

VPLIV GNOJENJA IN HIBRIDOV KORUZE NA POŠKODBE KORUZNE VEŠČE (*Ostrinia nubilalis*) - PRELIMINARNI REZULTATI

Aleš KOLMANIČ¹

Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za poljedelstvo, vrtnarstvo, genetiko in
žlahtnjenje, Ljubljana

IZVLEČEK

Koruzna vešča (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) spada med najpomembnejše škodljivce koruze (*Zea mays* L.) v osrednji Evropi. Poleg neposredne škode, ki jo vešča povzroča, so poškodovane rastline dovzetnejše tudi za glivične okužbe, v naših razmerah predvsem iz rodu *Fusarium*, redkeje z vrsto *Aspergillus flavus*. Zaradi pomanjkanja ustrezne mehanizacije so možnosti neposrednega kemičnega zatiranja v Sloveniji omejene, zato poskušamo zastopanost tega škodljivca in škode zmanjšati z agrotehničnimi ukrepi. Drobljenje (mulčenje), zaoravanje koruznice in uničevanje vmesnih gostiteljskih rastlin so splošno priporočeni ukrepi, manj znane pa so razlike med hibridi (mehanizmi tolerantnosti ali odpornosti) in vpliv gnojenja. Da bi preverili smiselnost preučevanja omenjenih dejavnikov, smo v letu 2016 izvedli več poljskih poskusov. V Jabljah (osrednja Slovenija) in Rakičanu (severovzhodna Slovenija) smo spremljali poškodbe koruzne vešče pri hibridih zrelostnih razredov FAO 200-490. Dodatno smo v trajnem gnojilnem poskusu IOSDV v Jabljah spremljali vpliv gnojenja z organskimi gnojili (hlevski gnoj, zaoravanje rastlinskih ostankov) in količine dodanega mineralnega dušika (0, 100, 200 in 300 kg N ha⁻¹) na delež poškodovanih storžev. Opazili smo, da je bil delež poškodovanih storžev značilno večji v Rakičanu. Med hibridi se nakazujejo razlike, a je za zaključke še premalo zanesljivih podatkov, potrebni so večletni in natančnejši poskusi. Delež poškodb v Rakičanu je značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Med pridelki in deležem poškodb ni bilo značilnih povezav. Med različnimi režimi gnojenja v okviru IOSDV poskusa smo opazili značilne razlike na poškodovanost storžev. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče je imelo gnojenje z mineralnim N, medtem ko gnojenje z organskimi gnojili ni imelo vpliva. Interakcije med obema dejavnikoma niso bile značilne. Med gnojenjem z N in poškodbami storžev zaradi koruzne vešče smo opazili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 odstotka na kg dodanega N). Kljub povečanju poškodb so z večanjem odmerka N značilno naraščali tudi pridelki. Preliminarni poskusi nakazujejo na razlike v poškodbah storžev med hibridi (obstoj morebitnih razlik v tolerantnosti) in močan vpliv gnojenja z dušikom na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče.

