-Barčić, 1999.).

2.3.5. Mjere zaštite

Kako bismo utvrdili postoji li potreba za provođenjem mjera zaštite od kukuruzne zlatice, preporuča se provoditi prognozu napada. Prognoza obuhvaća utvrđivanje brojnosti štetnika, praćenje klimatskih uvjeta u vrijeme ovipozicije i njeno trajanje te poznavanje uvjeta prezimljavanja jaja. Praćenje brojnosti kornjaša može se vršiti vizualnim pregledom usjeva ili postavljanjem vizualnih mamaca (žute ljepljive ploče). Ukoliko se utvrdi više od 40 zlatice po mamcu tjedno, ne preporuča se sjetva kukuruza na toj parceli iduće godine jer se mogu očekivati ekonomski značajne štete. Ukoliko nije moguće izbjeći sjetvu, preporuča se primjena insekticida (Lemić i Bažok, 2009.). Brojnost se utvrđuje od lipnja do rujna. Prisutnost zlatice može se utvrditi i na temelju povijenih biljaka kukuruza, tzv. „guščjeg vrata“, pogotovo ako je povijeno više uzastopnih biljaka u redu. Može se odrediti na temelju oštećenosti svile u vrijeme svilanja kukuruza, ali i sondiranjem tla. Za utvrđivanje jaja kukuruzne zlatice sondira se tlo u jesen ili u proljeće, dok prisutnost ličinki utvrđujemo kopanjem jama dubine 20 cm tijekom lipnja (Ivezić, 2008.). Na brojnost štetnika u idućoj godini utječu i ekološki uvjeti koji se ne mogu predvidjeti (Lemić i Bažok, 2009.).

Najuspješnija mjera borbe protiv kukuruzne zlatice je poštivanje plodoreda te sjetva tolerantnih hibrida (Ivezić i sur., 2006.). Imago kukuruzne zlatice dobar je letač te lako prelazi na nove površine, ondje se hrani lišćem i polenom te ženke u tlo polažu jaja. Ponovljenom sjetvom kukuruza ličinke se hrane korijenom te dolazi do oštećenja, a štete su veće ukoliko se kukuruz na istoj površini sije više godina za redom. Ukoliko ne dođe do ponovljene sjetve kukuruza, bez hrane u tlu ličinke ugibaju (Lemić i Bažok, 2009.).

U budućnosti plodored će možda izgubiti na svojoj važnosti. Istraživanja u SAD-u pokazuju kako se kukuruzna zlatica počela prilagođavati drugim kulturama, kao što su soja i suncokret. Utvrđeno je kako se zlatice hrane peludom i lišćem, a na poljima soje ženke odlažu jaja (Edwards, 1996.). U istraživanjima provedenim u Vrbanji 2003. i 2004. godine, također su utvrđena oštećenja kukuruza i ulov imaga u entomološkim kavezima na poljima kukuruza, gdje je kukuruz posijan iza soje i suncokreta, što ukazuje kako su zlatice dio jaja položile na polja ovih kultura (Sučić, 2009.).

Već je spomenuto kako dio jaja kukuruzne zlatice ostaje u diapauzi dvije godine, za sada ovaj postotak nije značajan, ali u budućnosti također može umanjiti vrijednost plodoreda (Meinke i sur., 2009.).

Sjetva tolerantnih hibrida također utječe na smanjenje štete od kukuruzne zlatice. Određeni hibridi pokazuju prirodnu tolerantnost na napad ličinki, a tolerantnost se ogleda u razvoju sekundarnog korijenja (Ivezić i sur. 2007.), veličini mase korijena, većoj biološkoj snazi i sadržaju fotosintetskih pigmenata (Costa i sur., 2021.). Osim toga tolerantnost ne ovisi samo o genotipu, nego i o njegovoj interakciji s okolišem (Brkić i sur., 2017.).

Gnojidba dušikom povoljno utječe na regeneraciju korijena i smanjenje stupnja oštećenja od hranidbe ličinki, iako veća gnojidba dušikom uzrokuje ranije svilanje kukuruza pa na takvim biljkama potencijalno mogu nastati veće štete od strane imaga (Illés i sur., 2020.).

Istraživanja u Italiji od 2006. do 2008. godine pokazala su kako navodnjavanje ima pozitivan utjecaj na razvoj ličinki. Navodnjavana polja imala su veću stopu preživljavanja ličinki i bile su bolje razvijene. Veće ličinke znače veća oštećenja na korijenu, ali i otežano suzbijanje (Agosti i sur., 2009.).

Na visinu štete može se utjecati rokovima sjetve kukuruza. Za borbu protiv kukuruzne zlatice povoljnija je kasnija sjetva. Ranije zasijan kukuruz ima bolje razvijen korijen, ličinke ga lakše pronalaze i počinju se njime hraniti. U slučaju kasnije sjetve veći je mortalitet ličinki (Bažok i Grubišić, 2014.).

Genetičkim inženjeringom u SAD-u se u hibride kukuruza ubacuju geni bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt hibridi) što se pokazalo djelotvornim za kukuruznu zlaticu (Maceljki i Igrc-Barčić, 1999.). Bt hibridi sadrže otrovne proteine iz bakterija, učinkovito štite kukuruz od napada ličinki kukuruzne zlatice, a manje su štetni za okoliš u odnosu na primjenu insekticida (Spencer i Hugson, 2017.). Genetski izmijenjeni hibridi su jedan od alata integrirane zaštite kukuruza, no nikako jedini, jer su zabilježeni slučajevi razistentnosti na takve hibride (Cullen i sur., 2013.).

Tamo gdje nije moguće provesti plodored moguće je primijeniti insekticide. Zaštita kukuruza od ličinki potrebna je ukoliko se na parceli ili susjednim parcelama utvrdi veća brojnost od jedne zlatice po biljci (Edwards, 1996.). Insekticidi se primjenjuju tretiranjem u trake prilikom sjetve u obliku granula ili kao tekući insekticid. Insekticidi se mogu primijeniti i kasnije, ali uz obaveznu inkorporaciju u tlo uz red biljaka u vrijeme izlaska

ličinki iz jaja. Insekticidi se mogu koristiti i za tretiranje sjemena kukuruza (Maceljki i Igrc Barčić, 1999.).

Suzbijanje odraslih oblika rijetko se provodi jer je zbog visine kukuruza u vrijeme pojave imaga tretiranje otežano provesti. Suzbijanje odraslih provodi se kod jakih zaraza kako bi se smanjila ovipozicija (Džoić, 2009.).

Dugotrajna upotreba insekticida u SAD-u dovela je do njihove otpornosti na ciklodien, organoforforme insekticide, karbamate i piretroide pa je njihova uloga u borbi s kukuruznom zlaticom smanjena i koristi se u kombinaciji s drugim mjerama borbe (Meinke i sur., 2021.).

Dozvoljeni insekticidi za suzbijanje kukuruzne zlatice u Hrvatskoj nalaze se prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Popis dozvoljenih insekticida za suzbijanje kukuruzne zlatice u Hrvatskoj (www.fis.mps.hr)

| Naziv sredstva | Naziv aktivne tvari | Formulacija sredstva | Način primjene |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|---|
| Force 1,5 G | Teflutrin | Vodotopive granule | Tetiranje u redove kod sjetve inkorporacijom na 5-8 cm dubine |
| Mospilan 20 SG | Acetamiprid | Vodotopive granule | Primjena prije masovne pojave, a po mogućnosti prije polaganja jaja. Primjena traktorskom prskalicom, jedna primjena u vegetaciji, zadnje vrijeme tretiranja u vrijeme metličanja |
| Decis 100 EC | Deltametrin | Koncentrat za emulziju | Primjena kod prve pojave štetnika, dozvoljene su maksimalno tri primjene tijekom vegetacije u razmaku od 7-14 dana |

| | | | |
|-----------------|--------------------------------------|--|---|
| Poleci plus | Deltametrin | Koncentrat za emulziju | Proljetno-ljetna primjena, maksimalno dva puta u sezoni u razmaku od 14 dana |
| Scatto | Deltametrin | Koncentrat za emulziju | Primjena kod pojave štetnika, od fenofaze svilanja do mliječne zriobe, dozvoljene maksimalno tri primjene u razmaku 14-21 dan |
| Rotor super | Deltametrin | Koncentrat za emulziju | Maksimalno tri primjene godišnje u razmaku od 7-14 dana |
| Ampligo | Klorantraniliprol, Lambda-cihalotrin | Smjesa formulacije od inkapsulirane suspenzije (CS) i koncentrata za suspenziju (SC) oznake ZC | Primjena od stadija 3 vidljiva nodija stabljike do mliječne zriobe, dozvoljena jedna primjena svake druge godine |
| Demetrina 25 EC | Deltametrin | Koncentrat za emulziju | Primjena od fenofaze kraja svilanja do mliječne zriobe, dozvoljene su maksimalno tri primjene u razmaku od 14 dana |

Kao alternativna metoda insekticidima kod suzbijanja kukuruzne zlatice može se upotrijebiti biološko suzbijanje entomopatogenim nematodama, koje se općenito primjenjuju kod suzbijanja zemljišnih štetnika. Ovo je ekološki prihvatljiva metoda suzbijanja jer u tlu ne ostavlja akumulacije kemijskih tvari te nema štetnog utjecaja na ostale organizme. Najekonomičnija primjena entomopatogenih nematoda je u vrijeme sjetve. U Hrvatskoj se mogu primijeniti: *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis*, *Steinernema carpocapsae* i *Steinernema feltiae*. Primjena nematoda može smanjiti štete od kukuruzne zlatice neovisno o tome jesu li primijenjene u travnju ili lipnju. Pojava ličinki u Hrvatskoj događa se između 15. svibnja i 15. lipnja, temperatura tla tada prelazi 20 °C, što su najpovoljnije temperature za preživljavanje i aktivnost nematoda (Grubišić i sur., 2013.).

Prirodni neprijatelji kukuruzne zlatice su i entomopatogene gljive koje se često javljaju u tlu, mogu oslabiti ili usmrtiti razne kukce te se mogu primijeniti u biološkoj kontroli kukuruzne zlatice. Tijekom istraživanja u Iowi u SAD-u 2008. i 2009. godine u 76,3 % uzoraka tla pronađene su entomopatogene gljive *Beauveria bassiana* i *Metarhizium anisopliae sensu lato*, koje se mogu koristiti u njenom suzbijanju (Rudeen i sur., 2013.). Istraživanja u Mađarskoj 2006. i 2007. godine, također su pokazala kako su gljive *Beauveria* spp. i *Metharizium anisopliae* prisutne u tlu, izolirane su iz ličinki kukuruzne zlatice te su primijenjene kod njenog suzbijanja s 31 % učinkovitosti (Pilz, 2008.).

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u Gorjanima tijekom 2020. godine na OPG-u Stjepan Lović.

Gorjani su mjesto u Osječko-baranjskoj županiji, smješteno u okolici Grada Đakova. Pripadaju regiji kontinentalne Hrvatske. Od poljoprivrednih površina najzastupljenije su oranice (98,6 %), dok manji udio (1,4 %) čine voćnjaci, vinogradi i livade. Gorjani se nalaze na prijelaznom području između nizinskog i prigorskog reljefa kojemu pripada prigorje Krndije i Dilja. Područje Gorjana s nadmorskom visinom od oko 120 m ima pretežito visinske karakteristike za razliku od prevladavajućeg nizinskog prostora Slavonije. Nalaze se na jednoj od najvećih lesnih zaravni u Hrvatskoj (đakovačko-vukovarski praporni ravnjak). Klima je umjereno kontinentalna, koju odlikuju oštre zime, kratko proljeće te toplo i vlažno ljeto. Srednje temperature kreću se iznad 10 °C, prosječna godišnja količina padalina je iznad 700 mm, a tijekom hladnijeg dijela godine mogu se očekivati magla i mraz (Strategija razvoja Općine Gorjani 2016.-2020.).

Obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo Stjepan Lović osnovano je 2003. godine sa sjedištem u Gorjanima. Obrađuje 108 ha poljoprivrednog zemljišta, na kojemu se pretežno uzgajaju ratarske kulture: pšenica, uljana repica, kukuruz, suncokret i dr. Osim ratarskih kultura na 2,21 ha uzgaja se lijeska. OPG posjeduje svu potrebnu mehanizaciju za ratarsku i voćarsku proizvodnju. Osim nositelja, OPG ima dva člana gospodarstva te dvije zaposlene osobe.

Prilikom postavljanja pokusa odabrane su dvije parcele na kojima je zasijan kukuruz. Na parceli 1 (lokacija Topolik, veličina: 0,65 ha) kukuruz je zasijan drugu godinu za redom, dok je na parceli 2 (lokacija Zorjaševo, veličina: 0,72 ha) kukuruz zasijan treću godinu za redom (Tablica 2.).

Tablica 2. Plodosmjena na istraživanim površinama u razdoblju od 2016.-2020. godine

| Godina | Parcela 1 | Parcela 2 |
|---------------|------------------|------------------|
| 2016. | Suncokret | Uljana repica |
| 2017. | Kukuruz | Pšenica |
| 2018. | Uljana repica | Kukuruz |
| 2019. | Kukuruz | Kukuruz |
| 2020. | Kukuruz | Kukuruz |

U sjetvi je korišten hibrid kukuruza OS 378 (Slika 27.). Hibrid pripada FAO grupi 300, proizvodi ga Poljoprivredni institut Osijek. Ima svojstvo dobre prilagodljivosti različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima, tolerantan je na sušu, karakteriziraju ga niža i čvrsta stabljika s dubokim i razgranatim korijenom. Ima manje i srednje visoko nasade klipove te svojstvo brzog otpuštanja vlage iz zrna (www.poljinos.hr). Sjetva je izvršena 16. travnja 2020. godine.



Slika 27. Tretirano sjeme hibrida OS 378 (Foto: Lović, I.)

Svaka parcela podijeljena je u dva dijela: polovica površine zasijana je sjemenom tretiranim insekticidom Force (djelatna tvar teflutrin), dok je druga polovica zasijana eko sjemenom bez tretiranja. Na ovaj način dobili smo 4 manje parcele (P1A, P1B, P2A, P2B) na kojima su vršena daljnja istraživanja:

P1A (Gorjani – Topolik) – 2. godina za redom kukuruz – tretirano sjeme (Force)

P1B (Gorjani – Topolik) – 2. godina za redom kukuruz – netretirano sjeme

P2A (Gorjani – Zorjaševo) – 3. godina za redom kukuruz – tretirano sjeme (Force)

P2B (Gorjani – Zorjaševo) – 3. godina za redom kukuruz – netretirano sjeme

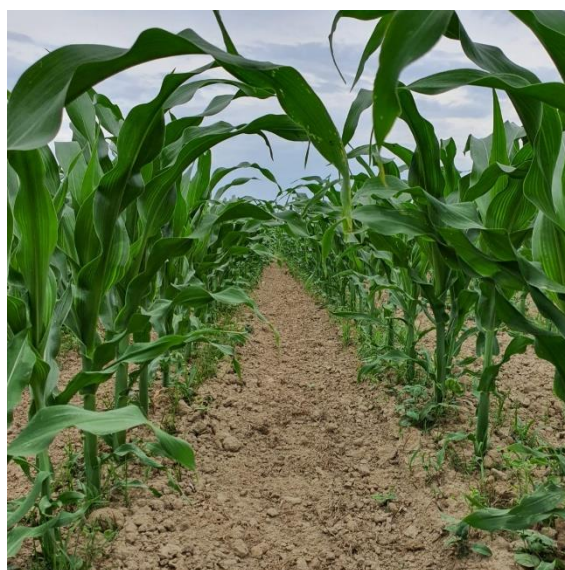
Primijenjene su standardne agrotehničke mjere u optimalnim rokovima (Tablica 3.). Prosječan sklop iznosio je 58.000 biljaka/ha, međuredni razmak iznosio je 70 cm (Slike 28. i 29.).

Tablica 3. Primijenjene agrotehničke mjere tijekom 2020. godine

| Radne operacije | Datum | Materijal i količina |
|---|--------------|-----------------------------|
| Predsjetvena priprema | 15.04.2020. | 300 kg/ha 15-15-15 |
| Gnojidba | | 200 kg/ha UREA |
| Sjetva | 16.04.2020. | OS378 |
| Zaštita od korova (nakon sjetve, prije nicanja) | 21.04.2020. | Adengo; 0,44 l/ha |
| Kultivacija s prihranom | 26.05.2020. | 200 kg/ha KAN |
| Vršidba | 06.10.2020. | - |

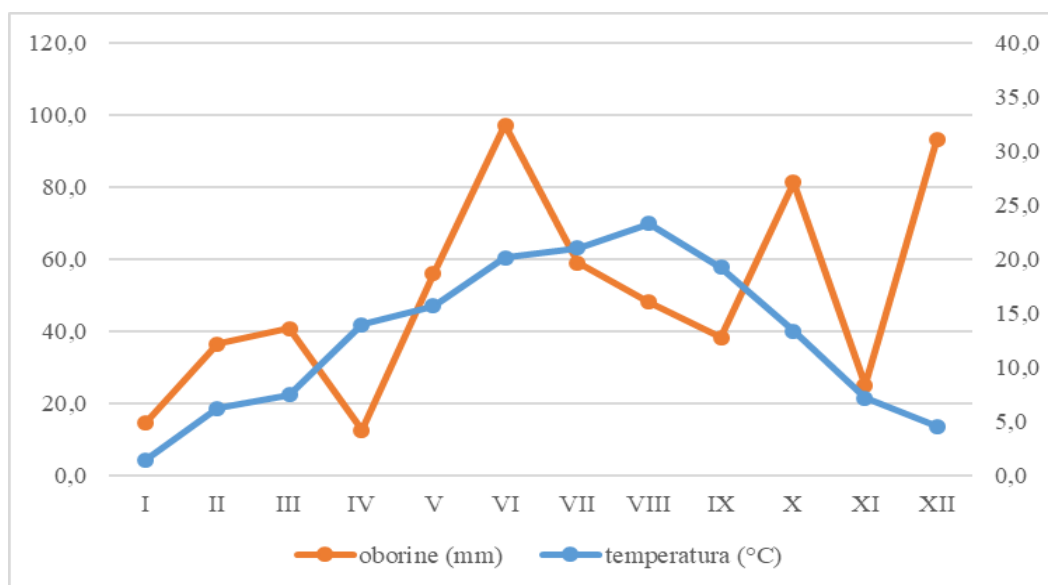


Slika 28. Mlade biljke kukuruza u Gorjanima u travnju 2020. godine (Foto: Lović, I.)

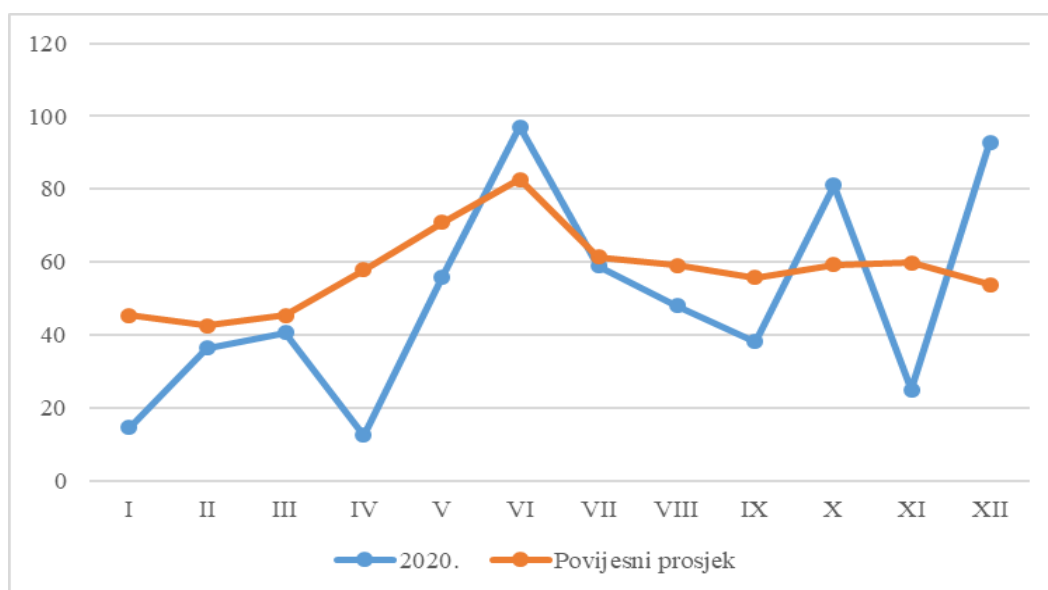


Slika 29. Biljke kukuruza u Gorjanima u svibnju 2020. godine (Foto: Lović, I.)

Tijekom istraživanja bilježene su temperature i količina oborina, što je prikazano u grafikonu 1., dok je u grafikonu 2. uspoređena količina oborina tijekom 2020. godine s povijesnom količinom oborina (1899.-2019.).



Grafikon 1. Walterov klimadijagram za Gorjane 2020. godine (www.meteo.hr, www.accuweather.com)



Grafikon 2. Količina oborina u mm 2020. godine i povijesni prosjek (1899.-2019.) (www.meteo.hr)

3.1. Ocjena oštećenosti korijena, veličine korijena i veličine sekundarnog korijena

Ocjena oštećenosti korijena (Slika 30.), veličine korijena i veličine sekundarnog korijena provedena je zasebno na svakoj manjoj parceli (P1A, P1B, P2A, P2B) u 4 ponavljanja na 5 slučajno odabranih biljaka (ukupno 20 biljaka u ponavljanju).



Slika 30. Oštećeni korijen kukuruza od strane kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.)

Biljke su izvađene u polju 14. srpnja 2020. godine (Slika 31.).



Slika 31. Vađenje korijena biljaka kukuruza (Foto: Lović, I.)

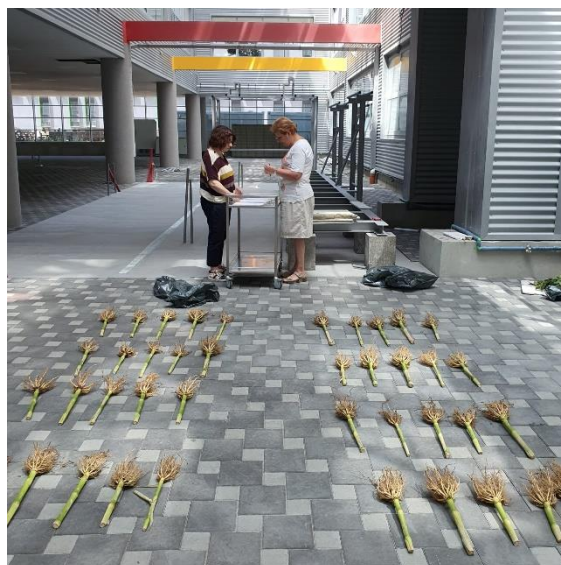
Izvađenim biljkama odsječen je gornji dio stabljike, otrešena je zemlja te je korijen ispran mlazom vode (Slike 32. i 33.). Ocjenjivanje korijena provedeno je 16. srpnja 2020. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Zavodu za fitomedcinu, Katedri za entomologiju i nematologiju (Slika 34.).



Slika 32. Ispiranje korijena kukuruza mlazom vode (Foto: Lović, I.)



Slika 33. Korijen kukuruza nakon ispiranja (Foto: Lović, I.)



Slika 34. Ocjenjivanje korijena kukuruza na FAZOS-u (Foto: Lović, I.)

