

## Otpornost različitih sorti pšenice na pšeničnog žiška (*Sitophilus granarius* L.)

### Sažetak

Ciljevi ovog rada bili su utvrditi razlike u otpornosti različitih sorata pšenice na pšeničnog žiška i koliki su gubici od žižaka u masi zrna tijekom 20 tjedana skladištenja. Istraživanje je provedeno u laboratoriju Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na 3 sorte pšenice: Divana, Renan i Sana. U staklenke (720 ml) stavljeno je 100 g zrna i 20 nasumično odabranih odraslih žižaka. Staklenke sa zrnom i žižcima bile su 20 tjedana smještene u laboratoriju pri prosječnoj temperatura zraka od 24,9°C i prosječnoj relativnoj vlazi zraka od 64,7%. Tijekom perioda skladištenja, uočen je rast populacije pšeničnog žiška kod sve tri sorte pšenice. Najveći broj žižaka zabilježen je kod sorte Sana, što čini povećanje početne populacije za 28 puta, dok je kod sorata Renan i Divana početna populacija povećana za 1,8, odnosno 1,6 puta. Nakon 20 tjedana skladištenja gubitak mase zrna iznosio 1,30% za sortu Renan, 1,70% za sortu Divana te 12,45% za sortu Sana. Žišci su se hranili i razmnožavali više na zrnima sorte Sana jer ima mekanije zrno od sorata Divana i Renan koje su tvrđeg zrna. Obzirom da su u ovom istraživanju promatrani samo neki čimbenici koji mogu utjecati na otpornost pšenice na žiške, potrebno je nastaviti istraživanja i pri tome uzeti i druge čimbenike u razmatranje kako bi se što bolje istražile razlike u otpornosti između sorata pšenice.

**Ključne riječi:** pšenica, sorte, skladištenje, gubici, pšenični žižak

### Uvod

Prema nekim istraživanjima godišnji gubitak zrna žitarica na svjetskoj razini uslijed djelovanja štetnih kukaca iznosi između 10% i 40% (Upadhyay i Ahmad, 2011). Gubici u masi žitarica koje uzrokuje pšenični žižak (*S. granarius* L.) kreću se od 2% do 5% u zemljama s umjerenom klimom (Ignatowicz, 1999; Rajendran i Sriranjini, 2008, navode Kordan i sur., 2019). Jalbani i sur. (2017) istraživali su gubitak mase zrna različitih sorata riže uslijed napada pšeničnog žiška. Zaključili su kako je gubitak različit ovisno o sortama, te je najveći gubitak iznosio 5,62 grama (3,74%) kod sorte Super Basmati, a najmanji gubitak od 0,05 grama (0,03%) bio je kod sorte Sela 86 Tarazo. Istraživanjem koje su proveli Keskin i Ozkaya (2015) dokazano je kako je pšenični žižak uzrokovao pogoršanje kvalitete kruha dobivenog iz pšeničnog brašna. Gubici zrna mogu se smanjiti izborom sorata i reguliranjem mikroklimatskih uvjeta u skladištu (Choudhury i Chakraborty, 2014). Zrno za razliku od zelenih biljnih tkiva ne sadrži kemijske spojeve koji mogu poslužiti kao zaštita protiv napada kukaca. Kukci koji se hrane zrnom imaju hranu relativno stabilne kakvoće koja ne sadržava kemijske spojeve koji bi im ometali ili zaustavili njihov razvoj (Nawrot i sur., 2006). Neke sorte pšenice su više, a neke manje podložne napadu skladišnih kukaca. Mahmoud i sur. (2011) navode da su Sarin i Sharma (1983) otkrili da svi skladišni štetni kukci ne oštećuju jednako zrna različitih sorti pšenice.

<sup>1</sup> Izv. prof. dr. sc. Željko Jukić, Ana Matković, mag.ing., Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za specijalnu proizvodnju bilja, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska

<sup>2</sup> Izv. prof. dr. sc. Anita Liška, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Republika Hrvatska

<sup>3</sup> Karmen Jukić, dipl. ing., Belje plus d.o.o., Industrijska zona 1, 31326 Darda, Republika Hrvatska  
Autor za korespondenciju: zjukic@agr.hr