¹ dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: ales.kolmanic@kis.si

Ključne besede: koruzna večča, poškodbe, tolerantnost, hibrid, gnojenje

ABSTRACT

EFFECT OF FERTILISATION AND MAIZE HYBRIDS ON EUROPEAN CORN BORER (*Ostrinia nubilalis*) DAMAGE - PRELIMINARY RESULTS

European corn borer (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]), (ECB), is among the most important pests of maize (*Zea mays* L.) in central Europe. In addition to the direct damages caused by ECB, damaged plants are also more susceptible to fungal infections, in our conditions mainly *Fusarium* spp., rarely *Aspergillus flavus*. Due to the lack of appropriate machinery, direct chemical control of ECB is limited in Slovenia. Therefore, the agro-technical measures are only available to reduce the borer occurrence and damages. Mulching, incorporation of maize straw and destroying host plants are generally recommended measures. Little information is available for hybrids tolerance/resistance or the effects of fertilisation. Several field trials were established in Jablje (central Slovenia) and Rakičan (north eastern Slovenia) in 2016 for preliminary study of above mentioned factors. Differences for maize hybrids damages were studied in maturity classes FAO 200-490. Impact of organic fertilisers (manure, crop residues incorporation) and mineral nitrogen (0, 100, 200 and 300 kg N/ha) was studied in long term IOSDV trial at Jablje. Results show that there was significantly higher percentage of damaged cobs in Rakičan. Some differences among hybrids were observed; however, for any conclusions more data (years) and more detailed studies are required. Percentage of damaged cobs declined with increasing maturity class in Rakičan, while for Jablje this relationship was insignificant. No significant correlations were observed between the yields and the percentage of damaged cobs. For IOSDV trial differences between fertilisations treatments were observed. Mineral N had significant impact on the percentage of damaged cobs, while organic fertilizers showed no effect. Interactions between the two factors were insignificant. Strong linear relationship was observed between the amount of mineral N fertilization and damaged cobs. Increasing rates of N increased the percentage of damaged cobs (an average of 0.12 percent per kg of added N/ha). However, increased rate of N significantly increased yields, regardless of the increase of damaged cobs. Results of preliminary trials indicate possible differences in cob damages between the hybrids (differences in hybrids resistance mechanisms) and on high impact of nitrogen fertilisation on the damage of ECB.

Keywords: European corn borer, damage, tolerance, hybrid, fertilisation

1 UVOD

Koruzna večča (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) spada med najpomembnejše škodljivce koruze (*Zea mays* L.) v osrednji Evropi (Meissle, 2010). Poleg neposredne škode, ki jo povzročajo ličinke, so poškodovane rastline lahko dovzetnejše tudi za glivične okužbe, v naših razmerah predvsem iz rodu *Fusarium*, občasno tudi z vrsto *Aspergillus flavus*. To lahko še dodatno vpliva na količino ali kakovost pridelka. Zaradi pomanjkanja ustrezne mehanizacije so možnosti neposrednega kemičnega

zatiranja v Sloveniji omejene. Zastopanost škodljivca in škode zato poskušamo zmanjšati zlasti z različnimi agrotehničnimi ukrepi. Drobljenje (mulčenje), zaoravanje koruznice in uničevanje vmesnih gostiteljskih rastlin so splošno priporočeni nekemični ukrepi zmanjševanja populacij in poškodb (Magg, 2004). Manj znani so vplivi razlik med hibridi (morebitni mehanizmi tolerantnosti ali odpornosti) in vplivi pridelovalnega načina, predvsem intenziteta gnojenja.

Izboljšanje odpornosti koruze je lahko gospodarsko, predvsem pa okoljsko zanimiv način zmanjševanja poškodb zaradi mnogih škodljivih organizmov, tudi koruzne vešče. Če zanemarimo transgeni pristop z vnosom 'Bt-gena', se je žlahtnjenje za odpornost na koruzno veščo izkazalo za težavno (Bohn in sod., 2003; Malvar, 2007). Ob majhnem povečanju odpornosti so imele odpornejše linije pogosto negativno korelacijo z drugimi agronomsko pomembnimi lastnostmi, npr. pridelkom ali prebavljivostjo (Guthrie in Russell, 1989; Bohn in sod., 2003). Obenem so žlahtnitelji pogosto ugotovili, da je bila odpornost povezana s poznejšim metličenjem in zrelostjo hibridov, kar pa ni zaželeno (Hudon in Chiang, 1991; Schulz in sod., 1997). Rastline se lahko na napad žuželk odzovejo z različnimi obrambnimi mehanizmi: nepreferenco, antibiozo in toleranco (Magg, 2004; Santiago in sod., 2017). Nepreferenca se lahko odraža kot manjša privlačnost nekega genotipa za odlaganje jajčec. Mehanizem antibioze temelji na kemijskem obrambnem sistemu rastlin. Dodatno lahko odpornost na drugi rod koruzne vešče temelji tudi na strukturnih značilnostih hibridov (vsebnost celuloze, lignina, v detergentu netopnih vlaken itd.). Kemijski obrambni mehanizem pri koruzi tvorijo sekundarni metaboliti iz skupine benzoksazinoid glikozidov, ki imajo dokazano delovanje pri obrambi koruze pred različnimi škodljivimi vrstami metuljev (Niemeyer, 2009). Vseeno je njihovo izkoriščanje za namen varstva pred koruzno veščo omejeno, zaradi majhne možnosti za selektivno povečanje vsebnosti v razvojnih fazah in rastlinskih tkivih, ko so najbolj potrebna za koruzno veščo. Omenjenih glukozidov je največ v mladostnih razvojnih fazah in so zato lahko delno učinkoviti samo na prvi rod vešče. Mehanizem odpornosti na poškodbe je v nasprotju s prejšnjima mehanizmoma lastnost genotipa, da prenese določene poškodbe koruzne vešče brez ali le z majhnim vplivom na zmanjšanje pridelka.