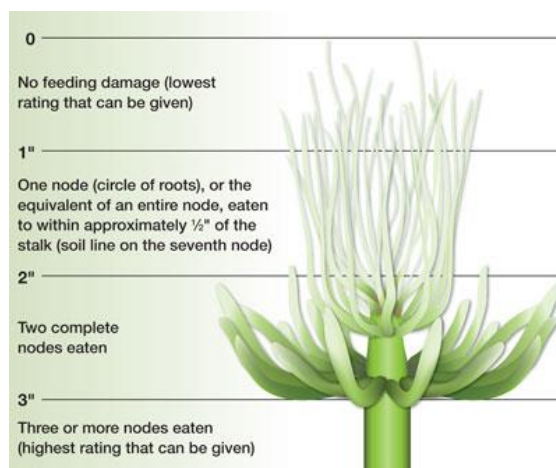
Oštećenost korijena ocijenjena je Iowa Node Injury Scale 0-3 (INIS) (Oleson i Tollefson, 2000.) (Slika 35.):

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 35. Iowa Node Injury Scale 0-3 (Izvor: www.agweb.com)

Oštećenja između izgrizanih noda prikazuju se u % npr. ocjena 0,25 pokazuje kako je 1/4 noda izgrizena, dok ocjena 1,50 pokazuje kako je izgrizen 1,5 nod (Oleson i Tollefson, 2000.) (Slika 36.).



Slika 36. Ocjena korijena prema INIS 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 najbolje razvijenim sekundarnim korijenom ocjenjuje se ocjenom 1, dok se najmanji korijen i korijen s najslabije razvijenim sekundarnim korijenom ocjenjuje ocjenom 6.

Biljke kukuruza mogu razviti određenu razinu prirodne otpornosti, odnosno tolerantnosti protiv ozlijeda korijena od kukuruzne zlatice. Oplemenjivački postupci imaju cilj povećati prinos kod stvaranja novih hibrida, što može dovesti do smanjenja otpornosti i tolerantnosti biljaka na napad štetnika u odnosu na njihove divlje srodnike (Ivezić i sur., 2011.). Iako su u SAD-u i Europi provedeni brojni programi oplemenjivanja, do danas nema stvorenih otpornih hibrida za komercijalnu proizvodnju, a stvoreni su određeni tolerantni hibridi (Brkić, 2012.).

Tolerantnost je sposobnost biljaka da podnesu ili nadoknade štetu uzrokovanu uslijed napada štetnika. Glavna svojstva za ocjenu tolerantnosti su ocjena oštećenja korijena, veličine korijena te porasta sekundarnog korijenja. Na tolerantnoj biljci ličinke se hrane u istom intenzitetu kao i na netolerantnoj, ali su tolerantne sposobne proizvesti visoke prinose zrna bez obzira na ozljede. Smatra se kako su biljke s velikim korijenovim sustavom tolerantnije na ozljede od strane ličinki kukuruzne zlatice. Isto tako obnova korijena sprječava smanjenje prinosa nakon ozlijeda na korijenu uzrokovanih napadom ličinki. Tolerantnim hibridima smatraju se oni koji imaju manju ocjenu oštećenosti korijena, bolju ocjenu veličine korijena i porasta sekundarnog korijena (Ivezić i sur., 2011.).

3.2. Određivanje postotka polegnutih biljaka

Ukoliko je utvrđeno kako je kut između stabljike i tla manji od 45° (Slika 37.) biljke se smatraju polegnutima (Džoić, 2009., Lović, 2019.). Biljke su pregledavane na sve četiri manje parcele, u svakom dijelu pregledano je 25 uzastopnih biljaka u četiri ponavljanja.



Slika 37. Kut mjerenja kod određivanja polegnutosti biljaka kukuruza (Foto: Lović, I.)

3.3. Utvrđivanje brojnosti imaga

3.3.1. Praćenje leta imaga uz pomoć žutih ljepljivih ploča

Praćenje brojnosti imaga trajalo je od 23. lipnja do 4. listopada 2020. godine.

Na svakoj parceli (P1 i P2) postavljene su četiri žute ljepljive ploče (proizvođač Productos Flower, Španjolska; uvoznik za Hrvatsku: Sjeme d.o.o. Bilice) u visini klipa (Slika 38.). Ploče, su premazane prozirnim ljeplivom (62 % poliizobutilen, 18 % smola).



Slika 38. Žuta ljepljiva ploča u polju kukuruza (Foto: Lović, I.)

Ploče su mijenjane svakih tjedan dana te su tada prebrojavani kornjaši kukuruzne zlatice. Posebno su evidentirane muške i ženske jedinke (Slika 39.).



Slika 39. Uhvaćeni imago kukuruzne zlatice na žutoj ljepljivoj ploči (Foto: Lović, I.)

3.3.2. Praćenje leta imaga uz pomoć kaveza

Izrađeni su kavezi od drvene konstrukcije, podnih dimenzija 50x50 cm, obloženi su mrežicom. Kavezi su postavljeni na jedno mjesto na svakoj osnovnoj parceli (P1 i P2) 23. lipnja 2020. godine. Kavez je postavljen preko biljke kukuruza, kojoj je prethodno odsječena stabljika. Unutar kaveza postavljena je manja žuta ploča za hvatanje imaga (Slika 40.).



Slika 40. Kavez za hvatanje imaga u polju kukuruza (Foto: Lović, I.)

Svrha je utvrditi vrijeme izlaska prvog imaga (*biofix*) kod biljke kukuruza kod koje je postavljen kavez. Kako bi se poboljšalo suzbijanje štetnika, odnosno odredilo optimalno vrijeme za primjenu insekticida, razvijen je model kojemu je cilj predvidjeti kada se može očekivati maksimum populacije. Nakon određivanja *biofix*-a zbrajaju se efektivne temperature zraka i maksimum se očekuje kada suma temperatura dostigne 221 °C (oko 40 dana). Formula za izračunavanje sume efektivnih temperatura:

$$(\text{min. dnevna temp.} + \text{max. dnevna temp.})/2 - \text{min. dnevna temp.}$$

Ukoliko je stvarno izmjerena minimalna dnevna temperatura niža od 12,7 °C, tada se kao donji prag uzima ova temperatura jer ispod nje nije moguć razvoj kukuruzne zlatice, a isto tako ukoliko je maksimalna temperatura veća od 35 °C, tada se ova temperatura uzima kao gornji prag jer iznad njega zlatice ne mogu preživjeti (Džoić i sur., 2010.).

3.4. Usporedba prinosa

Sa svake parcele (P1A, P1B, P2A, P2B) na četiri mjesta ubrano je 10 klipova u 4 ponavljanja (ukupno 160 klipova) (Slika 41.).



Slika 41. Branje klipova kukuruza (Foto: Lović, I.)

Klipovi kukuruza obrani su ručno, odvojeni u zasebne vrećice te evidentirani (Slika 42.). Izvršeno je vaganje klipova s oklaskom, orunjeno je zrno te je ponovno izvršeno vaganje te mjerenje % vlage zrna i hektolitarske mase.



Slika 42. Vrećice s klipovima kukuruza, odvojene po ponavljanjima (Foto: Lović, I.)

Za prikaz prinosa s 14 % vlage, korištena je formula: $[(100 - \text{relativna vlaga}) / 100 - 14 \text{ \%}] * \text{težina s relativnom vlagom}$. Dobiveni rezultat u g po biljci pomnožen je s utvrđenim sklopom biljaka po ha i prikazan u t/ha.

4. REZULTATI

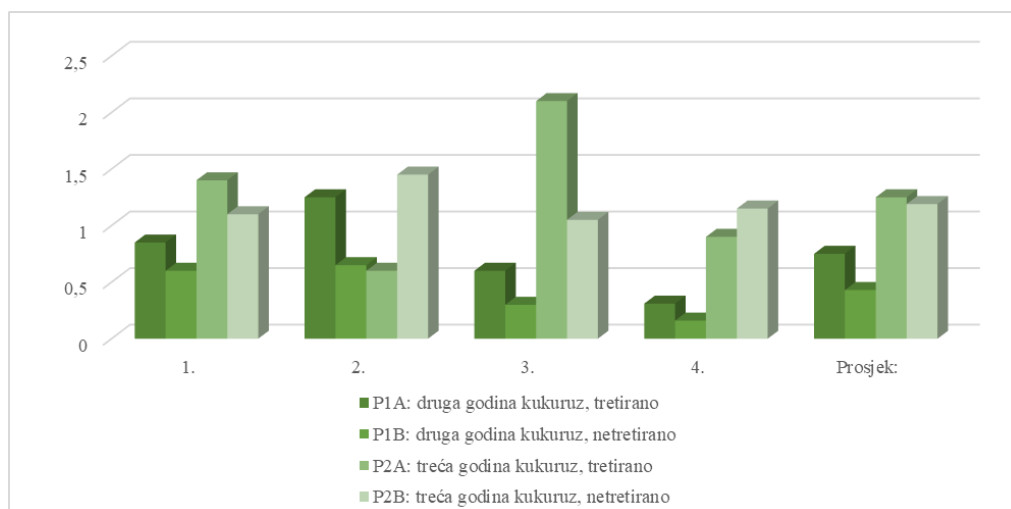
4.1. Štete od kukuruzne zlatice

Štete na korijenu ocijenjene su prema Iowa Node Injury Scale 0-3 (INIS) (Oleson i Tollefson, 2000.). Prosječna ocjena 0,59 utvrđena je na parceli gdje je kukuruz zasijan drugu godinu za redom (P1). Na parceli gdje je kukuruz zasijan treću godinu za redom (P2) oštećenje je bilo nešto veće i ocijenjeno je prosječnom ocjenom 1,22 (Slika 43.).



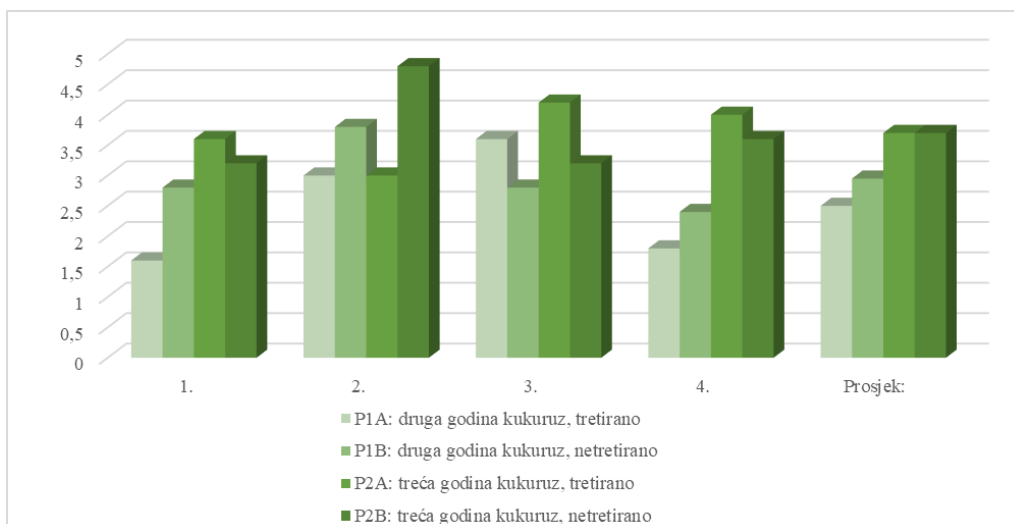
Slika 43. Skala oštećenosti korijena na parceli P2 prilikom ocjenjivanja (Foto: Lović, I.)

Tretiranje sjemena insekticidom Force (P1A i P2A) nije imalo utjecaja na hranjenje ličinki i oštećenje korijena (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Ocjena oštećenosti korijena kukuruza (INIS)

Ocjena veličine korijena (Slika 44.) provedena skalom 1-6 (Rogers i sur., 1975.) pokazuje kako je prosječno veći korijen bilo na površini P1 i ocijenjen je ocjenom 2,73, dok je na površini P2 korijen bio manji i ocijenjen je prosječnom ocjenom 3,70 (Grafikon 4.). Tretiranje sjemena ni kod veličine korijena nije imalo većeg utjecaja.