Fenomen osjetljivosti različitih sorti pšenice na napad štetnih kukaca povezan je s različitim kemijskim spojevima, poput sadržaja proteina ili glutena, ukupnih lipida i kutikularnih lipida (Nawrot, 1983; Niewiada i sur., 2005; Mebarkia i sur., 2010; Nawrot i sur., 2010, navode Kordan i sur., 2019) i s fizičkim svojstvima zrna, kao što su tvrdoća endosperma ili staklavost i debljina perikarpa (Nawrot i sur., 2006; Fourar-Belaifa i sur., 2011, navode Kordan i sur., 2019). No, navedena povezanost još uvijek nije u potpunosti objašnjena. Upravljanje populacijom kukaca u skladištima, danas je veliki izazov budući da se primjena kemijskih pripravaka u skladištima sve više ograničava (Silhacek i Murphy, 2004). Iako se veličina populacije kukaca u skladištima može regulirati primjenom kemijskih pripravaka, uvijek postoji problem utjecaja primjene kemijskih pripravaka na okoliš, na zdravlje zaposlenika u skladištima i na skladišne kukce (rezistentnost). Važno je istaći da se u zrnu mogu pojaviti rezidui korištenih sredstava za zaštitu bilja (SZB). Unazad nekoliko desetaka godina znanstvenici i stručnjaci su u različitim dijelovima svijeta provodili istraživanja kako bi odredili zašto su neke sorte pšenice više ili manje osjetljive na napad skladišnih štetnika pa i žitnih žižaka. Ciljevi ovog rada su utvrditi razlike u otpornosti između različitih sorata pšenice na pšeničnog žiška i koliki su gubici od žižaka u masi zrna tijekom 20 tjedana skladištenja.

## Materijali i metode

Istraživanje je provedeno u laboratoriju Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na tri sorte pšenice: Divana, Renan i Sana, tijekom 2018. godine. Prije postavljanja pokusa za svaku sortu određeni su parametri koji su važni za računanje gubitka mase zrna (Tablica 1) te fizikalna svojstva i vlaga zrna koja je određena na aparatu za analizu žitarica DICKEY-John® GAC 2100B (Tablica 2).

**Tablica 1.** Parametri za određivanje gubitka mase zrna

**Table 1.** Parameters for determining grain mass loss

| Parameters/ varieties                                  | Renan  | Divana | Sana   |
|--|--------|--------|--------|
| Masa prazne staklenke / mass of empty glass jar (g)    | 340.08 | 318.72 | 305.70 |
| Masa zrna / mass of grain (g)                          | 100.00 | 100.01 | 100.00 |
| Masa (staklenka + zrno) / mass (glass jar + grain) (g) | 440.06 | 418.73 | 405.70 |
| Broj zrna / Number of grains                           | 2458   | 2279   | 2210   |

**Tablica 2.** Fizikalna svojstva zrna sorata Renan, Divana i Sana

**Table 2.** Physical properties of wheat grains of cultivars Renan, Divana i Sana

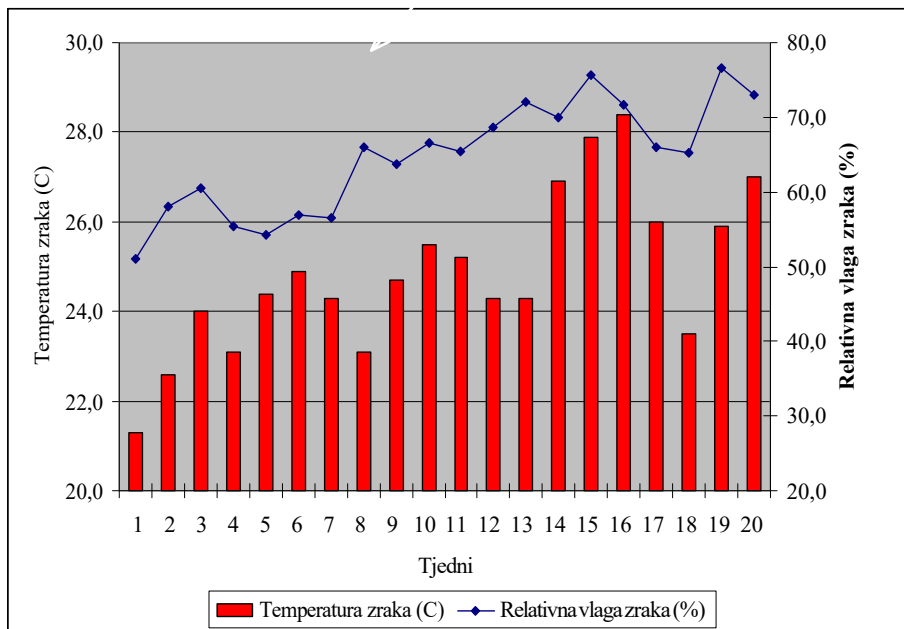
| Parameters/ cultivars                        | Renan | Divana | Sana  |
|--|-------|--------|-------|
| Vlaga zrna / Grain moisture (%)              | 10.11 | 10.60  | 11.48 |
| Masa 1000 sjemenki / 1000 kernel weight* (g) | 42.03 | 45.09  | 46.03 |
| Hektolitarska masa / Test weight* (kg/hl)    | 78.17 | 82.63  | 80.67 |

