

Zaštita žitarica od štetnika pri skladištenju

Lemić, Darija

Source / Izvornik: **Glasiilo biljne zaštite, 2022, 22, 389 - 396**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:951794>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-07**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



DARIJA LEMIĆZavod za poljoprivrednu zoologiju, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
dlemic@agr.hr**ZAŠTITA ŽITARICA OD ŠTETNIKA PRI SKLADIŠTENJU****SAŽETAK**

Uskladištene žitarice, osobito pšenica koja se žanje u najtoplijem dobu godine, podložne su brzom zarazi štetnicima, ponajprije onima zaostalima u samim skladišnim prostorima. Ponekad zaraza u skladišta bude donesena i s polja, odnosno transportnim sredstvima. Štetnici svojim metabolizmom i aktivnošću smanjuju količinu i umanjuju kvalitetu zrna. Infekcije kukcima u skladištima mogu dovesti do ekonomskih gubitaka od 9 do 20 %. Povoljni uvjeti u skladištima (temperatura i vlaga) pogoduju razvoju kukaca, što dovodi do kontaminacije uskladištenih žitarica, promjene boje, mirisa i njihova okusa. Za uspješno čuvanje žitarica u skladištima potrebno je kontrolirati uvjete. Brojnost raspoloživih pesticida za tretiranje zrna uskladištenih žitarica iz godine se u godinu smanjuje, a njihova ekotoksikološka svojstva povećavaju zabrinutost u pogledu zaštite okoliša i sigurnosti, naglašavajući potrebu za novim metodama i tehnologijama suzbijanja štetnika. Štetnike u skladišnim prostorima može se suzbijati kombinacijom različitih fizikalnih metoda, od tretmana ekstremnim temperaturama (zagrijavanje i hlađenje), tretmana uskladištenih žitarica inertnim prašivima do korištenja kontrolirane atmosfere. Osim preventivnih higijenskih mjera te kurativnih fizikalnih metoda, zrno u skladištima može se zaštititi primjenom insekticida poput pirimifos-metila i fumiganata poput magnezijeva fosfida. Prije odluke o primjeni kemijskih mjera svakako treba iscrpiti brojne fizikalne mogućnosti zaštite žitarica tijekom skladištenja.

Ključne riječi: skladišta, inertna prašiva, kontrolirana atmosfera, ozon, ekstremne temperature

Najvažnije štetne vrste kukaca i načini otkrivanja zaraze

Najvažniji kukci koji uzrokuju smanjenje kvalitete i količine uskladištenih žitarica su žitni žižak (*Sitophilus granarius*), žitni moljac (*Sitotroga cerealella*), kukuruzni žižak (*Sitophilus zeamais*), ambarski moljac (*Nemapogon granella*), brašneni moljac (*Ephestia kuehniella*), mali i veliki brašnar (*Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*) i dr. Prisutnost skladišnih štetnika uzrokuje: gubitak težine proizvoda zbog njihove ishrane, onečišćenje ekskrecijskim produktima, dijelovima tijela te izgrizanjem klice, prenošenje potencijalno opasnih bakterija i virusa, prijenos spora gljiva te širenje zaraze, izazivanje alergijskih reakcija, povišenje vlage i temperature uskladištenih proizvoda (Rozman, 2010.). Sve navedeno uzrokuje smanjenje kvalitete proizvoda i njegove hranidbene i tržne

vrijednosti.

Za pravodobno otkrivanje pojave štetnika u skladištima potrebno je često provoditi preglede objekata i uskladištena zrna, što uključuje kontinuiran proces uzimanja uzoraka uskladištene robe. Uzorkovanjem se otkriva moguća prisutnost skladišnih štetnika koji se razvijaju u skladišnim objektima na mjestima pogodnima za njihov razvoj tijekom određena razdoblja čuvanja robe. Simptomi šteta od skladišnih štetnika mogu biti vidljivi, ako se uoči njihova prisutnost u masi uskladištena proizvoda, ili nevidljivi, odnosno skriveni, ako su se štetnici razvili unutar proizvoda, što znatno otežava njihovo uočavanje i pravodobno suzbijanje (Rozman i Liška, 2012.).