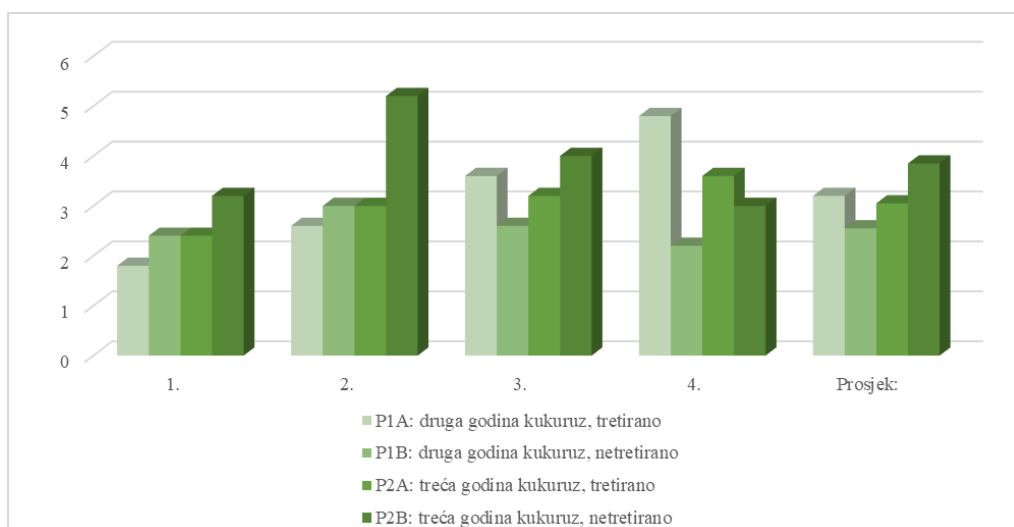


Grafikon 4. Ocjena veličine korijena kukuruza (skala 1-6)



Slika 44. Skala veličine korijena tijekom ocjenjivanja (Foto: Lović, I.)

Ocjena sekundarnog korijena (Slike 45. i 46.) provedena skalom 1-6 (Rogers i sur., 1975.) također pokazuje kako je sekundarno korijenje bolje razvijeno na površini P1 (prosječna ocjena 2,88) u odnosu na površinu P2 (prosječna ocjena 3,45) (Grafikon 5.).



Grafikon 5. Ocjena sekundarnog korijena kukuruza (skala 1-6)

Kukuruz čije je sjeme tretirano insekticidom Force imao je bolje razvijeno sekundarno korijenje na površini P2, dok su na površini P1 biljke s tretiranim sjemenom imale slabije razvijen sekundarni korijen.



Slika 45. Korijen kukuruza s najboljom ocjenom razvijenog sekundarnog korijenja (Foto: Lović, I.)



Slika 46. Korijen kukuruza s najlošijom ocjenom razvijenog sekundarnog korijenja (Foto: Lović, I.)

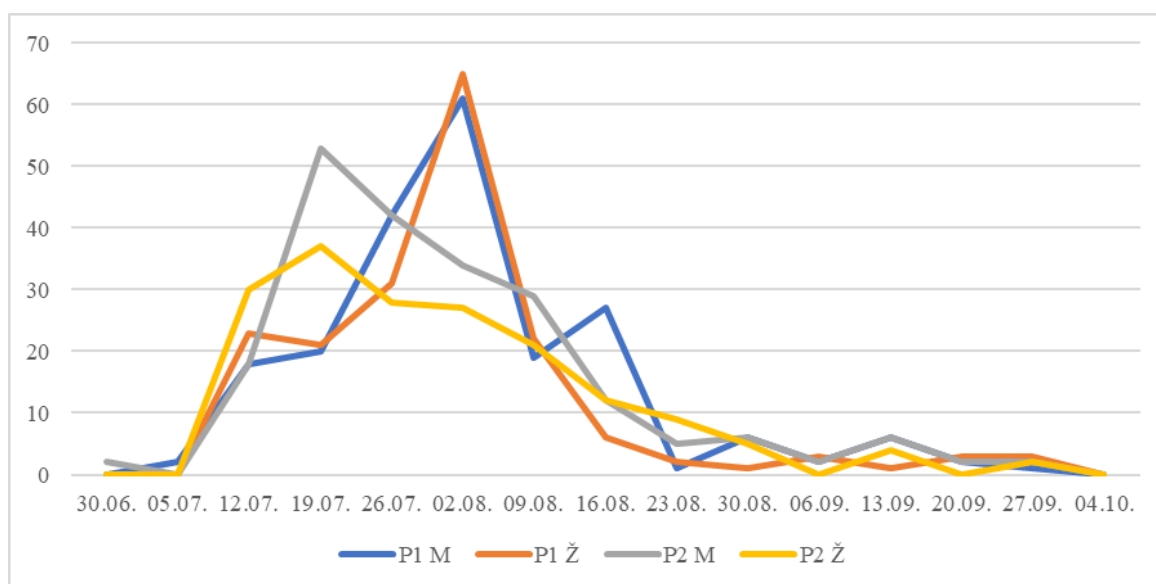
Pregledom biljaka na sve četiri manje parcele (P1A, P1B, P2A, P2B) nije utvrđena prisutnost polegnutih biljaka.

4.2. Dinamika populacije kukuruzne zlatice

Rezultati ulova imaga na žutim ljepljivim pločama (Slika 47.) prikazani su u grafikonu 6. Na parceli P1 prvi imago pojavio se 5. srpnja (mužjak), maksimum brojnosti bio je 2. kolovoza (36,5 imaga tjedno/mamcu), dok je posljednji imago uhvaćen 27. rujna. Na parceli P2 prvi imago uhvaćen je 30. lipnja (mužjak), maksimum brojnosti bio je 19. srpnja (45 imaga tjedno/mamcu), a posljednji imago uhvaćen je također 27. rujna.



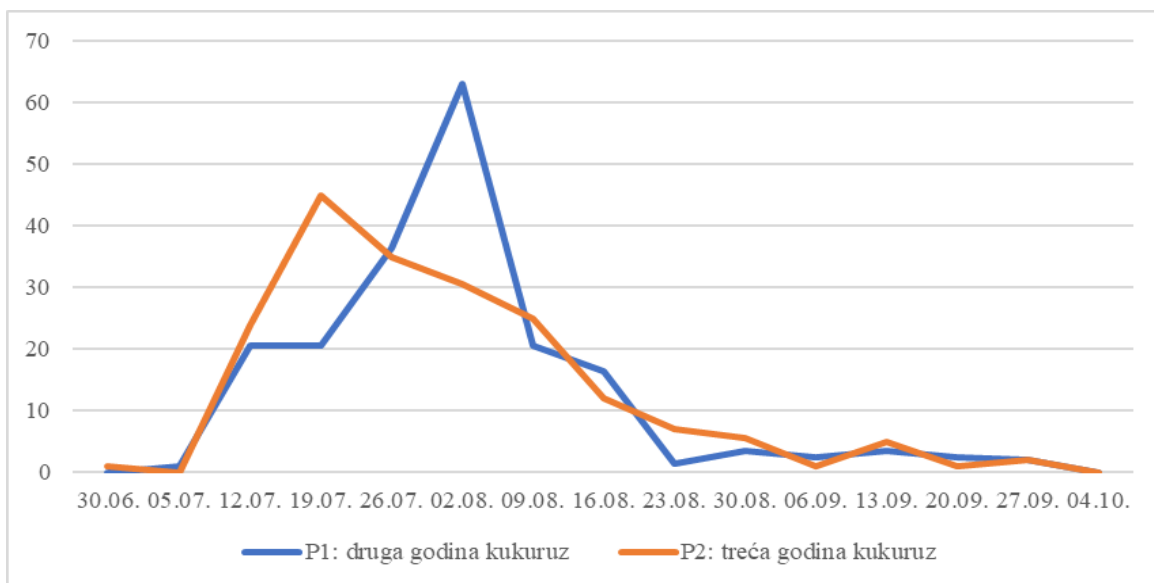
Slika 47. Imaga kukuruzne zlatice na žutoj ljepljivoj ploči (Foto: Lović, I.)



Grafikon 6. Dinamika ulova imaga na žutim ljepljivim pločama tjedno

U 13 tjedana (91 dan) na četiri žute ljepljive ploče na parceli P1 uhvaćeno je ukupno 388 imaga, od toga 207 mužjaka i 181 ženka. Po danu i mamcu uhvaćeno je prosječno 1,07 imaga.

Na parceli P2 u 14 tjedana (98 dana) uhvaćeno je također 388 imaga, od toga 213 mužjaka i 175 ženki. Po danu i mamcu uhvaćeno je prosječno 0,99 imaga (Grafikon 7.).



Grafikon 7. Prosječna ukupna brojnost po mamcu tjedno

Omjer mužjaka i ženki na parceli P1 bio je 53:47 u korist mužjaka, dok je na parceli P2 omjer bio 56:44, također u korist mužjaka.

U drvenim kavezima u istom vremenskom periodu (23.06.-04.10.) na parceli P1 nije uhvaćen niti jedan imago, dok su na parceli P2 uhvaćena 2 imaga. Jedna ženka 5. srpnja i jedan mužjak 12. srpnja.

Na temelju određenog *biofix*-a (5. srpnja) (Džoić i sur., 2010.) na parceli P2, zbrajane su efektivne temperature zraka. Suma temperatura od 221 °C dogodila se 6. kolovoza, što se poklapa s najvećim ulovljenim brojem imaga na žutim ljepljivim pločama (2. kolovoza).

4.3. Utjecaj kukuruzne zlatice na prinos kukuruza

Prosječan prinos kukuruza u t/ha uz hektolitarsku masu prikazan je u tablici 4.

Najveći prinos zrna (prosječno 9,89 t/ha) je na parceli P1A, gdje je kukuruz u ponovljenoj sjetvi, tj. zasijan 2. godinu za redom s tretiranim zrnom (Force), dok je prinos na ostalim površinama bio podjednak i iznosio nešto više od 7 t/ha. Prosječan prinos na P1 iznosio je 8,52 t/ha, a na P2 7,43 t/ha.

Tablica 4. Prosječan prinos zrna kukuruza s vlagom 14 % s oklaskom, bez oklaska te hektolitarska masa

| Parcela | Prosječan prinos klipova s oklaskom u t/ha | Prosječna prinos zrna bez oklaska u t/ha | Prosječna hektolitarska masa u kg/hL |
|----------------|---|---|---|
| P1A | 11,64 | 9,89 | 73,98 |
| P1B | 8,38 | 7,14 | 75,35 |
| P2A | 8,66 | 7,36 | 73,50 |
| P2B | 8,95 | 7,50 | 74,3 |

P1A: druga godina kukuruz, tretirano; P1B: druga godina kukuruz, netretirano; P2A: treća godina kukuruz, tretirano; P2B: treća godina kukuruz, netretirano

5. RASPRAVA

Štete na korijenu nastale uslijed ishrane ličinki kukuruzne zlatice su značajne ukoliko je ocjena (INIS) iznad 0,50 jer može uzrokovati smanjenje prinosa (Nowatzki, 2001.). Dobiveni rezultat pokazuje kako je na površini gdje je kukuruz zasijan drugu godinu za redom (P1) ocjena korijena malo iznad ove granice (0,59) pa ne bi trebalo biti značajnijeg utjecaja na smanjenje prinosa. Sjetva kukuruza treću godinu za redom (P2) pokazala je značajnije oštećenje u odnosu na drugu godinu (1,22), što ukazuje na moguće smanjenje prinosa.

Slični rezultati dobiveni su u istraživanju Ivezić i sur. (2006.) tijekom 2005. godine, gdje je oštećenje kukuruza zasijanog drugu godinu za redom ocijenjeno ocjenom 0,73, a kod kukuruza zasijanog treću godinu za redom 1,15.

Istraživanja na različitim hibridima kukuruza na Poljoprivrednom institutu u Osijeku na površinama s dugogodišnjom monokulturom (70 godina) pokazuju ocjenu oštećenja korijena u rasponu od 0,15-1,31 tijekom 2015. godine, odnosno 0,31-2,50 tijekom 2016. godine (Brkić i sur., 2020.).

Istraživanje u Gorjanima 2018. godine na površini gdje je kukuruz zasijan 2. godinu za redom (hibrid OS 298P) pokazalo je značajno veće prosječno oštećenje korijena: ocjena 2,20 (Lović i sur., 2020.).

U istraživanju Sučića u Vrbanji tijekom 2003. godine oštećenje korijena ocijenjeno je prosječnom ocjenom 1,34, dok je iduće godine oštećenje bilo manje: 0,80, kada je utvrđen i znatno manji broj imaga, što je pripisano nepovoljnim vremenskim prilikama (Sučić, 2009.).