\* Masa 1000 zrna i hektolitarska masa preračunate su na 13% vlage

\* 1000 kernel weight and test weight adjusted to 13% moisture basis

Prije provođenja istraživanja, zrnata masa svih sorata bila je uskladištena u laboratoriju i tijekom razdoblja skladištenja nije utvrđena prisutnost skladišnih štetnika. Prije istraživanja, iz zrnate mase svih sorata uklonjena su oštećena i polomljena zrna te sve ostale primjese.

U istraživanju su korišteni kukci vrste pšenični žižak *Sitophilus granarius* (L.), roda *Sitophilus*. Po 100g zrna navedenih sorata i 20 nasumično odabranih jedinki odraslih žižaka, pojedinačno je stavljeno u staklenke (720 ml) s plastičnim poklopcem na kojem je napravljeno nekoliko rupica kako bi žišci imali dotok zraka. Svakih 7 dana, zrnata masa iz staklenki je prosijana na situ s duguljastim otvorima (25mm x 2,0mm) i određen je broj živih žižaka i broj oštećenih zrna. Zatim je na preciznoj elektronskoj vagi određena ukupna masa zrna te masa oštećenog i neoštećenog zrna. Istraživanje je trajalo 20 tjedana i tijekom tog razdoblja prosječna temperatura zraka bila je 24,9°C, dok je prosječna relativna vlaga zraka bila 64,7%. U grafu 1. prikazane su temperatura i relativna vlaga zraka u laboratoriju gdje su se nalazile staklenke sa zrnom i žižcima tijekom 20 tjedana.



**Graf 1.** Temperatura i relativna vlaga zraka u laboratoriju tijekom 20 tjedana skladištenja  
**Graph 1.** Temperature and relative humidity in laboratory during 20 weeks of storage

Postotak oštećenih zrna određen je prema sljedećoj formuli (Mahmoud i sur., 2011):

$$\text{Postotak oštećenih zrna} = \frac{\text{broj zrna koja su oštećena od kukaca}}{\text{ukupan broj zrna u uzorku}} \times 100 \quad (1)$$

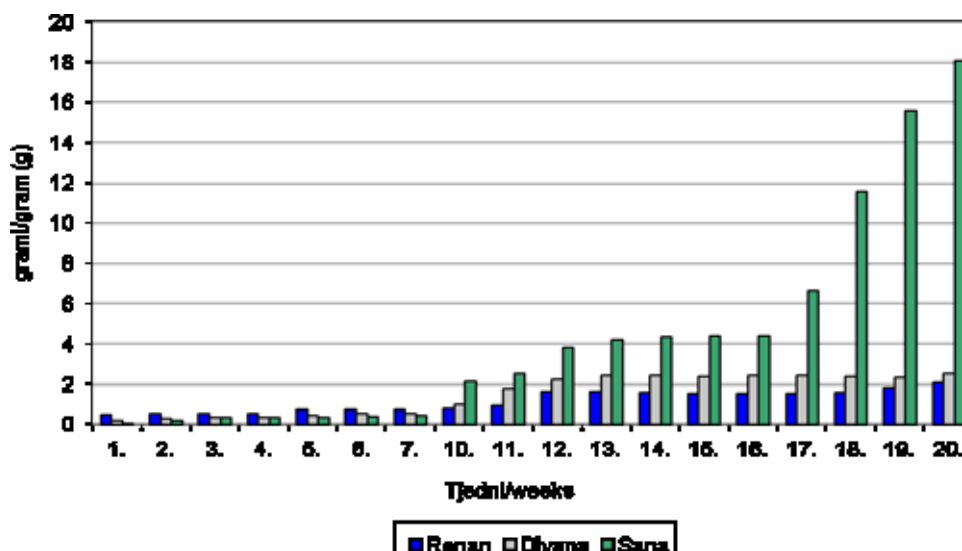
Postotak gubitka mase zrna (weight loss) izračunat je prema formuli koju su opisali Ngatia i Kimondo (2011):

$$\text{Gubitak mase (\%)} = \frac{(U \times Nd) - (D \times Nu)}{U \times (Nu + Nd)} \times 100 \quad (2)$$

gdje je: U = masa neoštećenih zrna; Nd = broj oštećenih zrna; D = masa oštećenih zrna; Nu = broj neoštećenih zrna.