Da bi preverili smiselnost preučevanja omenjenih dejavnikov pri novejših hibridih smo v letu 2016 izvedli več poljskih poskusov na dveh lokacijah v Sloveniji. Na hibridih koruze za zrnje, zrelostnih razredov FAO 200-400, smo preverjali poškodbe, nastale zaradi koruzne vešče. Dodatno smo v Jabljah preučevali vpliv gnojenja z dušikom in različnimi organskimi gnojili na poškodbe nastale zaradi koruzne vešče. V prispevku so prikazani enoletni, preliminarni rezultati iz teh poskusov.

2 MATERIAL IN METODE DELA

V Jabljah (osrednja Slovenija) in Rakičanu (severovzhodna Slovenija) smo v letu 2016 spremljali poškodbe koruzne vešče pri hibridih zrelostnih razredov FAO 200-490. Raziskave smo izvedli v okviru programa posebnega preizkušanja hibridov koruze. V poskusu preučevanja hibridov je bila osnovna velikost obravnavanja 19,6 m². Koruza

je bila posejana v štirih vrstah. Vrednotili smo samo notranji vrsti (9,8 m²). Poskusi so bili zasnovani kot bločni s štirimi ponovitvami in naključno razporeditvijo v bloku. Setev v Jabljah smo izvedli 20. aprila, v Rakičanu pa 25. aprila 2016. Gostota je bila prilagojena posameznemu zrelostnemu razredu hibrida in smo jo dosegli z redčenjem poskusov na končni sklop. Gostota je bila približno 89.800 rastlin, (FAO 200), 85.700 rastlin (FAO 300) in 79.600 rastlin (FAO 400) na hektar. Obdelava tal, varstvo pred pleveli, dognojevanje in ostali tehnološki ukrepi so bili izvedeni v skladu s shemo integriranega načina pridelave.