Očekivano je kako će oštećenje korijena biti sličnije onome kakvo su imali Lović i sur. (2020.) u 2018. godini, nego onome Ivezić i sur. (2006.) u 2005. godini, posebno na površini gdje je kukuruz zasijan treću godinu za redom jer je kukuruzna zlatica prisutna na ovom području duže vrijeme i brojnost joj je veća. Slabije oštećenje može se pripisati manjku oborina u proljeće 2020. godine (Grafikon 2.), posebno u travnju, što je moglo imati utjecaj na propadanje jaja i mortalitet ličinki. Uspoređujući kukuruz zasijan 2. i 3. godinu za redom, rezultati pokazuju kako se kod duže monokulture kukuruza može očekivati veće oštećenje korijena.

Tretiranje insekticidom u SAD-u (Nebraska) tijekom 2020. godine pokazalo je kako su dva insekticida imala utjecaj na smanjenje oštećenja korijena (Ampex (clothianidin) i Capture

(bifenhtrin)), dok tretiranje sjemena insekticidom Poncho (klotianidin) nije imalo utjecaja (DeVries i Wright, 2021.).

Istraživanja u državi Iowa tijekom 2018. godine pokazala su manje oštećenje korijena (0,20) na površinama koje su bile tretirane insekticidom Force (teflutrin) u odnosu na netretirano sjeme (1,13) (Fawcett i sur., 2019.).

Istraživanje utjecaja insekticida na oštećenja od strane kukuruzne zlatice provedeno je 2008. godine u Novačkoj, gdje su za tretiranje sjemena korišteni insekticidi na bazi tiametoksama, imidakloprida, klotianidina i granule na osnovi teflutrina. Najbolji rezultat postignut je kod primjene granuliranog teflutrina, gdje su znatno smanjena oštećenja na korijenu (Večenaj, 2011.).

Utjecaj tretiranja sjemena insekticidom Force (teflutrin) na površinama u Gorjanima 2020. godine nije polučilo očekivane rezultate, odnosno oštećenje korijena nije bilo smanjeno u odnosu na netretirano sjeme.

Očekivano veći korijen imao je kukuruz zasijan drugu godinu za redom (prosječno 2,73) u odnosu na kukuruz zasijan treću godinu za redom (prosječno 3,70). Tretiranje sjemena insekticidom nije imalo utjecaja na veličinu korijena.

Ukoliko ocjena veličine korijena prelazi 2,25 može se očekivati smanjenje prinosa (Dobrinčić, 2001.). Turpin i sur. (1972.) navode kako svako povećanje za jednu ocjenu iznad 2,5 utječe na smanjenje prinosa od 680 kg/ha.

Istraživanja Brkića i sur. (2020.) kod dugotrajnog uzgoja kukuruza na Poljoprivrednom institutu u Osijeku na istoj površini u 2015. i 2016. godini utvrdila su prosječnu veličinu korijena 2,45.

U istraživanja provedenim na različitim hibridima i različitim lokacijama u Hrvatskoj i SAD-u od 2001. do 2003. godine veličina korijena ocijenjena je u rasponu od 1,80 do 4,05. Osječki hibridi OSSK 596R i OSSK 617 ocijenjeni su ispod 2,5, što ukazuje na njihovu tolerantnost na kukuruznu zlaticu (Ivezić i sur., 2006.).

U istraživanju u Gorjanima 2018. godine veličina korijena na hibridu OSSK 298P ocijenjena je ocjenom 3,7 te se pokazalo kako nije tolerantan na napad kukuruzne zlatice (Lović i sur., 2020.).

Ocjena veličine korijena u ovome istraživanju pokazuje nisku tolerantnost hibrida OS 378 jer se već nakon druge godine sjetve može očekivati smanjenje prinosa, a nakon treće godine sjetve kukuruza na istoj površini gubitci mogu biti još veći.

Sekundarni korijen bio je razvijeniji na parceli gdje je kukuruz zasijan drugu godinu za redom (2,88) u odnosu na parcelu gdje je zasijan treću godinu za redom (3,45). Na parceli gdje je zasijano sjeme tretirano insekticidom (Force) kukuruz je imao razvijeniji korijen na parceli gdje je zasijan treću godinu za redom, a manje razvijen korijen na parceli gdje je zasijan drugu godinu za redom.

Veličina sekundarnog korijena u istraživanjima Ivezić i sur. (2006.) ocijenjena je ocjenama od 1,80 do 4,05. Najboljima su se ponovno pokazali osječki hibridi OSSK 617 i OSSK 596R koji su imali najbolje razvijen sekundarni korijen te su pokazivali visoku sposobnost regeneracije korijena.

Već spomenuta istraživanja Brkića i sur. (2020.) tijekom 2015. i 2016. godine utvrdila su također visoku sposobnost regeneracije korijena, koji je prosječno ocijenjen ocjenom 2,40.

U istraživanjima Ivezić i sur. (2011.) na Poljoprivrednom institutu u Osijeku tijekom 2007., 2008. i 2009. godine ocjenjivana je tolerantnost hibrida OsSK 444, Os 499, OsSK 552, OsSK 596, OsSK 602, OsSK 617 i OsSK 713. U prvoj godini svi hibridi su pokazivali tolerantnost na napad ličinki kukuruzne zlatice. U tri godine istraživanja, najbolje prosječne ocjene oštećenosti korijena (1,24) i porasta sekundarnog korijenja (2,66) te najveći prinos (13,56 t/ha) imao je hibrid OsSK 602. Hibrid OsSK 617 imao je najbolju prosječnu ocjenu porasta sekundarnog korijena: 2,20. Hibridi OsSK 602 i OsSK 617 ocijenjeni su kao najtolerantniji.

Osječki hibrid OSSK 298P u istraživanju Lovića i sur. (2020.) u Gorjanima za razvoj sekundarnog korijena dobio je ocjenu 3,65 i pokazao nisku sposobnost regeneracije nakon oštećenja od strane kukuruzne zlatice.

Hibrid OS 378 koji je korišten u istraživanju u Gorjanima također pokazuje slabiji porast sekundarnog korijenja i nisku tolerantnost na napad kukuruzne zlatice.

Kada se pogledaju podaci o oštećenosti korijena, bilo je očekivano kako će se na istraživanim površinama pronaći polegnute bilje, međutim polegnutost nije bila prisutna.

U istraživanjima u Gorjanima 2018. godine prosječna polegnutost biljaka kod hibrida OSSK 298P iznosila je 10 % (Lović i sur., 2020.), dok su istraživanja u Duboševici 2005. godine (Ivezić i sur., 2006.) pokazala prosječnu polegnutost od 12 % za hibrid Pioneer Pr35p 12

(dvije godine na istoj površini), odnosno 15 % za hibrid BC 5982 (tri godine za redom na istoj površini).

Kako na polegnutost biljaka osim oštećenja korijena utječu i okolišni čimbenici (vjetar), može se zaključiti kako nije bilo značajnijeg vjetra koji je mogao poleći biljke.

Na Poljoprivrednom institutu u Osijeku u razdoblju od 1996. do 2013. godine praćen je let kukuruzne zlatice. Početak leta u 61 % slučajeva zabilježen je u lipnju, a u 39 % slučajeva zabilježen je u srpnju. Najranije je počinjao 15. lipnja, a najkasnije krajem srpnja. Kraj leta obično je u rujnu, iako je znao biti u kolovozu (najraniji 9.8.), a i krajem listopada (26.10.). Duljina leta prosječno je trajala 85,89 dana. Maksimalni let obično je bio u drugoj dekadi srpnja (u 50 % godina), a javljao se od lipnja do kolovoza (Borić, 2015.).

Slični rezultati zabilježeni su i u ostalim istraživanjima. Maksimalni broj imaga u kolovozu zabilježila su istraživanja Ivezić i sur. (2006.), Lemić i Bažok (2009.) bilježe maksimum u drugoj polovici srpnja, a Sučić u Vrbanji (2009.) u zadnjoj dekadi srpnja. Istraživanja Lovića i sur. (2020.) u Gorjanima, bilježe početak leta 25. lipnja, maksimum u prvoj dekadi srpnja, a kraj leta 4. rujna. U istraživanju Brkića i sur. (2020.) na površinama s višegodišnjom monokulturom kukuruza, tijekom 2015. godine bilježe dva vrhunca pojave: 28. lipnja i 9. kolovoza, dok su u 2016. godine vrhunci bili 25. srpnja i 22. kolovoza.

Praćenje leta u Gorjanima tijekom 2020. godine podudara se s ostalim istraživanjima, posebno na parceli P2 (početak leta 30. lipnja, maksimum 19. srpnja). Nešto kasnija prva pojava (5. srpnja) i maksimum brojnosti (2. kolovoza) dogodio se na parceli P1. Kraj leta na obje parcele događa se istovremeno, krajem rujna (27. rujna posljednji imago). Duljina leta na parceli P1 iznosila je 91 dan, a na parceli P2 98 dana, što se također podudara s 18 godišnjim istraživanjem na Poljoprivrednom institutu u Osijeku (Borić, 2015.).

Pojava prvog imaga (*biofix*) u drvenom kavezu na parceli P2 (5. i 12. srpnja), također se događa u periodu optimalnom za pojavu imaga. Izračunato očekivano vrijeme pojave maksimalnog broja imaga na temelju sume efektivnih temperatura podudara se sa stvarno utvrđenim maksimumom imaga uhvaćenim na žutim ljepljivim pločama, što potvrđuje kako je model Džoića i sur. (2010.) moguće primijeniti ukoliko želimo utvrditi kada je najbolje vrijeme za tretiranje usjeva.

Prosječna brojnost po danu i mamcu iznosila je 1,07 (P1), odnosno 0,99 (P2). Kritična brojnost imaga kada treba izbjegavati ponovljenu sjetvu kukuruza ili je kod sjetve potrebno primijeniti insekticide je po danu i mamcu 5 (Ivezić, 2008.), odnosno 6 imaga (Hein i

Tollefson, 1985.). Utvrđena brojnost imaga u Gorjanima nije prelazila kritični prag i ne predstavlja opasnost za ponovnu sjetvu kukuruza.

Ukupna brojnost imaga na obje istraživane parcele bila je identična (388 imaga), bez obzira što je na parceli P2 kukuruz bio zasijan jednu godinu duže. Pretpostavlja se kako je manji broj imaga na parceli P2 rezultat manjeg broja imaga u prethodnoj godini ili rezultat nepovoljnih vremenskih uvjeta (manjak oborina) u vrijeme ovipozicije te u vrijeme izlaska i razvoja ličinki (Grafikon 2.).

Odnos spolova može se razlikovati na različitim parcelama i u različitim godinama. Omjer spolova 1:1 je obično prisutan kada je gustoća ličinki i oštećenost korijena niska. Često se događa da omjer spolova bude više pomaknut prema jednom ili drugom spolu. Početkom sezone prisutno je više mužjaka, dok je krajem sezone obično više ženki (Meinke i sur., 2009.). U istraživanju je na obje parcele zabilježen veći broj mužjaka, omjer na P1 bio je 53:47, a na P2: 56:44.

Uspoređujući ukupan prinos (tretirano i netretirano sjeme) na istraživanim površinama, može se utvrditi kako je na površini gdje je kukuruz zasijan drugu godinu za redom (P1) prinos očekivano viši i prosječno iznosi 8,52 t/ha, dok je na površini gdje je kukuruz zasijan treću godinu za redom (P2) prosječan prinos 7,43 t/ha.

Na parceli P2 prinos je manji za 1,09 t/ha, što možemo povezati s ocjenom korijena. Oštećenost korijena bila je veća na parceli P2 (1,22) u odnosu na parcelu P1 (0,59), što je ukazivalo kako na parceli P1 ne bi trebalo biti značajnijeg smanjenja prinosa, dok je na parceli P2 očekivano smanjenje jer je ocjena značajno veća od 0,50 što se smatra graničnom vrijednošću za moguće očekivanje smanjenja prinosa (Nowatzki, 2001.).