## Rezultati i rasprava

Tijekom 20 tjedana skladištenja žiści su oštećivali zrno pšenice uslijed hranjenja i razmnožavanja, što je uzrokovalo povećanje mase oštećenog zrna. Uočene su određene razlike u masi oštećenog zrna između sorata (graf 2). Postotak oštećenih zrna od strane pšeničnih žižaka bio je najmanji kod sorte Renan i iznosio je 3,37%, a najveći kod sorte Sana 31,31%. Postotak oštećenih zrna kod sorte Divana iznosio je 4,16%. Nakon 20 tjedana skladištenja, gubitak mase zrna iznosio 1,30% za sortu Renan, 1,70% za sortu Divana te 12,45% za sortu Sana. Sorta Sana imala je veću vlagu u zrnu u odnosu na druge dvije sorte (Tablica 2). Vlage zrna istraživanih sorata bile su manje od optimalne vlage (13,5-14,5%) za rast i razvoj pšeničnog žižka. Međutim, navedeni štetnik može oštećivati zrno čija je vlaga u rasponu od 10 do 18% (Hamel, 1997). Prosječna temperatura zraka tijekom istraživanja (24,9°C), bila je u granicama optimalne temperature za rast i razvoj pšeničnog žižka (optimalna temperatura je u rasponu od 21 do 25°C; Hamel, 1997). U 8. i 9. tjednu u zrnatoj masi više nije bilo živih žižaka. Iz toga razloga staklenke s zrnom držane su u laboratoriju kako bi se otkrilo ima li skrivene zaraze.



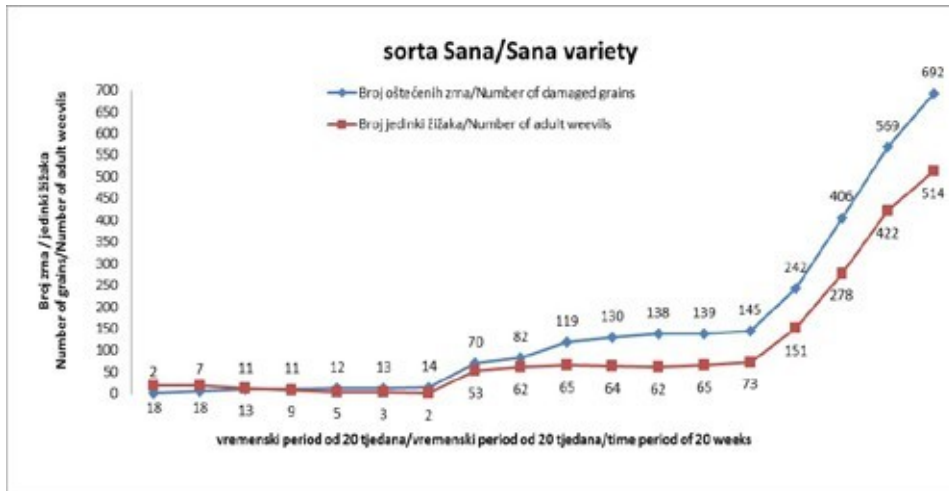
**Graf 2.** Masa oštećenih zrna pšenice sorata Renan, Divana i Sana tijekom 20 tjedana skladištenja

**Graph 2.** Mass of damaged wheat grain of Renan, Divana and Sana for 20 weeks of storage

Tijekom perioda skladištenja pšenice, uočen je rast populacije žižaka kod sve tri sorte pšenice (grafovi 3., 4. i 5.). Rast populacije utvrđen je u 9 tjednu, što je i uobičajeno vrijeme potrebno za razvoj nove generacije žižaka pri skladišnim uvjetima koji su vladali tijekom perioda praćenja (prosječna temperatura zraka 24,9°C i RVZ od 64,7%). Upravo ove vrijednosti temperature i vlage zraka su povoljni do optimalni za razvoj pšeničnog žižka (Swami et al., 2014; Hasan et al., 2017), te je pojava nove generacije bila i očekivana.