Najjednostavniji pregled podrazumijeva vizualni pregled objekta i zrna uzorkovanog uporabom sonde koja uzima uzorke iz različitih dubina spremnika (Sheetal Banga i sur., 2018.). Vizualnim pregledima uspješno se detektiraju zaraze u obliku ožiljaka na vanjskoj površini zrna, tamnija boja zrna zbog razvoja kukaca unutar zrna, pojava paučine, izmeta, grizotina na zrnu i dr. Osim vizualnim pregledom, zaraze se detektiraju metodama bojenja zrna kemikalijama kako bi se lakše uočila mjesta izgrizanja te ulazni otvori u zrno (Lemić i Galešić, 2019.). Bojenje zrna kemikalijama jednostavna je metoda koja se provodi potapanjem uzorka zrna u bojilu i tekućinama koje pomažu apsorpciji boje na oštećene dijelove zrna. Nakon ispiranja obojeni ostaju oštećeni dijelovi zrna te ulazni otvori koje su štetnici napravili izgrizanjem (Rozman i Liška, 2012.). Vrlo je pouzdana i metoda flotacije koja se temelji na odvajanju slojeva zrna na osnovi različite gustoće u tekućinama. Oštećeno zrno ima manju težinu od zdravoga, zbog čega pluta u gornjim slojevima, a zdravo je zrno teže i potone na dno (Taylor, 2005.).

Preventivne mjere zaštite u skladišnim prostorima

Evidentno su skladišta laka meta brojnim štetnim kukcima, koji su u potrazi za hranom i skloništem. Ako se njihov napad ne zaustavi na vrijeme, mogu uzrokovati velike zaraze, činiti izravne štete na uskladištenim žitaricama (i drugoj robi) te neizravno smanjiti kvalitetu proizvoda (izmet, grizotine i sl.). Provođenje preventivnih mjera zaštite, poput higijene skladišta, najvažniji je preduvjet uspješnog skladištenja žitarica, a najviše ovisi o kvaliteti skladišnih objekata. Prije unosa žitarica u skladišta potrebno je provesti rutinske preglede i temeljito očistiti prostor. Sve površine unutar skladišta (zidove, podove, stropove) treba očistiti, ukloniti prašinu, stare zalihe pregledati, pročistiti i potrošiti prije unosa novog proizvoda u skladište (Hamel, 2014.). Periodično pregledavanje i miješanje robe također može otežati naseljavanje štetnika jer životinje općenito zaziru od ljudske prisutnosti i okruženja u kojima je puno aktivnosti i buke. Korištenje mreža i repelenata može značajno smanjiti dolazak štetnika u skladišni prostor (Storedgrain, 2022.).

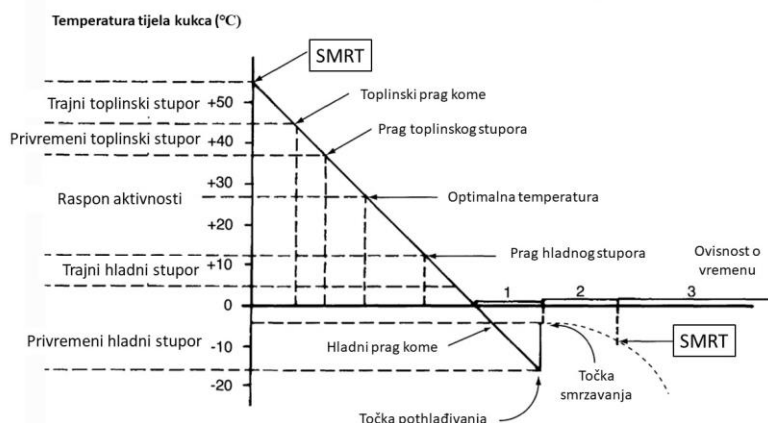
Suzbijanje skladišnih štetnika ekstremnim temperaturama

Izvor energije prvi je preduvjet za toplinske tretmane. Toplinu možemo dobiti iz jednostavnijih izvora koji se koriste svakodnevno u kućanstvima, kao što je otvoreni plamen ili solarna energija, sve do složenih izvora koji se koriste u industriji. Toplinski tretmani moraju biti precizni zbog male granice između učinkovitosti u suzbijanju kukaca i tolerantnosti uskladištena proizvoda na temperaturu. Smatra se da izloženost ekstremnim temperaturama utječe na koagulaciju proteina ili oštećuje staničnu stijenku kukca. Također, mogu se akumulirati otrovni proizvodi u tijelu kukca zbog poremećaja metabolizma. Pregrijavanje ili hipertermija uzrokuje povećanu brzinu metabolizma, što povećava disanje i iscrpljivanje zaliha hrane. Izloženost temperaturi može biti tako jaka da uzrokuje trenutačnu smrt. Takva je tehnika dobra za situacije u kojima je potrebno uklanjanje štetnika primjerice prije prolaska granice kako bi se udovoljilo propisanim karantenskim mjerama. Nedovoljna izloženost visokim temperaturama neće usmrtiti kukca, ali će onemogućiti njegovu daljnju reprodukciju. Također, toplina može uzrokovati povećanu osjetljivost štetnika na patogene i prirodne neprijatelje (Fleurat-Lessard i Le Torc'h, 2001.).