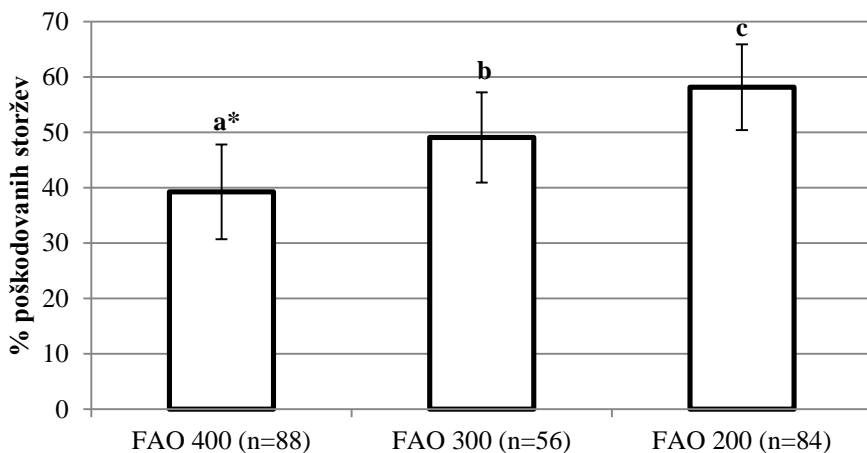
Vpliv gnojenja z organskimi gnojili (hlevski gnoj in zaoravanje rastlinskih ostankov) in količine dodanega mineralnega dušika (0, 100, 200 in 300 kg N/ha) na delež poškodovanih storžev smo spremljali v okviru trajnega statičnega gnojilnega poskusa IOSDV (mednarodni gnojilni poskusi z organskim dušikom) v Jabljah. Gnojilni poskus je zasnovan v obliki deljenk (split-plot) z dvema preučevanima glavnima dejavnikoma v treh ponovitvah z naključno razporeditvijo. Preučevana dejavnika sta gnojenje z organskimi gnojili (žetveni ostanki in hlevski gnoj); in gnojenje z mineralnim N (stopnje N0, N1-65, N2-130 in N3-195 kg/ha). Sejali smo hibrid Ronaldinho, ki je poltrdinka zrelostnega razreda FAO 300. Setev smo izvedli 22. aprila, setvena gostota je bila približno 92.000 rastlin na hektar. Poškodbe zaradi koruzne vešče smo določali v fazi tehnološke zrelosti koruze. Prešteli smo vse storže in rastline v obravnavanju ter pregledali in prešteli storže in rastline (lom in poleg), na katerih so bile poškodbe zaradi koruzne vešče. Dobljene vrednosti smo preračunali v odstotke in podatke statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion XVI. Vsako lokacijo smo obdelali posebej. Za analizo poškodb vešče med hibridi smo uporabili več-faktorsko analizo variance ($\alpha=0,05$), z naključnima faktorjema poskus in blok ter fiksnim faktorjem hibrid. Za analizo vpliva načinov gnojenja smo uporabili multifaktorsko analizo variance ($\alpha=0,05$), linearni model za analizo split-plot zasnovane smo specificirali v GLM. Blok je bil naključni faktor, načina gnojenja pa fiksen. Če je analiza pokazala statistično značilne razlike ($p\leq 0,05$), smo le te med obravnavanji ovrednotili s pomočjo Tukey HSD testa za primerjavo mnogoterih obravnavanj. Za preverjanje medsebojnega vpliva neodvisnih dejavnikov in preučevanih parametrov smo pri nekaterih dejavnikih izvedli linearne regresijske analize.

374

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Leto 2016 je bilo ugodno za razvoj koruzne vešče in posledično smo v vseh poskusih na obeh lokacijah ugotovili tudi znatne poškodbe. Na obeh lokacijah smo pregledali in popisali poškodbe, v Rakičanu na 57 in Jabljah na 50 različnih hibridih. Hibridi so večinoma nakazovali zelo nehomogene deleže poškodb med bloki. Razloga, zakaj je tako, ne poznamo, zato ocenjujemo, da gre pri tem za naključen vzorec poškodb vešče na poskusnem polju, ki je prisoten brez umetne infestacije. Obenem nam ta variabilnost zmanjšuje možnost natančnejše statistične analize. Nasprotno so imeli nekateri hibridi, ob manjši ali večji poškodovanosti, zelo majhno variabilnost med ponovitvami in le-te bi bilo smiselno podrobneje preučevati naprej.

Delež poškodovanih storžev glede na zrelostni razred in lokacijo je prikazan na slikah 1 in 2. V povprečju je bila poškodovanost storžev v Jabljah 39,9 %. Razpon povprečnih vrednosti poškodovanih storžev med hibridoma z najmanjšim (21,5 %) in največjim deležem poškodb (58,6 %) je 37,1 odstotkov.

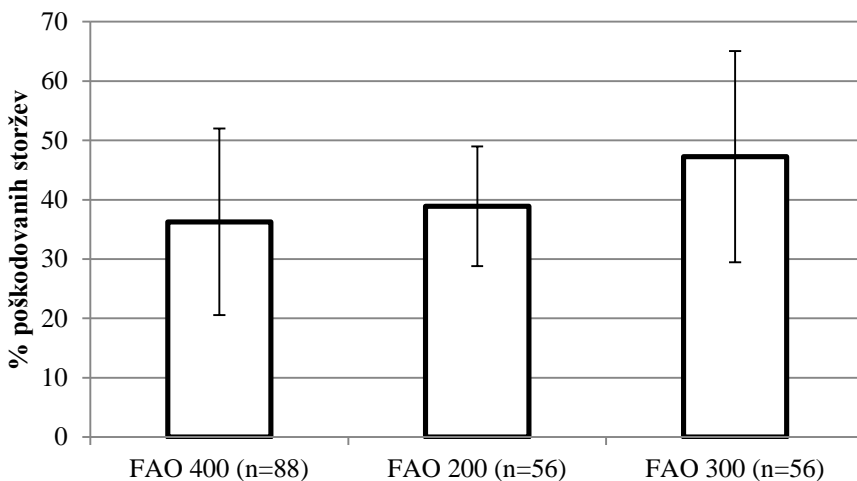


Slika 1: Odstotek poškodovanih storžev zaradi koruzne večše v Rakičanu glede na zrelostni razred (FAO) hibridov koruze. *povprečja označena z enako majhno črko se med seboj ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$)