Veličina korijena na parceli P2 ocijenjena je jednom ocijenom iznad (3,70) ocjene veličine korijena na parceli P1 (2,73). Već je spomenuto kako svako povećanje za jednu ocjenu iznad 2,5 može rezultirati smanjenjem prinosa od 680 kg/ha (Turpin i sur., 1972.), a u ovome istraživanju pokazalo se kako je smanjenje i veće.

Također se u istraživanju pokazalo kako je razvijenost korijena na parceli P2 (ocjena 3,45) lošija nego na parceli P1 (ocjena 2,88).

Prosječan prinos zrna kukuruza u Hrvatskoj u razdoblju od 2015. do 2019. godine iznosio je 7,88 t/ha (www.fao.org). Uspoređujući prinos na istraživanim površinama, prinos na parceli P1 je za 0,64 t/ha viši od petogodišnjeg državnog prosjeka, dok je prinos na parceli P2 za 0,45 t/ha niži od petogodišnjeg državnog prosjeka.

Hranjenje ličinki na korijenu kukuruza imala je utjecaj na smanjenje prinosa na parceli P2, gdje je kukuruz zasijan treću godinu. Na parceli P1, gdje je kukuruz zasijan drugu godinu za redom nema značajnije štete od napada kukuruzne zlatice.

Daljnja sjetva kukuruza u monokulturi nije preporučljiva jer se očekuje porast populacije, mogućnost većih oštećenja te značajnije smanjenje prinosa.

6. ZAKLJUČAK

Ocjena korijena potvrdila je veća oštećenja, slabiji razvoj korijena i slabiji porast sekundarnog korijenja na parceli gdje je kukuruz bio zasijan treću godinu za redom, što je rezultiralo i smanjenjem prinosa u odnosu na parcelu gdje je kukuruz bio zasijan drugu godinu za redom za 1,09 t/ha. Primjena insekticida za tretiranje sjemena (Force, a. t. teflurin) nije imala utjecaj na oštećenje od ličinki kukuruzne zlatice niti na veličinu i razvoj sekundarnog korijena.

Iako oštećenost korijena nije bila velika, sekundarni korijen bio je slabo razvijen na obje istraživane površine pa se može zaključiti kako hibrid ima nisku tolerantnost na napad od kukuruzne zlatice.

Brojnost imaga nije kritična i po ocjeni brojnosti površinu nije potrebno isključiti iz daljnjeg uzgoja kukuruza u monokulturi (granično 5-6 imaga po mamcu dnevno).

Istraživanje je pokazalo kako kod uzgoja kukuruza dvije godine za redom na istoj površini, unatoč pojavi štetnika i oštećenjima koje je uzrokovao, nije bilo značajnijeg smanjenja prinosa, dok se kod uzgoja kukuruza treću godinu za redom na istoj površini prinos značajno smanjio.

Ne preporuča se sjetva kukuruza na ovim površinama u idućoj godini zbog moguće jače pojave štetnika, jačih oštećenja te većih ekonomskih gubitaka. Potrebno je provoditi stalno praćenje populacije te provođenje mjera borbe, među kojima je najvažniji višegodišnji plodored.

7. POPIS LITERATURE

1. Agosti, M., Michelon, L., Edwards, R. (2009.): *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte larval size may be influenced by environmental conditions in irrigated maize fields in Northwestern Italy. *Entomologia Croatica*, Vol. 13, No. 2: 61-68.
2. Augustinović, Z., Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Andreato-Koren, M., Ivanek-Martinčić, M., Samobor, V. (2005.): Utjecaj kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na hibride kukuruza u sjeverozapadnoj i istočnoj Hrvatskoj. *Poljoprivreda*, Vol. 11 No. 2: 24-25.
3. Bača, F., Berger, H. (1994.): Bedroht ein neuer Schädling unsere Mais Ernten. *Der Pflanzenarzt*, No 1-2: 8-9.
4. Bare, O. S. (1930.): Corn Rootworm Does Damage in Southwestern Nebraska. Annual Report of Cooperative Extension Work in Agriculture and Home Economics. Entomology, State of Nebraska, The University of Nebraska-Lincoln: Lincoln, NE, USA: 21.
5. Bažok, R., Grubišić, D. (2014.): Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasilo biljne zaštite* 5: 357-390.
6. Bažok, R., Lemić, D., Chiarini, F., Furlan, L. (2021.): Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Europe: Current Status and Sustainable Pest Management. *Insects* 2021, 12, 195: 1-26.
7. Borić, M. (2015.): Let kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području Osijeka od 1996. do 2013. godine. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 1-44.
8. Branson, T. F., Gus, P. L., Jackson, J. J. (1977.): Mating frequency of the western corn rootworm. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 70: 506-508.
9. Branson, T. F., Ortman, E. E. (1971.): Host range of larvae of the northern corn rootworm. Further studies. *J. Kansas Entom. Soc.* 44: 5052.
10. Brkić, A. (2012.): Genotipska varijabilnost prirodne otpornosti na kukuruznu zlaticu (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u germplazmi kukuruza. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Doktorska dizertacija: 1-115.
11. Brkić, A., Brkić, I., Jambrović, A., Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Zdunić, Z., Ledenčan, T., Brkić, J., Marković, M., Krizmanić, G., Šimić, D. (2017.): Maize germplasm of eastern Croatia with native resistance to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Genetika*, Volume 49, Issue 3: 1023-1034.

12. Brkić, A., Šimić, D., Jambrović, A., Zdunić, Z., Ledenčan, T., Raspudić, E., Brmež, M., Brkić, J., Mazur, M., Galić, V. (2020.): QTL analysis of Western Corn Rootworm resistance traits in maize IBM population grown in continuous maize. *Genetika*, Vol 52, No1: 137-148.
13. Cabrera Walsh, G., Avila, C. J., Cabrera, N., Nava, D. E., de Sene Pinto, A., Weber, D. C. (2020.): Biology and Management of Pest *Diabrotica* Species in South America. *Insects* 2020, 11, 421: 1-18.
14. Campbell, L. A., Meinke, L. J. (2006.): Seasonality and Adult Habitat Use by Four *Diabrotica* Species at Prairie-Corn Interfaces. *Environment Entomology*, Volume 35, Issue 4: 922-936.
15. Costa, N. C., Sandriha de Souza, B. E., Ribeiro, Z. A., Mathias dos Santos, D. M., Boiça, A. L. J. (2021.): Tolerance in Maize Landraces to *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae and Its Relationship to Plant Pigments, Compatible Osmolytes, and Vigor. *Journal of Economic Entomology*, Volume 114, Issue 1: 377-386.
16. Cullen, E. M., Gray, M. E., Gassmann, A. J., Hibbard, B. E. (2013.): Resistance to Bt Corn by Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in the U.S. Corn Belt. *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 4, Issue 3: 1-6.
17. 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* LeConte). Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd: 9-26.
18. Čamprag, D., Sekulić, R., Kereši, T., Bača, F. (2004.): Kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner) i integralne mjere suzbijanja. Poljoprivredni fakultet, Departman za zaštitu bilja i životne sredine „Dr. Pavle Vukasović“, Novi Sad, Srbija. *Biljni lekar* vol. 32, br. 5.: 420.
19. DeVries, T. A., Wright, R. (2021.): Evaluation of Seed Applied Treatments and Liquid Insecticide Formulations at Planting for Larval Corn Rootworm Control, 2020. *Arthropod Management Tests*, 46 (1): 1-2.
20. Dobrinčić, R. (2001.): Istraživanje biologije i ekologije *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte novog člana entomofaune Hrvatske. Doktorska dizertacija. Agronomski fakultet Zagreb: 222.
21. Džoić, D. (2009.): Prognoza pojave kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području istočne Slavonije. Doktorska dizertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 1-94.

22. Džoić, D., Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2010.): Razvoj modela za prognozu pojave odraslih oblika kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području istočne Slavonije. 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture: 702-706.
23. Edwards, C. R. (1996.): The sudden and dramatic shift of the Western Corn Rootworm to Corn following soybeans. IWGO News letter, Vol. XVI. No. 1: 13-15.
24. Fawcett, J., Weaver, A., Zwiefel, B. (2019.): On-Farm Corn Rootworm Management Demonstration Trials. Iowa State University, Northwest Research Farm and Allee Demonstration Farm: 52-54.
25. Gillette, C. P. (1912.): *Diabrotica virgifera* Lec. As a corn root-worm. J. Econ. Entomol. 5: 364-366.
26. Gray, M. E., Tolleffson, J. J. (1988.): Emergence of the western and northern corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae) from four tillage systems. Journal of Economic Entomology, 81: 1398-1403.
27. Grubišić, D., Vladić, M., Gotlin Čuljak, T., Benković Lačić, T. (2013.): Primjena entomopatogenih nematoda u suzbijanju kukuruzne zlatice. Glasilo biljne zaštite 3/2013: 223-231.
28. Gustin, R. D. (1979.): Effect of two moisture and population levels on oviposition of the western corn rootworm. Environ. Entomol. 3, 406-407.
29. Hein, G. L., Tolleffson, 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.
30. Igrc Barčić, J., Maceljki, M. (1997.): Kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte – Col.: Chrysomelidae) – novi štetnik u hrvatskom podunavlju. Agronomski glasnik, Vol. 59 No. 5-6: 429-443.
31. Illés, A., Bojtor, C., Mousavi, S. M. N., Marton, L. C., Ragán, P., Nagy, J. (2020.): Maize hybrid and nutrient specific evaluation of the population dynamics and damage of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in a long-term field experiment. Progress in Agricultural Engineering Sciences. Volume 16, Issue 1: 11-24.
32. Ivanek-Martinčić, M. (2009.): Žičnjaci (Elateridae) – važni štetnici kukuruza. Glasnik zaštite bilja 5/2009.: 37-43.
33. Ivezić, M. (2008.): Polifagni štetnici i štetnici kukuruza. U: Entomologija, Kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek: 75-78 i 111-126.

34. Ivezić, M. (2009.): Invazija kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) u Europu. Zbornik sažetaka 10. hrvatski biološki kongres s međunarodnim djelovanjem: 60-62.
35. 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.
36. 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.
37. Ivezić, M., Raspudić, E. (2004.): Ekonomski značajni štetnici kukuruza na području istočne Hrvatske. Razprave, XLV-1. Slovenska akademija znanosti i umjetnosti, Ljubljana: 88-98.
38. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Brkić, I., Majić, I. (2007.): Višegodišnji rezultati tolerantnosti kukuruza na kukuruznu zlaticu (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Sažeci 51. seminara biljne zaštite: 11-12.
39. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Pribetić, Đ. (2004.): Pojava i jačina napada sovica *Helicoverpa armigera* Hb. u 2003. godini. Glasilo biljne zaštite, Srpanj-kolovoz (2004), 4: 215-218.
40. Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I., Tollefson, J., Brmež, M., Sarajlić, A., Brkić, A. (2011.): Root compensation of seven maize hybrids due to western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval injury. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*: 1-19.
41. 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.
42. Krysan, J. L. (1972.): Embryonic stages of *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) at diapause. *Annals of Entomological Society of America*, 65: 768-769.
43. Krysan, J. L. (1978.): Diapause, quiescence, and moisture in the egg of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera*. *Journal of Insect Physiology*, 24: 535-540.
44. Krysan, J. L., Miller, T. A. (1986.): *Methods for the study of pest Diabrotica*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 1-23.
45. LeConte, J. L. (1868.): New Coleoptera Collected on the Survey for the Extension of the Union Pacific Railway, ED, from Kansas to Fort Craig, New Mexico. From the *Transactions of the American entomological society Philadelphia*, Volume 2: 58-59.