Biološki učinci temperature na kukce opisani su dijagramom koji se naziva termobiološka ljestvica (slika 1). Vannier (1987.) je definirao optimalnu temperaturu koja odgovara rasponu temperatura na kojima kukac normalno funkcionira. Kada temperatura prijeđe iznad optimalnog raspona, normalne su funkcije metabolizma kukca narušene. Ako temperatura nastavi rasti, kukac postaje vrlo aktivan, a aktiviraju se i razni mehanizmi stresa. Na određenoj temperaturi kukci ulaze u fazu nazvanu toplinski stupor, gdje dolazi do brzog smanjenja kretanja i disanja (Chauvin i Vannier 1991.). Gornja smrtonosna temperatura iznosi samo nekoliko °C nakon toplinskog stupora. (*Stupor je poremećaj svijesti iz kojeg se organizam može kratkotrajno razbuditi*). Takva temperatura primjerice za žitnog žiška prema Chauvin i Vannier (1991.) iznosi 53,1 °C.

Osim visokih temperatura (zagrijavanje), primjena niskih temperatura (hlađenje) također je fizikalna mjera suzbijanja štetnika u skladištima. Danas se ovaj način zaštite uskladištenih žitarica koristi u cijelom svijetu (David i sur., 1977.; Storey i Storey, 1980.; Evans, 1987.; Jayas i White, 2003.), za razliku od Republike Hrvatske gdje se prohlađivanje primjenjuje u svega 30 do 40 % skladišta (Salha i sur., 2010.). Svrha hlađenja je smanjenje temperature zrna na temperaturu pri kojoj štetnici nemaju ekološki povoljne uvjete za razvoj. Osim toga, smanjeno je disanje zrna, što onemogućuje negativne fiziološke procese poput samozagrijavanja uskladištene mase. Rameswor i sur. (2017.) utvrđuje da se gubitci u ohlađenu uskladištenu žitu smanjuju za 80 do 90 %. Pri uvođenju hladnog zraka u skladišta, potrebno je zrno osušiti na 12 – 13 % vlage. Dok odrasli kukci često mogu preživjeti niske temperature, ličinački stadiji skladišnih štetnika prestaju se razvijati na temperaturama ispod 18 do

20 °C. Na temperaturama ispod 15 °C zaustavljen je razvoj brojnih vrsta žižaka. Na niskim temperaturama životni ciklusi štetnika produljuju se s tipičnih četiri tjedna na višim temperaturama (30 – 35 °C) na 12 do 17 tjedana na nižim temperaturama (20 – 23 °C) (Storedgrain, 2022.).



Slika 1. Termobiološka ljestvica kukca (prevedeno i prilagođeno prema: Vannier, 1987.)

Suzbijanje skladišnih štetnika primjenom inertnih prašiva

Jedna je od fizikalnih metoda suzbijanja skladišnih štetnika i primjena inertnih prašiva, od kojih je u primjeni najučestalija dijatomejska zemlja. Prašiva kod kukaca uzrokuju oštećenje kutikule, dolazi do gubitka vode iz organizma, nakon čega ugibaju.