375

V Rakičanu je bil delež poškodovanih storžev večji, v povprečju je bilo 46,0 % storžev poškodovanih. Razpon vrednosti med hibridom z najmanjšim deležem poškodovanih storžev (25,0 %) in hibridom z največjim deležem (61,3 %) je 36,3 %. Podobno variabilnost smo ugotovili pri podatkih za lom in poleganje zaradi večše. Za kakršnekoli natančnejše zaključke glede posameznih hibridov je še premalo podatkov, potrebni bi bili večletni in natančnejši poskusi. Podatkov in imen hibridov zato niti ne prikazujemo. V Rakičanu je delež značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Hibridi v zrelostnem razredu FAO 400 so imeli v povprečju 39,2 % poškodovanih storžev, medtem ko so imeli hibridi v FAO 200 poškodovanih 58,3 % storžev. Razlika ni zanemarljiva in bi na prvi pogled lahko nakazovala, da je bilo v Rakičanu v letu 2016 s stališča poškodb večše smiselno pridelovati poznejše hibride. A med poškodbami zaradi večše in pridelkom zrnja ni bilo značilnih povezav ($r^2=0,2$). Prav tako med zrelostnimi razredi ni bilo značilnih razlik v pridelku suhega zrnja (FAO 400=11,6 t/ha, FAO 200=11,4 t/ha in FAO 300=11,4 t/ha). Izrazitejše pa so bile razlike v vlagi ob spravilu (FAO 400=24,9 %, FAO 200=19,4 % in FAO 300=20,9 %), ki nakazujejo primernost pridelave hibridov zgodnejših zrelostnih razredov.

V Jabljah nismo ugotovili značilnih razlik med zrelostnimi razredi hibridov (slika 2). Najmanjši delež poškodovanih storžev smo ugotovili pri hibridih FAO 400 (36,3 %), največji pa pri hibridih v FAO 300 (47,3 %). Podobno kot v Rakičanu tudi v Jabljah nismo opazili značilnih korelacij med deležem poškodovanih storžev in pridelkom zrnja ($r^2=0,16$).



Slika 2: Odstotek poškodovanih storžev zaradi koruzne večše v Jabljah glede na zrelostni razred (FAO) hibridov koruze.

376

Med zrelostnimi razredi so bile značilne razlike v pridelku suhega zrnja, najmanjši pridelok je imel FAO 200 (12,3 t/ha), med FAO 300 in 400 pa ni bilo značilnih razlik (pri obeh 15,1 t/ha). Podobno kot v Rakičanu je z naraščanjem zrelostnega razreda značilno naraščala tudi vlaga ob spravilu, največje so bile pri najpoznejših hibridih. Prisotnost mehanizmov odpornosti so na različnih hibridih preučevali v mnogih raziskavah, ter dobili zelo variabilne rezultate (Guthrie in Russel, 1989; Magg, 2004; Malvar in sod., 2007). Manj raziskav je bilo izvedenih z namenom preučevanja tolerance. Malvar in sod. (2007) so pri raziskavi razlik v tolerance s koruzno večšo umetno infestirali 85 hibridov iz različnih geografskih območij in ugotovili večje razlike med hibridi. Nekateri hibridi so imeli kljub podobnemu deležu poškodb značilno večje pridelke. Sklepamo, da je izgube zaradi poškodb koruzne večše mogoče deloma nadomestiti z večjim potencialnim pridelkom hibrida. Vrednotenje pridelkov hibridov v razmerah močnejšega napada koruzne večše bi lahko zato bil smiseln način ocenjevanja stopnje tolerance nekega hibrida na poškodbe zaradi večše. Rezultati poskusa gnojenja z mineralnim N in organskimi gnojili (hlevski gnoj, žetveni ostanki) so prikazani v preglednici 1. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi večše je imelo gnojenje z mineralnim N. Med gnojenjem z mineralnim N in poškodbami storžev zaradi večše smo opazili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 % na kg dodanega N/ha). Kljub povečanju poškodb so z večanjem odmerka N značilno naraščali tudi pridelki. Podobne rezultate brez značilnih razlik sta dobila Celar in Valičeva (2003). Na enakem trajnem poskusu v Jabljah sta opazila podobno