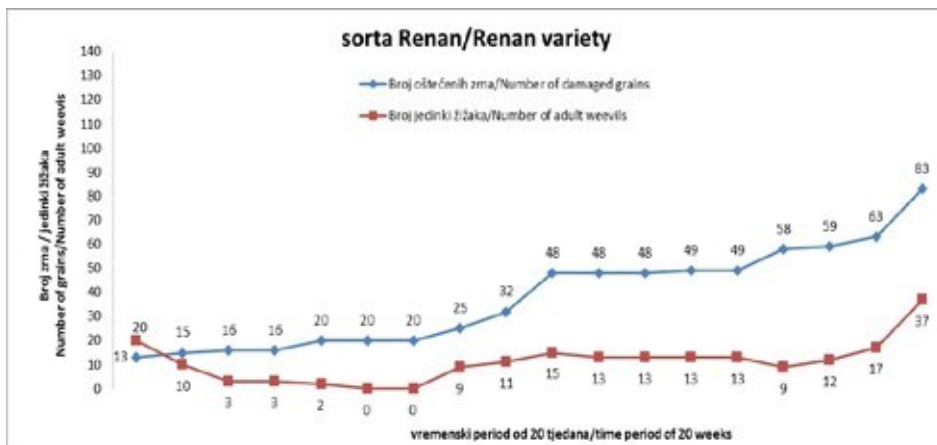
No, uvjeti okolne sredine nisu jedini čimbenici koji su utjecali na brojnost populacije žižaka. To potvrđuje i razlika u brojnosti žižaka između sorata pšenice. Tako je najveći broj žižaka zabilježen kod sorte Sana, gdje se početna populacija povećala za 28 puta (s 18 na 514 jedinki; graf

3.). Kod sorata Renan i Divana povećanje početne populacije bilo je puno manje u usporedbi sa sortom Sana i iznosilo je 1,8 (sorta Renan; graf 4.) i 1,6 puta (sorta Divana; graf 5.).



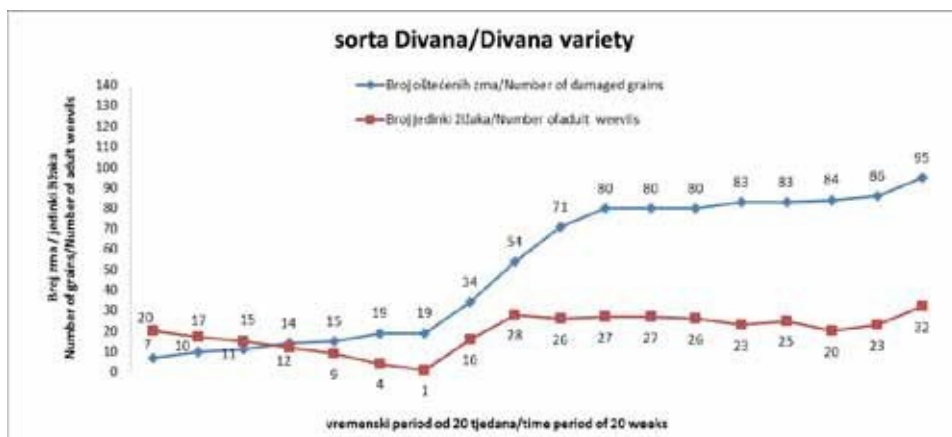
**Graf 3.** Brojnost odraslih jedinki žižaka u odnosu na broj oštećenih zrna pšenice sorte Sana u periodu od 20 tjedana

**Graph 3.** Number of adult weevils in relation to the number of damaged wheat grains of the Sana variety in the period of 20 weeks



**Graf 4.** Brojnost odraslih jedinki žižaka u odnosu na broj oštećenih zrna pšenice sorte Renan u periodu od 20 tjedana

**Graph 4.** Number of adult weevils in relation to the number of damaged wheat grains of Renan variety in the period of 20 weeks



**Graf 5.** Brojnost odraslih jedinki žižaka u odnosu na broj oštećenih zrna pšenice sorte Divana u periodu od 20 tjedana

**Graph 5.** Number of adult weevils in relation to the number of damaged wheat grains of the Divana variety in the period of 20 weeks