46. Lemić, D., Bažok, R. (2009.): Procjena rizika od kukuruzne zlatice *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte na području Moslavine. Agronomski glasnik 5-6/2009.: 337-346.
47. Lemić, D., Čačija, M., Drmić, Z., Mrganić, M., Bažok, R., Virić Gašparić, H. (2019.): Pojava kukuruznog moljca i njegovih parazita nakon prezimljenja i štete na hibridima različitih FAO grupa. Journal of Central European Agriculture, Vol. 20 No. 1: 447-460.
48. 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.
49. Lović, I. (2019.): Monitoring kukuruzne zlatice na OPG-u Josip Lović u 2018. godini. Završni rad. Repozitorij Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek: 1-39.
50. Lović, I., Brmež, M., Majić, I., Raspudić, E. (2020.): Utjecaj ponovljene sjetve kukuruza na pojavu kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte – Coleoptera: Chrysomelidae) u 2018. godini. 13th international scientific/professional conference Agriculture in Nature and Environment Protection: 107-111.
51. Maceljki, M., Igrc Barčić, J. (1994.): Procjena značenja kukuruzne zlatice *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae) za Hrvatsku. Poljoprivredna znanstvena smotra, 59, 4: 413-423.
52. Maceljki, M., Igrc Barčić, J. (1999.): Poljoprivredna entomologija. Biblioteka znanstveno popularna djela, knjiga 46. Zrinski d.d., Čakovec: 155-300.
53. Mastro, V. (2003.): Old World Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Pest Alert, The Ohio State University: 1-3.
54. 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.: 29-46.
55. Meinke, L. J., Souza, D., Siegfried, B. D. (2021.): The Use of Insecticides to Manage the Western Corn Rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte: History, Field-Evolved Resistance, and Associated Mechanisms. Insects 12, 112: 1-2.
56. Nowatzki, T. M. (2001.): Improvements in management of corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). Ph. D. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa: 118.
57. 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.

58. Pilz, C. (2008.): Biological control of the invasive maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* by the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. nat. techn.: 1-50.
59. 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.
60. 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.
61. Rotim, N. (2019.): Žuta kukuruzna sovica (*Helicoverpa armigera* Hübner) važan štetnik duhana u Hercegovini. Glasnik Zaštite Bilja, Vol. 42 No.3.: 44-50.
62. Rudeen, M. L., Jaronski, S. T., Petzold-Maxwell J. L., Gassmann, A. J. (2013.): Entomopathogenic fungi in cornfields and their potential to manage larval western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera*. Journal of Invertebrate Pathology 114: 329-332.
63. Sarajlić, A., Raspudić, E., Lončarić, Z., Josipović, M., Brmež, M., Ravlić, M., Zebec, V., Majić, I. (2017.): Significance of irrigation treatments and weather conditions on European corn borer appearance. Maydica, 62: 1-8.
64. Sekulić, R., Kereši, T., Maširević, S., Vajgand, D., Forgić, G., Radojčić, S. (2004.): Pojava i štetnost pamukove sovice (*Helicoverpa armigera* Hbn.) u Vojvodini tokom 2003. godine. Zbornik Radova, sveska 40. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad: 189-202.
65. Spencer, J. L., Hugson, S. A. (2017.): Rootworm behavior and resistance in Bt cornfields. Integrated Crop Management Conference – Iowa State University: 88-93.
66. Strategija razvoja Općine Gorjani (2016.): 16-18.
67. Sučić, G. (2009.): Utjecaj plodoreda na pojavu kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Magistarski rad: 1-92.
68. 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.
69. Večenaj, I. (2011.): Učinkovitost različitih formulacija zemljišnih insekticida na ličinke kukuruzne zlatice. Agronomski fakultet. Diplomski rad: 1-42.
70. 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.

71. AccuWeather. Gorjani, Osječko-baranjska.
<https://www.accuweather.com/hr/hr/gorjani/114277/december-weather/114277?year=2020> 04.07.2021.
72. Agweb: Tips to Scout for Rootworm.
<https://www.agweb.com/mobile/article/tips-to-scout-for-rootworm-naa-sonja-begemann/> 05.06.2019.
73. BioChem Tech: Cotton bollworm / *Helicoverpa armigera*
<https://biochemtech.eu/products/cotton-bollworm-helicoverpa-armigera> 09.06.2021.
74. BioChemTech: European corn borer / *Ostrinia nubilalis*.
<https://biochemtech.eu/products/ostrinia-nubilalis> 01.06.2021.
75. Bugguide: Northern Corn Rootworm – *Diabrotica barberi*.
<https://bugguide.net/node/view/152874> 10.06.2021.
76. Chromos-agro: Štetnici u tlu.
<https://www.chromos-agro.hr/stetnici-u-tlu-2/> 28.05.2021.
77. DHMZ. Ukupna mjesečna i godišnja količina oborina.
https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m=k2_1&Godina=2020
21.06.2021.
78. Faostat. Crops.
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> 21.06.2021.
79. Flickr: *Agriotes ustulatus* Schaller, 1783. Tamas Néméth.
https://www.flickr.com/photos/tamas_nemeth/28567522455 28.05.2021.
80. Flickr: *Glischrochilus quadrisignatus*.
<https://www.flickr.com/photos/myrialejean/13927986147>
81. GoldenHarvest: Managing corn rootworm in high-pressure fields.
<https://www.goldenharvestseeds.com/agronomy/articles/managing-corn-rootworm-in-high-pressure-fields> 09.06.2021.

82. Inaturalist: Photos of *Diabrotica virgifera* ssp. *zeae*.
https://www.inaturalist.org/taxa/314087-Diabrotica-virgifera-zeae/browse_photos
10.06.2021.
83. Ministarstvo poljoprivrede: Fis baza.
<https://fis.mps.hr/TrazilicaSZB/Default.aspx?sid=946&lan=%20hr-Hr> 12.06.2021.
84. 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.
85. Poljoprivredni institut Osijek: FAO 300 OS378.
<https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/kukuruz/fao-300/os378-i13/> 15.06.2021.
86. Science photo library: *Diabrotica undecimpunctata howardi*.
<https://www.sciencephoto.com/keyword/diabrotica-undecimpunctata-howardi>
10.06.2021.
87. 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.
88. University of Massachusetts Amherst: Corn Earworm.
<https://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/corn-earworm> 09.06.2021.

8. SAŽETAK

Pojavu kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) možemo očekivati ukoliko se ne poštuje plodored kao jedna od najvažnijih mjera borbe. U istraživanju u Gorjanima na OPG-u Stjepan Lović u 2020. godine korišteni su različiti uzgojni uvjeti pri uzgoju kukuruza kako bi se utvrdila pojava, štete te potencijalno smanjenje prinosa uzrokovano pojavom kukuruzne zlatice.

U istraživanju je zasijan hibrid OS 378. Kukuruz je zasijan na dvije parcele, drugu (parcela P1), odnosno treću godinu u monokulturi (parcela P2). Na obje površine polovica sjemena bila je tretirana insekticidom (Force, a. t. teflutrin) dok druga polovica nije bila tretirana (eko sjeme).

Kukuruzna zlatica pojavila se na obje parcele. Na P1 let imaga je započeo 5. srpnja, ukupno je trajao 91 dan s maksimumom 2. kolovoza. Na P2 let je započeo 30. lipnja, ukupno je trajao 98 dana s maksimumom 19. srpnja. Let je na obje površine završio 27. rujna. Ukupna brojnost imaga nije se razlikovala (388 na obje površine). Po danu i mamcu iznosila je 1,07 (P1), odnosno 0,99 (P2), što nije kritično za daljnji uzgoj kukuruza na istoj površini.

Oštećenje korijena (Iowa Node Injury Scale 0-3) ocijenjeno je ocjenom 0,59 (P1), odnosno 1,22 (P2). Veličina korijena (skala 1-6) ocijenjena je ocjenom 2,73 (P1), odnosno 3,70 (P2), a porast sekundarnog korijenja (skala 1-6) ocjenom 2,88 (P1), odnosno 3,45 (P2). Ocjene korijena pokazuju značajnu oštećenost te slab porast korijena i sekundarnog korijenja, što može imati utjecaj na smanjenje prinosa. Kukuruz zasijan na P1 imao je manja oštećenja, razvijeniji korijen i bolji porast sekundarnog korijenja u odnosu na P2, što pokazuje kako se svakom sljedećom godinom monokulture mogu očekivati veća oštećenja. Hibrid ima slabu mogućnost regeneracije korijena. Polegnutost biljaka nije utvrđena.

Tri godine uzgoja kukuruza u monokulturi imale su utjecaja na smanjenje prinosa za 1,09 t/ha u odnosu na dvije godine uzgoja kukuruza u monokulturi. Prinos kukuruza na P1 iznosio je 8,52 t/ha, dok je na P2 iznosio 7,43 t/ha. Petogodišnji prosjek za Hrvatsku iznosi 7,88 t/ha (www.fao.org).

Daljnji uzgoj kukuruza na ovim površinama nije preporučljiv zbog moguće veće pojave štetnika, dodatnih oštećenja te ekonomskih šteta koje uzrokuju. Preporuča se višegodišnji plodored.

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

9. SUMMARY

The appearance of the western corn rootworm (WCR) (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) can be expected if crop rotation is not respected as one of the most important control measures. In the research in Gorjani on the family farm Stjepan Lović in 2020, different growing conditions were used in the cultivation of corn to determine the appearance, damage and potential reduction of yield caused by the appearance of the WCR.

An OS 378 hybrid was sown in the study. Corn was sown on two plots, the second (plot P1), and the third year in monoculture (plot P2). On both plots, half of the seeds were treated with insecticide (Force, tefluthrin) while the other half was not treated (eco seeds).

WCR appeared on both plots. On the P1 flight of adults began on July 5, lasting a total of 91 days with a maximum on August 2nd. On the P2, flight began on June 30, lasting a total of 98 days with a maximum on July 19th. On both plots, the flight ended on September 27th. The total number of adults did not differ (388 on both plots). Per day and trap it is 1.07 (P1) and 0.99 (P2), which is not critical for further corn cultivation on the same area.

Root damage (Iowa Node Injury Scale 0-3) was rated 0.59 (P1) and 1.22 (P2). Root size (scale 1-6) was rated 2.73 (P1) and 3.70 (P2) and secondary root regrowth (scale 1-6) was rated 2.88 (P1) and 3.45 (P2). Root ratings show significant root damage, reduced root size and secondary root regrowth, which may have an impact on yield reduction. Maize sown at P1 had less damage, better root size and secondary root regrowth compared to P2, indicating that greater damage can be expected with each subsequent year of monoculture. The hybrid has poor root regeneration ability. The plant lodging has not been determined.

Three years of corn cultivation in monoculture had the effect of reducing the yield by 1.09 t/ha compared to two years of corn cultivation in monoculture. Corn yield on P1 was 8.52 t/ha, while on P2 it was 7.43 t/ha. The five-year average for Croatia is 7.88 t/ha (www.fao.org).

Further cultivation of corn on these areas is not recommended due to the possible higher appearance of pests, additional damage and economic damage they cause. Wide crop rotation is recommended.