povečevanje poškodb z večanjem odmerkov mineralnega N. Razlogov zakaj N vpliva na večanje poškodb je lahko več. Obilnejše gnojenje z N povzroči, da je tkivo nežnejše in sočnejše kar privlači koruzno večšo (Celar in Valič, 2003). Upoštevati moramo tudi, da so rastline vir hranil za rastlinojede žuželke. Gnojenje z N lahko poveča vsebnosti hranil v rastlinah ter tvorbo sekundarnih spojin, kar lahko selektivno vpliva na vzorce hranjenja žuželk (Nicholls in Altieri, 2004). V okviru naših poskusov gnojenje z organskimi gnojili ni imelo značilnega vpliva na poškodbe. Neznačilno več polomljenih rastlin in poškodovanih storžev smo opazili pri uporabi hlevskega gnoja. Podobne rezultate sta na enakem poskusu dobila Celar in Valičeva (2003), o povečanju poškodb pri gnojenju s hlevskim gnojem pa so poročali tudi Singer in sod. (2000). Tudi interakcije med mineralnim N in organskimi gnojili v letu 2016 niso bile značilne na poškodbe storžev in lom rastlin.

Preglednica 1: Vpliv organskega gnojenja (hlevski gnoj in žetveni ostanki) in količine mineralnega N (0-300 kg N/ha) na izbrane agronomske parametre ter poškodbe zaradi koruzne večše.

	Višina rastlin (cm)	Vlaga (%)	Pridelek (kg/ha SS)	Poškodovani storži (%)	Lom (%)
Organsko gnojenje (A)					
žetveni ostanki	246,7 ^a	22,9 ^a	8097,1	33,9	5,4
hlevski gnoj	257,1 ^b	22,1 ^b	7261,7	40,4	7,6
<i>p vrednost:</i>	*	*	ns	ns	ns
Mineralni dušik (B)					
0 kg – N0	193,3 ^a	21,7 ^a	3334,9 ^a	13,3 ^a	5,1
100 kg – N1	257,9 ^b	22,0 ^a	6363,6 ^b	35,8 ^b	7,5
200 kg – N2	277,5 ^c	22,7 ^b	9868,6 ^c	42,1 ^c	6,0
300 kg – N3	278,7 ^c	23,8 ^c	11150,4 ^d	57,5 ^d	7,3
<i>p vrednost:</i>	***	***	***	***	ns
Interakcije:					
A×B	ns	*	ns	ns	ns

Stopnja značilnosti: ***, $P \leq 0.001$; *, $P \leq 0.05$; Ns, ni statistično značilno.

Povprečja, označena z enako majhno črko, se med seboj ne razlikujejo značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($p \leq 0,05$).

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov lahko zaključimo, da je bil v letu 2016 delež poškodovanih storžev značilno večji v Rakičanu. Med hibridi se nakazujejo razlike, a je za zanesljive zaključke še premalo podatkov. Delež poškodb v Rakičanu je značilno padal z naraščanjem zrelostnega razreda, medtem ko v Jabljah ta odnos ni bil značilen. Med pridelki in deležem poškodb ni bilo značilnih korelacij, pri načinih gnojenja pa smo opazili razlike. Značilen vpliv na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne večše je imelo gnojenje z mineralnim N, medtem ko gnojenje z organskimi gnojili ni imelo značilnega vpliva. Prav tako interakcije med obema dejavnikoma niso bile značilne. Med gnojenjem z mineralnim N in poškodbami storžev zaradi koruzne