Kao što je vidljivo, istraživane sorte nisu pokazale istu otpornost na napad pšeničnog žižka. Sličnu tvrdnju iznosi više autora (Sinha i sur., 1988; Kučerova i Stejskal, 1994; Mahmoud i sur., 2011). Osim toga, vidljivo je i da se s povećanjem broja jedinki pšeničnog žižka, povećavaju i broj oštećenih zrna i gubici u masi zrna. Do sličnih zaključaka došli su i Mahmoud i sur. (2011) koji tvrde da između zaraženosti mase zrna pšeničnim žižcima i gubitaka u masi zrna postoji značajna i pozitivna korelacija te Kučerova i Stejskal (1994) koji tvrde kako su gubici u masi zrna i broj pšeničnih žižaka bili u pozitivnoj korelaciji. Kako je pokus s različitim sortama pšenice proveden pri istovjetnim skladišnim uvjetima, razlika u brojnosti žižaka ukazuje na to kako jedinke pšeničnog žižka, bolje preferiraju određenu sortu pšenice za hranjenje i razmnožavanje odnosno u ovom slučaju zrna sorte Sana. Za razliku od sorata Divane i Renan koje imaju tvrdo caklavo zrno, sorta Sana ima mekše brašnavije zrno, te se pretpostavlja da su ženke lakše probile zrno za polaganje jajašca, a i hranjenje je bilo olakšano, što je i utjecalo na veću brojnost žižaka kod sorte Sana. Osim toga, vlaga u zrnu bila je i nešto veća u zrnima sorte Sana. Nekoliko autora je u istraživanjima s žižcima došlo do sljedećih spoznaja: Khokhar i Gupta (1974) utvrdili su da veličina zrna, sadržaj proteina i tvrdoća zrna ne utječu izravno na osjetljivost ispitivanih sorti pšenice. Isti autori su utvrdili da se s povećanjem vlage zrna, povećava i osjetljivost na napad štetnika, a da je tvrdoća zrna čimbenik koji zrna čini manje podložnima napadu štetnika. Sinha i sur. (1988) su na osnovu provedenih istraživanja zaključili da su općenito, meke ili brašnavije sorte pšenice koje se uzgajaju u zapadnoj Kanadi, izložene većem riziku od napada štetnih kukaca nakon žetve nego sorte tvrdih crvenih jarih pšenica. S druge strane, isti autori navode da tvrdoća zrna, nije utjecala na brojnost žižaka, naročito ne na brojnost pšeničnih žižaka (*S. granarius*) te da uz tvrdoću i perikarp odnosno omotač zrna može utjecati na to da li će pšenični žižci i ostali skladišni kukci više ili manje oštećivati zrna. Sudhakar i Pandey (1982) ističu da je tvrdoća zrna bila je u negativnoj korelaciji sa stupnjem osjetljivosti, brojem položenih jaja i ukupnim brojem novorazvijenih kukaca.

Autori su proveli istraživanje na 11 sorti pšenice s ciljem utvrđivanja osjetljivosti različitih sorata pšenice na napad rižinog žižka (*Sitophilus oryzae*). Kučerova i Stejskal (1994) proveli su istraživanje na jedanaest sorti ozime pšenice s ciljem utvrđivanja razlika u osjetljivosti na napad pšeničnog žižka (*Sitophilus granarius* L.). Autori su utvrdili da su visokokvalitetne sorte tvrdog zrna od 1,3 do 3 puta bile otpornije na napad pšeničnih žižaka u odnosu na druge sorte. Dakle, dobiveni rezultati u ovom istraživanju su u suglasju s navodima iz literature jer sorta Sana

ima mekše brašnavigije zrno, a i vlaga u zrnu bila je veća od vlage drugih dviju sorata pa se time djelomično mogu objasniti nastale razlike između sorata. Međutim, iako je poznato da skladišni štetnici manje oštećuju tvrđa zrna pšenice, ipak još nije u potpunosti jasno zašto je to tako (Thorne i sur., 2000). Prema nekim autorima i masa zrna (veličina) može biti razlog zašto neku sortu više oštećuju žišci. Tako Ekhlaque (2018) navodi da rižini žišci, iz nekih razloga nisu polagali jaja u manja zrna pa je i zaraza žištima bila manja kod sorata koje su imale manje zrno, odnosno čija je masa 1000 zrna bila manja. Iz dobivenih rezultata ovog istraživanja može se utvrditi da su veća zaraženost žištima i veći gubitak u masi zrna utvrđeni kod sorte Sana. Sorta Sana imala je najveću masu 1000 zrna, pa zatim sorta Divana i na kraju sorta Renan. Razlika između sorata u masi 1000 zrna nije bila velika, ali kako se smanjivala masa 1000 zrna, smanjivali su se i zaraženost žištima i gubitak u masi zrna. Iz navedenog bi se moglo zaključiti da su žišci više jaja položili u zrna sorte Sana, a najmanje u zrna sorte Renan. Do sličnih zaključaka došli su i Mebarkia i sur. (2010). Autori su istraživanje proveli na 12 sorata pšenice i pokušali su utvrditi povezanost nekih fizikalnih svojstava zrna i veličine gubitaka u masi zrna pšenice. Prosječna vlaga u zrnu istraživanih sorata iznosila je od 11,80 do 12,35%, masa 1000 zrna od 34,97 do 46,21g., dok je prosječni gubitak u masi zrna iznosio od 1,39 do 3,27%. Navedeni autori dobili su pozitivnu ali ne i značajnu korelaciju između veličine gubitka u masi i mase 1000 zrna te između vlage u zrnu i veličine gubitka u masi zrna, što znači da su gubici u masi zrna bili veći kod onih sorata koje su imale veću masu 1000 zrna i kada je vlaga u zrnu bila viša. Isto tako, autori su utvrdili i pozitivnu i značajnu korelaciju između veličine gubitka u masi zrna i sadržaja proteina, što znači da su gubici u masi zrna bili veći kod sorata s većim sadržajem proteina. Kako je u uvodu navedeno postoje i drugi čimbenici koji mogu utjecati na otpornost određene sorte ili sorata na žitnog žiška, a koji u ovom radu nisu uzeti u obzir. Stoga se u narednim istraživanjima svakako i ti čimbenici moraju uzeti u istraživanje kako bi se što bolje mogla objasniti razlika u otpornosti između različitih sorata pšenice.