Dijatomejska zemlja geološki je depozit koji čine fosili jednostaničnih biljnih organizama, dijatoma, najčešće algi. Fosili su sastavljeni gotovo potpuno od amorfnog silicijskog dioksida jako malene otrovnosti za sisavce, koja je zanemarujuća (Korunić, 2010.). Dijatomejska zemlja najdjelotvornije je prirodno prašivo koje se upotrebljava kao insekticid. Dijelovi dijatoma ili dijatomi zalijepe se na tijelo kukca i fizikalnim silama oštećuju voštani sloj na tijelu koji štiti kukca od gubitka vlage iz tijela. Kukci gube vlagu iz tijela kroz oštećena mjesta te nakon nekog vremena zbog isušivanja ugibaju. Isto tako, dijatomejska zemlja ima i odbijajuća svojstva za kukce, što je posebno važno u zaštiti uskladištenih proizvoda (Korunić, 2010.). Međutim, zbog određenih negativnih svojstava (smanjuje hektolitarsku masu zrnate robe, smanjuje sipkost) i potrebe za uporabom veće mase prašiva za suzbijanje kukaca, dijatomejska zemlja ima značajan negativan utjecaj na smanjenje kakvoće zrnene robe (Korunić i sur., 1998., Kalinović i sur., 2011.).

Suzbijanje skladišnih štetnika primjenom kontrolirane atmosfere

U fizikalne mjere suzbijanja ubraja se korištenje kontrolirane atmosfere. Kontrolirana atmosfera metoda je skladištenja u kojoj se reguliraju

koncentracije kisika, ugljičnog dioksida i dušika, kao i temperatura i vlažnost skladišnog prostora. Za to su potrebni posebni hermetički objekti prilagođeni uskladištenju žitarica i drugih proizvoda u kontroliranoj atmosferi. Prednosti te metode su: sigurnost, širok spektar učinkovitosti, odsutnost ostataka sredstava za zaštitu bilja, a nedostatak je nužnost dugotrajne potpune hermetizacije.

Žitarice se izlažu uvjetima kontrolirane atmosfere ponajprije radi suzbijanja štetnika (Cao i sur., 2019.). Kukci ne mogu preživjeti bez kisika ili u uvjetima povišena (>30 %) ugljičnog dioksida (Annis i Morton, 1997.). Takvi tretmani žitarica u kontroliranoj atmosferi traju nekoliko tjedana na nižim temperaturama (<15 °C). Tipičan tretman za potpunu dezinfekciju suhog zrna (<13 % sadržaja vlage) ugljičnim dioksidom na 25 °C uključuje koncentraciju ugljičnog dioksida iznad 35 % tijekom 15 dana (Annis i Morton, 1997.).

Osim ugljikova dioksida i dušika, ozon (O₃) je također plin koji ima dobar potencijal u suzbijanju štetnika uskladištenih žitarica. Dišni sustav kukaca ciljano je područje djelovanja ozona (Tiwari i sur., 2010). Ozon je vrlo reaktivan i oštećuje stanične membrane organizama uzrokujući oksidativni stres, membrana se ošteti, stanica se raspada i organizam ugiba (Hollingsworth i Armstrong, 2005.). Lemic i sur. (2019.) utvrdili su štetno djelovanje ozona na žitnog žiška. Osim na mortalitet, ozon je pokazao negativan utjecaj na pokretljivost i brzinu žitnih žižaka. Učinkovitost ozona povećavala se s povećanjem trajanja ozoniranja. Rezultati tog istraživanja sugeriraju da ozoniranje ima potencijal realnog izbora u suzbijanju štetnih organizama u skladištima, samo ili kao nadopuna drugim metodama.

Kemijske mjere suzbijanja skladišnih štetnika

Osim opisanih preventivnih higijenskih mjera te kurativnih fizikalnih metoda, zrno u skladištima može se zaštititi primjenom insekticida. Na popisu registriranih insekticida (FIS baza, 2022.) za suzbijanje štetnika uskladištena zrna u Republici Hrvatskoj dopuštena je djelatna tvar deltametrin koji ima dozvolu za suzbijanje štetnih kukaca u uskladištenju ječmu, zobi, raži, prosu i pšenici za tretiranje zrna nakon žetve, a prije ulaska u skladišta. Njegova je primjena dopuštena maksimalno jednom u sezoni. Za preventivno i kurativno suzbijanje skladišnih štetnika na uskladištenoj pšenici dozvolu ima i pirimifosmetil, također uz maksimalno jedno tretiranje u sezoni.

Od fumiganata dozvolu za primjenu ima magnezijev fosfid koji se na tržištu nalazi u obliku traka, ploča i patrona za zadimljavanje. Fumigirati se mogu uskladišteni zrnati proizvodi, ali i prazna skladišta i mlinovi, uz pridržavanje karence od dva dana. Od fumiganata na raspolaganju je još i aluminijev fosfid u obliku tableta ili patrona za zadimljavanje te se može primijeniti na uskladištenim zrnatim proizvodima uz karencu od dva dana nakon provjetravanja. Plin fosfin vrlo je otrovan za čovjeka, životinje i okoliš čak u vrlo malim koncentracijama.