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

10. POPIS TABLICA

| Naziv tablice | Stranica |
|--|----------|
| Tablica 1. Popis dozvoljenih insekticida za suzbijanje kukuruzne zlatice u Hrvatskoj (www.fis.mps.hr) | 22 |
| Tablica 2. Plodosmjena na istraživanim površinama u razdoblju od 2016.-2020. godine | 25 |
| Tablica 3. Primijenjene agrotehničke mjere tijekom 2020. godine | 27 |
| Tablica 4. Prosječan prinos zrna kukuruza s vlagom 14 % s oklaskom, bez oklaska te hektolitarska masa | 41 |

11. POPIS SLIKA

| Naziv slike | Stranica |
|--|----------|
| Slika 1. Četverotočkasti kukuruzni sjajnik (www.flickr.com) | 2 |
| Slika 2. Lisne uši i ličinke bubamare na klipu kukuruza (Foto: Lović, I.) | 2 |
| Slika 3. Resičar uhvaćen na kukuruzu (Foto: Lović, I.) | 3 |
| Slika 4. Klisnjak (<i>Agriotes ustulatus</i> Schall) (Foto: Tamás Néméth, www.flickr.com) | 3 |
| Slika 5. Ličinke – žičnjaci (Izvor: www.chromos-agro.hr) | 4 |
| Slika 6. Leptir kukuruznog moljca (www.biochemtech.eu) | 6 |
| Slika 7. Gusjenica kukuruznog moljca i izbušeni hodnik u stabljici kukuruza (Foto: Lović, I.) | 7 |
| Slika 8. Polomljene stabljike kukuruza uslijed napada kukuruznog moljca (Foto: Lović, I.) | 7 |
| Slika 9. Leptir žute kukuruzne sovice (www.biochemtech.eu) | 9 |
| Slika 10. Gusjenica žute kukuruzne sovice (www.ag.umass.edu) | 9 |
| Slika 11. <i>Diabrotica barberi</i> Smith & Lawrence (Northern Corn Rootworm) (www.bugguide.net) | 10 |
| Slika 12. <i>Diabrotica undecimpunctata howardi</i> Barber (Cucumber beetle) (www.sciencephoto.com) | 11 |
| Slika 13. <i>Diabrotica virgifera zea</i> Krysan & Smith (Mexican Corn Rootworm) (www.inaturalist.org) | 11 |
| Slika 14. Širenje kukuruzne zlatice u SAD-u (www.goldenharvestseeds.com) | 12 |
| Slika 15. Glavno područje proizvodnje kukuruza u SAD-u te vremenska traka koja pokazuje povijest upotrebe insekticida prema podacima USDA-NASS 2015- 2019 (Meinke i sur., 2021.) | 12 |
| Slika 16. Karta rasprostranjenosti kukuruzne zlatice u Europi (Bažok i sur., 2021.) | 14 |
| Slika 17. Ženka kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.) | 14 |
| Slika 18. Mužjak kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.) | 15 |
| Slika 19. Ličinka kukuruzne zlatice na korijenu kukuruza (Foto: Lović, I.) | 16 |
| | 60 |

| | |
|---|----|
| Slika 20. Stadiji razvoja kukuruzne zlatice, s lijeva na desno: jaja; ličinka 1. stadija, 2. stadija, 3. stadija, 3. stadija spremna za kukuljenje; kukuljica: kukuljica u tlu, početkom razvoja i krajem razvoja (Izvor: https://blog.plantwise.org , Autor: Stefan Töpfer, CABI) | 16 |
| Slika 21. Kukuruzna zlatica sakrivena u pazušcu lista za vrijeme većih temperatura (Foto: Lović, I.) | 17 |
| Slika 22. Oštećeni korijen kukuruza od strane <i>D. virgifera virgifera</i> (Foto: Lović, I.) | 18 |
| Slika 23. Povijene biljke kukuruza, tzv. „gušćji vrat“ (Foto: Lović, I.) | 18 |
| Slika 24. Hranjenje imaga kukuruzne zlatice na svili kukuruza (Foto: Lović, I.) | 19 |
| Slika 25. Potpuno izgrižena svila uslijed napada kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.) | 19 |
| Slika 26. Oštećenja lista kukuruza uzrokovana hranjenjem imaga (Foto: Lović, I.) | 19 |
| Slika 27. Tretirano sjeme hibrida OS 378 (Foto: Lović, I.) | 26 |
| Slika 28. Mlade biljke kukuruza u Gorjanima u travnju 2020. godine (Foto: Lović, I.) | 27 |
| Slika 29. Biljke kukuruza u Gorjanima u svibnju 2020. godine (Foto: Lović, I.) | 27 |
| Slika 30. Oštećeni korijen kukuruza od strane kukuruzne zlatice (Foto: Lović, I.) | 29 |
| Slika 31. Vađenje korijena biljaka kukuruza (Foto: Lović, I.) | 29 |
| Slika 32. Ispiranje korijena kukuruza mlazom vode (Foto: Lović, I.) | 30 |
| Slika 33. Korijen kukuruza nakon ispiranja (Foto: Lović, I.) | 30 |
| Slika 34. Ocjenjivanje korijena kukuruza na FAZOS-u (Foto: Lović, I.) | 30 |
| Slika 35. Iowa Node Injury Scale 0-3 (Izvor: www.agweb.com) | 31 |
| Slika 36. Ocjenjivanje korijena prema INIS 0-3 (Izvor: www.extension.entm.purdue.edu) | 31 |
| Slika 37. Kut mjerenja kod određivanja polegnutosti biljaka kukuruza (Foto: Lović, I.) | 32 |
| Slika 38. Žuta ljepljiva ploča u polju kukuruza (Foto: Lović, I.) | 33 |
| Slika 39. Uhvaćeni imago kukuruzne zlatice na žutoj ljepljivoj ploči (Foto: Lović, I.) | 33 |
| Slika 40. Kavez za hvatanje imaga u polju kukuruza (Foto: Lović, I.) | 34 |
| Slika 41. Branje klipova kukuruza (Foto: Lović, I.) | 35 |
| Slika 42. Vrećice s klipovima kukuruza, odvojene po ponavljanjima (Foto: Lović, I.) | 35 |

| | |
|---|----|
| Slika 43. Skala oštećenosti korijena na parceli P2 prilikom ocjenjivanja (Foto: Lović, I.) | 36 |
| Slika 44. Skala veličine korijena tijekom ocjenjivanja (Foto: Lović, I.) | 37 |
| Slika 45. Korijen kukuruza s najboljom ocjenom razvijenog sekundarnog korijenja (Foto: Lović, I.) | 38 |
| Slika 46. Korijen kukuruza s najlošijom ocjenom razvijenog sekundarnog korijenja (Foto: Lović, I.) | 38 |
| Slika 47. Imaga kukuruzne zlatice na žutoj ljepljivoj ploči (Foto: Lović, I.) | 39 |

12. POPIS GRAFIKONA

| Naziv grafikona | Stranica |
|---|----------|
| Grafikon 1. Walterov klimadijagram za Gorjane 2020. godine (www.meteo.hr, www.accuweather.com) | 28 |
| Grafikon 2. Količina oborina u mm 2020. godine i povijesni prosjek (1899.-2019.) (www.meteo.hr) | 28 |
| Grafikon 3. Ocjena oštećenosti korijena kukuruza (INIS) | 36 |
| Grafikon 4. Ocjena veličine korijena kukuruza (skala 1-6) | 37 |
| Grafikon 5. Ocjena sekundarnog korijena kukuruza (skala 1-6) | 37 |
| Grafikon 6. Dinamika ulova imaga na žutim ljepljivim pločama tjedno | 39 |
| Grafikon 7. Prosječna ukupna brojnost po mamcu tjedno | 40 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Diplomski sveučilišni studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja

Diplomski rad

ŠTETE OD KUKURUZNE ZLATICE (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) U RAZLIČITIM UZGOJNIM UVJETIMA

Ivan Lović

Sažetak: Pojavu kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) možemo očekivati ukoliko se ne poštuje plodored kao jedna od najvažnijih mjera borbe. U istraživanju u Gorjanima na OPG-u Stjepan Lović u 2020. godini korišteni su različiti uzgojni uvjeti pri uzgoju kukuruza kako bi se utvrdila pojava, štete te potencijalno smanjenje prinosa uzrokovano pojavom kukuruzne zlatice.

U istraživanju je zasijan hibrid OS 378. Kukuruz je zasijan na dvije parcele, drugu (parcela P1), odnosno treću godinu u monokulturi (parcela P2). Na obje površine polovica sjemena bila je tretirana insekticidom (Force, a. t. teflutrin) dok druga polovica nije bila tretirana (eko sjeme).

Kukuruzna zlatica pojavila se na obje parcele. Na P1 let imaga je započeo 5. srpnja, ukupno je trajao 91 dan s maksimumom 2. kolovoza. Na P2 let je započeo 30. lipnja, ukupno je trajao 98 dana s maksimumom 19. srpnja. Let je na obje površine završio 27. rujna. Ukupna brojnost imaga nije se razlikovala (388 na obje površine). Po danu i mamcu iznosila je 1,07 (P1), odnosno 0,99 (P2), što nije kritično za daljnji uzgoj kukuruza na istoj površini.

Oštećenje korijena (Iowa Node Injury Scale 0-3) ocijenjeno je ocjenom 0,59 (P1), odnosno 1,22 (P2). Veličina korijena (skala 1-6) ocijenjena je ocjenom 2,73 (P1), odnosno 3,70 (P2), a porast sekundarnog korijenja (skala 1-6) ocijenom 2,88 (P1), odnosno 3,45 (P2). Ocjene korijena pokazuju značajnu oštećenost te slab porast korijena i sekundarnog korijenja, što može imati utjecaj na smanjenje prinosa. Kukuruz zasijan na P1 imao je manja oštećenja, razvijeniji korijen i bolji porast sekundarnog korijenja u odnosu na P2, što pokazuje kako se svakom sljedećom godinom monokulture mogu očekivati veća oštećenja. Hibrid ima slabu mogućnost regeneracije korijena. Polegnutost biljaka nije utvrđena.

Tri godine uzgoja kukuruza u monokulturi imale su utjecaja na smanjenje prinosa za 1,09 t/ha u odnosu na dvije godine uzgoja kukuruza u monokulturi. Prinos kukuruza na P1 iznosio je 8,52 t/ha, dok je na P2 iznosio 7,43 t/ha. Petogodišnji prosjek za Hrvatsku iznosi 7,88 t/ha (www.fao.org).

Daljnji uzgoj kukuruza na ovim površinama nije preporučljiv zbog moguće veće pojave štetnika, dodatnih oštećenja te ekonomskih šteta koje uzrokuju. Preporuča se višegodišnji plodored.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Emilija Raspudić

Broj stranica: 63

Broj grafikona i slika: 54

Broj tablica: 4

Broj literaturnih navoda: 88

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

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

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. izv. prof. dr. sc. Ivana Majić
2. prof. dr. sc. Emilija Raspudić
3. doc. dr. sc. Ankica Sarajlić

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of agrobiotechnical science Osijek
University Graduate Studies Plant production, course Plant Protection

Graduate thesis

DAMAGE FROM WESTERN CORN ROOTWORM (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) IN DIFFERENT GROWING CONDITIONS

Ivan Lović

Abstract: The appearance of the western corn rootworm (WCR) (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) can be expected if crop rotation is not respected as one of the most important control measures. In the research in Gorjani on the family farm Stjepan Lović in 2020, different growing conditions were used in the cultivation of corn to determine the appearance, damage and potential reduction of yield caused by the appearance of the WCR.

An OS 378 hybrid was sown in the study. Corn was sown on two plots, the second (plot P1), and the third year in monoculture (plot P2). On both plots, half of the seeds were treated with insecticide (Force, tefluthrin) while the other half was not treated (eco seeds).

WCR appeared on both plots. On the P1 flight of adults began on July 5, lasting a total of 91 days with a maximum on August 2. On the P2, flight began on June 30, lasting a total of 98 days with a maximum on July 19. On both plots, the flight ended on September 27th. The total number of adults did not differ (388 on both plots). Per day and trap it is 1.07 (P1) and 0.99 (P2), which is not critical for further corn cultivation on the same area.

Root damage (Iowa Node Injury Scale 0-3) was rated 0.59 (P1) and 1.22 (P2). Root size (scale 1-6) was rated 2.73 (P1) and 3.70 (P2) and secondary root regrowth (scale 1-6) was rated 2.88 (P1) and 3.45 (P2). Root ratings show significant root damage, reduced root size and secondary root regrowth, which may have an impact on yield reduction. Maize sown at P1 had less damage, better root size and secondary root regrowth compared to P2, indicating that greater damage can be expected with each subsequent year of monoculture. The hybrid has poor root regeneration ability. The plant lodging has not been determined.

Three years of corn cultivation in monoculture had the effect of reducing the yield by 1.09 t/ha compared to two years of corn cultivation in monoculture. Corn yield on P1 was 8.52 t/ha, while on P2 it was 7.43 t/ha. The five-year average for Croatia is 7.88 t/ha (www.fao.org).

Further cultivation of corn on these areas is not recommended due to the possible higher appearance of pests, additional damage and economic damage they cause. Wide crop rotation is recommended.

Thesis performed at: Faculty of agrobiotechnical science Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Emilija Raspudić

Number of pages: 63

Number of figures: 54

Number of tables: 4

Number of references: 88

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

Key words: corn, corn pests, western corn rootworm, root damage

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. izv. prof. dr. sc. Ivana Majić
2. prof. dr. sc. Emilija Raspudić
3. doc. dr. sc. Ankica Sarajlić

Thesis deposited at: Library, Faculty of agrobiotechnical science Osijek, Vladimira Preloga 1