## Zaključak

Tijekom 20 tjedana skladištenja zrna tri sorte pšenice utvrđene su štete nastale uslijed hranjenja i razmnožavanja jedinki pšeničnog žiška. Između sorata uočene su razlike u masi oštećenih zrna. Tako je nakon 20 tjedana skladištenja, gubitak u masi zrna iznosio 1,30% za sortu Renan, 1,70% za sortu Divana te 12,45% za sortu Sana. Broj oštećenih zrna bio je proporcionalan masi oštećenih zrna, te broju živih žižaka u masi zrna pšenice. Najveći broj žižaka zabilježen je kod sorte Sana, što čini povećanje početne populacije za 28 puta, dok je kod sorata Renan i Divana početna populacija povećana za 1,8, odnosno 1,6 puta. Za razliku od sorata Divane i Renan koje imaju tvrdo caklavo zrno, sorta Sana ima mekše brašnavigije zrno, te je kao takvo osjetljivije na napad pšeničnog žiška. Pretpostavlja se da ženka žiška brašnavigije zrno lakše probije kako bi položila jajašce, što utječe na povećanje populacije ali i konačno na nastanak veće štete na zrnima sorte Sane. Ovi zaključci mogu biti korisni u procjeni visine populacije štetnika kao i u procjeni gubitaka koji se mogu javiti tijekom čuvanja žitarica naročito sa saznanjem kako postoje manje otporne sorte pšenice prema žižku osobito one mekšeg i brašnavigijeg zrna.

## Literatura

- Choudhury, S.D., Chakraborty, K. (2014) Observation on the extent of grain weight loss due to the infestation of *Sitophilus oryzae* in five selected rice cultivars. *Cibtech Journal of Zoology*, 3(3), 50-59. <https://www.researchgate.net/publication/276417047>
- Ekhlaque, A. (2018) Resistance of different wheat genotypes to *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleopteran: Curculionidae). *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, Vol 7 [9], 73-79. <http://beppls.com/bepplsaugust2018/15.pdf> .....
- Hamel, D. (1997) Štetnici zrna žitarica – biologija, ekologija, suzbijanje. ZUPP, Zbornik radova, Malinska, 5-14.
- Hasan, M., Aslam, A., Jafir, M., Javed, M.W., Shehzad, M., Chaudhary, M.Z., Aftab, M. (2017) Effect of temperature and relative humidity on development of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 85-90.
- Jalbani, F.H., Bashir, L., Khanzada, K.K., Arshi, A.A., Talpur, M.N.R., Jamali, A., Shaikh, H.M., Rajput Z. (2017) Assessment of different rice varieties for resistance to granary weevil *Sitophilus granarium* L. under laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6), 2424-2427.
- Keskin, S., Ozkaya, H. (2014) Effect of storage and insect infestation on the technological properties of wheat. *CyTA – Journal of Food*, 13(1), 134-139. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2014.919962>