Fumigacija je način primjene jako toksičnih i opasnih kemikalija, odnosno fumiganata (otrova koji djeluju u obliku plina) te je postupak fumigacije propisan i opširno objašnjen u Pravilniku o načinu provedbe obvezne dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije (Narodne novine br. 35/07., 76/12.) donesenu na osnovi Zakona o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti (Narodne novine br. 43/09.), zatim u Pravilniku o uvjetima i načinu obavljanja dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije u veterinarskoj djelatnosti (Narodne novine br. 139/10.) donesenu na osnovi Zakona o veterinarstvu (Narodne novine br. 41/07.) te u Pravilniku o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (Narodne novine br. 142/12.) koji je do izmjene na snazi sukladno odredbi Zakona o održivoj uporabi pesticida (Narodne novine br. 14/14.). Stoga, prije primjene bilo kojeg fumiganta treba pažljivo proučiti najnovije važeće upute o njegovoj primjeni te, što je više moguće, fumigaciju izvršiti točno prema uputama, i to kada su iscrpljene sve ostale mjere zaštite.

PROTECTION OF CEREALS FROM PESTS DURING STORAGE

SUMMARY

Stored grain, especially wheat harvested during the hottest time of the year, is susceptible to rapid pest infestation, especially residual pests from storage facilities, and sometimes infestations are brought from the field or during transportation. Pests reduce the quantity and quality of grain with their metabolism and activity. Insect infestations in warehouses can result in economic losses of 9 to 20%. Favorable conditions in warehouses (temperature and humidity) favor the development of insects, which leads to contamination of stored grain, changes in color, odor and taste. For successful storage of grain in warehouses, it is necessary to create and maintain favorable conditions to prevent quality degradation and volume loss. The number of pesticides available to treat stored grain is decreasing each year, and their ecotoxicological properties are increasing environmental and safety concerns, underscoring the need for new pest control methods and technologies. Storage pests can be controlled by a combination of physical methods, from extreme temperature treatment (heating and cooling) to treating stored grain with inert powders and using a controlled atmosphere. In addition to preventive sanitation and curative physical methods, grain in warehouses can be protected by the use of insecticides such as pirimiphos-methyl and fumigants such as magnesium phosphide. Before deciding to use chemical measures, be sure to exhaust the many physical options available to protect grain during storage.

Keywords: storage systems, inert dust, controlled atmosphere, ozone, extreme temperatures

LITERATURA

Annis, P.C., Morton, R. (1997.). The acute mortality effects of carbon dioxide on various life stages of *Sitophilus oryzae*. Journal of Stored Products Research, 33 (2), 115–124. doi:10.1016/S0022-474X(96)00050-1

Cao, Y., Xu, K., Zhu, X., Bai, Y., Yang, W., Li, C. (2019.). Role of Modified Atmosphere in Pest Control and Mechanism of Its Effect on Insects. Frontiers in Physiology, 10, 206. doi:10.3389/fphys.2019.00206

Chauvin, G., Vannier, G. (1991.). La résistance au froid et à la chaleur: deux données fondamentales dans le contrôle des insectes des produits entreposés, 1157–1165.

David, M.H., Mills, R.B., White, G.D. (1977.). Effects of low temperature acclimation developmental stages stored-products insects. Envir. Entomol., 6, 181-184.

Evans, D.E. (1987.). The survival of immature grain beetles at low temperatures. Journal of Stored Products Research, 2, 79-83.

FIS baza (2022.). Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja na dan 12.03.2022. Dostupno na: <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/> (pristupljeno: 12. 3. 2022.)

Fleurat-Lessard, F., Le Torc'h, J.M. (2001.). Control of Insects in Post-Harvest: High Temperature and Inert Atmospheres. U: Vincent C., Panneton B., Fleurat-Lessard F. (Ur.) Physical Control Methods in Plant Protection. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04584-8_5

Hamel, D. (2014.). Higijena u skladištima poljoprivrednih proizvoda. Glasilo biljne zaštite, 14 (4), 329-334.

Hollingsworth, R.G., Armstrong, J.W. (2005.). Potential of Temperature, Controlled Atmospheres, and Ozone Fumigation to Control Thrips and Mealybugs on Ornamental Plants for Export. Journal of Economic Entomology, 98 (2), 289-298.