vešče smo ugotovili močno linearno povezanost; z večanjem odmerka mineralnega N se je delež poškodovanih storžev povečeval (v povprečju za 0,12 odstotka na kg dodanega N/ha). Kljub povečanju poškodb je z večanjem odmerka mineralnega N značilno naraščal tudi pridelek. Rezultati kažejo na razlike v poškodbah storžev med zrelostnimi razredi in močan vpliv gnojenja z mineralnim N na delež poškodovanih storžev zaradi koruzne vešče v letu 2016.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru programa »Posebnega preizkušanja sort«, ki ga sofinancira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072), ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS). Obema sofinancerjema se zahvaljujemo za pomoč. Za pomoč se zahvaljujemo tudi vsem, ki so sodelovali pri ocenjevanju in vrednotenju poskusov.

6 LITERATURA

- Bohn M., Magg T., Klein D., Melchinger A.E. 2003. Breeding early maturing european dent maize (*Zea mays* L.) for improved agronomic performance and resistance against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* HB.). *Maydica*, 48: 239-247.
- Celar F., Valič N. 2003. Vpliv različnih pridelovalnih sistemov na pojav fuzarioz (*Fusarium* spp.) in koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na koruzi. V: Tajnšek A., Čeh Brežnik B., Kocjan Ačko D. 2003. Zbornik posveta Deset let trajnih poskusov IOSDV v Sloveniji, Jable in Rakičan 1993-2003. Slovensko agronomsko društvo: 135 str.
- Guthrie, W. D., and W. A. Russell, 1989: Breeding methodologies and genetic basis of resistance in maize to the European corn borer. V: Magg T. 2004. Resistance of maize (*Zea mays* L.) against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) and its association with mycotoxins produced by *Fusarium* spp. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften vorgelegt der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim: 73 str.
- Hudon M., Chiang M.S., 1991. Evaluating resistance of maize germplasm to the univoltine European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner) and relationship with maize maturity in Quebec. *Maydica* 36, 69-74.
- Magg T. 2004. Resistance of Maize (*Zea mays* L.) against the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.) and its association with mycotoxins produced by *Fusarium* spp. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften vorgelegt der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim: 73 str.
- Malvar R.A., Butrón A., Alvarez A., Padilla G., Carrea M.E., Revilla P., Ordás A. 2007. Yield performance of the European Union Maize Landrace Core Collection under multiple corn borer infestations. *Crop Protection*, 26, 5: 775-781.
- Meissle M., Mouron P., Musa T., Bigler F., Pons X., Vasileiadis V.P., Otto S., Antichi D., Kiss J., Palinkas Z., Dörner Z., van der Weide R., Groten J., Czembor E., Adamczyk J., Thibord J.-B., Melander B., Cordsen Nielsen G., Poulsen R.T., Zimmermann O., Verschuwele A., Oldenburg E., 2010. Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *Journal of applied entomology*, 134, 5: 357-375.
- Nicholls C.I., Altieri A.M. 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management. V: Gurr G.M. (ur.), Wratten S.D. (ur.), Altieri M.A. (ur.). 2004. Ecological Engineering for Pest Management. Advances in Habitat Manipulation for Arthropods. Cornell University press: 238 str.
- Niemeyer H.M. 2009. Hydroxamic Acids Derived from 2-Hydroxy-2H-1,4-Benzoxazin-3(4H)-one: Key Defense Chemicals of Cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 5: 1677-1696.

- Santiago R., Cao A., Butrón A., López-Malvar A., Rodríguez V.M., Sandoya G.V., Malvar R.A. 2017. Defensive changes in maize leaves induced by feeding of Mediterranean corn borer larvae. *BMC Plant Biology*, 17:44.
- Schulz B., Kreps R.C., Klein D., Gumber R.K., Melchinger, A.E. 1997. Genetic variation among European maize inbreds for resistance to the European corn borer and relation to agronomic traits. *Plant Breeding*. 116, 415-422.
- Singer J.W., Heckman J.R., Ingerson-Mahar J., Westendorf M.L. 2000. Hybrid and nitrogen source affect yield and European corn borer damage. *Journal of Sustainable Agriculture*, 16, 1: 5-15.