- Khokhar, D.S., Gupta, D.S. (1974) Relative resistance of some varieties of wheat to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (Fab.) at different temperatures. *Bull Grain Tech.*, 12, 117-123.
- Kordan, B., Skrajda-Brdak, M., Tanska, M., Konopka, I., Cabaj, R., Zaluski, D. (2019) Phenolic and lipophilic compounds of wheat as factors affecting susceptibility to infestation by granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). *Journal Of Applied Botany and Food Quality*, 92, 64–72. <https://www.semanticscholar.org/DOI:10.5073/jabfq.2019.092009>
- Kučerová, Z., Stejskal, V. (1994) Susceptibility of wheat cultivars to postharvest losses caused by *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 101 (6), 641-648. <https://www.istor.org>
- Mahmoud, M.A., Darwish, Y.A., Omar, Y.M., Hassan, R.E. (2011) Susceptibility of some Egyptian wheat varieties to the infestation with the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *J. Palnt prot. And Path., Mansoura Univ.*, Vol. 2 (9), 773-781. [http://www.eulc.edu.eg/eulc\\_v5/Libraries/UploadFiles/DownloadFile](http://www.eulc.edu.eg/eulc_v5/Libraries/UploadFiles/DownloadFile)
- Mebarkia, A., Rahbe, Y., Guechi, A., Bouras, A., Makhoul, M. (2010) Susceptibility of twelve soft wheat varieties (*Triticum aestivum*) to *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Agriculture and Biology Journal of North America, Agric. Biol. J. N. Am.*, 2010, 1(4), 571-578. <https://www.researchgate.net/publication/278820314>
- Nawrot, J., Warchalewski, J.R., Piasecka-Kwiatkowska, D., Niewiada, A., Gawlak, M., Grundas, S.T., Fornal, J. (2006) The effect of some biochemical and technological properties of wheat grain on granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) (Coleoptera: Curculionidae) development (pp. 400–407). Paper presented at the 9th International Working Conference on Stored Product Protection, 15–18 October 2006, Sao Paulo, Brazil. <https://www.researchgate.net/publication/237734578>
- Ngatia, C.M., Kimondo, M. (2011) Comparison of three methods of weight loss determination on maize stored in two farmer environments under natural infestation. *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2(13), 254 – 260. <http://www.academicijournals.org/ISPPR>
- Silhacek, D., Murphy, C. (2006) A simple wheat germ diet for studying the nutrient requirements of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (H.). *J. Stor. Prod. Res.*, 42, 427-437. <https://pubag.nal.usda.gov/download/29173/PDF>
- Sinha, R.N., Demianyk, C.J., McKenzie, R.I.H. (1988) Vulnerability of common wheat cultivars to major stored-product beetles. *Can. J. Plant. Sci.*, 68, 337-343. <https://www.researchgate.net/publication/238457542>
- Swami Narayana, K.C., Mutthuraju, G. P., Jagadeesh, E., Thirumalaraju, G.T. (2014) Biology of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize grains. *Current Biotica*, 8 (1), 76-81. [http://www.currentbiotica.com/CB/Journals8\\_Issue-1/CB8\(1\)-Short-notes-3.pdf](http://www.currentbiotica.com/CB/Journals8_Issue-1/CB8(1)-Short-notes-3.pdf)
- Sudhakar, T.R., Pandey, N.D. (1982) Relative resistance and influence of wheat varieties on the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.). *Bull Grain Tech.*, 20, 79-85.
- Thorne, J.E., Baker, J.E., Messina, F.J., Kramer, K.J., Howard, J.A. (2000) Varietal Resistance. In Subramanyam, B., Hagstrum, D.W. (eds) *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Springer, Boston, MA. doi: 10.1007/978-1-4615-4353-4\_7. <https://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub>
- Upadhyay, R.K., Ahmad, S. (2011) Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7(5), 527-549. <https://www.researchgate.net/publication/266330472>

Prispjelo/Received: 12.3.2020.

Prihvaćeno/Accepted: 27.4.2020.

Professional paper

## Resistance of different wheat cultivars to granary weevil (*Sitophilus granarius* L.)

### Abstract

The objectives of this study were to determine the differences in the resistance of some wheat cultivars to granary weevil (*Sitophilus granarius* L.) and grain weight loss during 20 weeks of storage caused by granary weevil. The research was carried out in the laboratory of Department of Field Crops, Forage and Grassland, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, on three wheat cultivars: Divana, Renan and Sana. 20 randomly selected adult insects were placed in 720ml glass jars containing 100 g of whole seed of a particular cultivar. Glass jars were placed in the laboratory for 20 weeks. The mean temperature and relative humidity were 24,9°C and 64,7%. During storage period, weevil population growth was found in grains all three wheat cultivars. The highest number of weevils was observed in the seeds of Sana cultivar, which is an increase of the initial population by 28 times, while in the seeds of Renan and Divana cultivars the initial population increased by 1.8 and 1.6 times, respectively. After 20 weeks of storage, grain weight loss was 1.30% for Renan, 1.70% for Divana and 12.45% for Sana. The granary weevils are fed and propagated more on the grains of Sana cultivar because it has a softer grain than the Divana and Renan cultivars, which have harder grains. It is necessary to continue the research and take in consideration other factors to better explain differences in resistance of different wheat cultivars to granary weevil.

Keywords: grain losses, storage, cultivars, wheat, granary weevil