Jayas, D.S., White, N.D.G. (2003.). Storage and drying in Canada: Low cost approaches. Food Control, 14, 225-261.

Kalinović, I., Korunić, Z., Rozman, V. i Liška, A. (2011.). Djelotvornost dijatomejske zemlje i mješavina dijatomejske zemlje i piretrina. Poljoprivreda, 17 (2), 13-17.

Korunić Z., Cenkowski, S., Fields, P. (1998.). Grain bulk density as affected by diatomaceous earth and application method. Postharvest Biology and Technology, 13, 81-89.

Korunić, Z. (2010.). Rezultati istraživanja i novine u uporabi dijatomejske zemlje u zaštiti uskladištenih poljoprivrednih proizvoda, Zbornik radova seminara DDD i ZUPP – 22. znanstveno – stručno – edukativni seminar, Pula, 325-327.

Lemic, D., Jembrek, D., Bažok, R., Pajač Živković, I. (2019.). Ozone Effectiveness on Wheat Weevil Suppression: Preliminary Research. Insects, 10 (357), 1-11.

Lemić, D., Galešić, M. A. (2019.). Metode ustanovljivanja oštećenosti zrna žitarica skladišnim štetnicima. Fragm. Phytom., 33 (4), 15-31.

Narodne novine 35/2007. Pravilnik o načinu provedbe obvezatne dezinfekcije, dezinfekcije i deratizacije.

Narodne novine 76/2012. Pravilnik o dopuni pravilnika o načinu provedbe obvezatne dezinfekcije, dezinfekcije i deratizacije.

Narodne novine 43/2009. Odluka o proglašenju zakona o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti.

Narodne novine 139/2010. Pravilnik o uvjetima i načinu obavljanja dezinfekcije, Vol. 22 / Br. 3 395

dezinskekcije i deratizacije u veterinarskoj djelatnosti.

Narodne novine 41/2007. Zakon o veterinarstvu.

Narodne novine 142/2012. Pravilnik o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida.

Narodne novine 14/2014. Zakon o održivoj uporabi pesticida.

Rameswor, M., Hwijong, Y., Yoonnam, Y., Yunwoo, J., Yongchul, K., Soondo, B. (2017.). Effects of low temperatures on the survival and development of *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) under different storage durations. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20, 893-900.

Rozman, V. (2010.). Prepoznavanje insekata u skladištima prema nastalim štetama. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Rozman, V., Liška, A. (2012.). Skladištenje ratarskih proizvoda. Priručnik za vježbe, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Osijek.

Salha, H., Kalinović, I., Ivezić, M., Rozman, V., Liška, A. (2010.). Application of low temperatures for pests control in stored maize. Proceedings of the 5th International congress Flour – Bread '09, 7th Croatian congress of cereal technologists Flour – Bread '09. Osijek: Faculty of food technology Osijek, University of Osijek, Croatia, 608-616.

Sheetal Banga, K., Kotwaliwale, N., Mohapatra, D., Giri, S. K. (2018.). Techniques for insect detection in stored food grains: An overview. *Food Control*, 94, 1 67-176.

Storedgrain (2022.). Aeration cooling for pest control - Stored Grain | Information Hub for Grain Storage, Quality Control, Insect & Pest Management, dostupno na: <https://storedgrain.com.au/aeration-cooling/> (pristupljeno: 9. 3. 2022.)

Storedgrain (2022.). Hygiene & Structural Treatments for Grain Storage, dostupno na: <https://storedgrain.com.au/hygiene-structural-treatments/> (pristupljeno: 12. 3. 2022.)

Storey, K.B., Storey, J.M. (1980.). Freeze tolerance and freeze avoidance in ectotherms. *Comparative and Environmental Physiology*, 5, 52-82.

Taylor, S.L. (2005.). *Advances in food and nutrition research*, Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA, 49, 177-179.

Tiwari, B.K., Brennan, C.S., Curran, T., Gallagher, E., Cullen, P.J., O'Donnell, C.P. (2010.). Application of ozone in grain processing. *Journal of Cereal Science*, 51, 248-255.

Vannier, G. (1987.). Mesure de la thermotorpeur chez les insectes. *Bull. Soc. Ecophysiol.*, 12, 165–186.

Stručni rad