

Noviji pristupi u detekciji i monitoringu skladišnih kukaca

Sažetak

Skladišni kukci predstavljaju značajan segment upravljanja uskladištenim poljoprivrednim proizvodima. Često su uzrok velikih gubitaka koji nastaju direktnim konzumiranjem uskladištenog proizvoda, kontaminacijom svojim prisustvom, fekalijama, dijelovima tijela, te mogu biti prijenosnici različitih alergijskih reakcija za ljude i stoku. Kao posljedica njihove životne aktivnosti, javlja se porast temperature i vlage uskladištenih proizvoda čime se dodatno ubrzava narušavanje kvalitete i kvantitete proizvoda. Za uspješno čuvanje proizvoda od iznimne je važnosti pravovremena detekcija skladišnih štetnika kako bi se na vrijeme uočila početna populacija i izbjegao nastanak značajnijih gubitaka. U preglednom radu prikazani su noviji pristupi u detekciji i monitoringu skladišnih kukaca s naglaskom na automatsku detekciju i detekciju skrivene zaraze zrnate uskladištene robe.

Cljučne riječi: skladišni kukci, skrivena zaraza, automatska detekcija, „pametne“ lovke, akustična detekcija

Uvod

Skladišta, kao sredina koja obiluje različitim izvorima hrane (zrnje žitarica, mahunarki, uljarića, orašasti plodovi, sušeno bilje; lukovice, voće, ljekovito bilje i začini, sušeni proizvodi animalnog podrijetla, izložbeni muzejski primjerci animalnog i biljnog podrijetla) predstavljaju vrlo atraktivno mjesto za razvoj štetnih kukaca. Naime, radi povoljnih uvjeta za razvoj, upravo su skladišta poljoprivrednih proizvoda i njihovih prerađevina postala prioritetna životna okružja skladišnih kukaca u odnosu na njihova prvotna prirodna staništa. Većina skladišnih kukaca, osim kukuruznog žiška *Sitophilus zeamays* Motsch., velikog kukuljičara *Prostephanus truncatus* Horn. i žitnog moljca *Sitotroga cerealella* Oliv., rijetko napadaju zrno na polju prije žetve, međutim nakon što se roba uskladišti postoji velika vjerojatnost da roba bude napadnuta (Daglish i sur., 2018).

Skladišni kukci - štetnici zrna žitarica i zrnatih proizvoda

Štetni kukci zrna žitarica i zrnatih proizvoda čine glavnu skupinu kukaca u skladištima poljoprivrednih proizvoda. Oni se dalje dijele na primarne i sekundarne štetnike. Primarni napadaju cjelovito neoštećeno zrno, te su sposobni prodrijeti kroz neoštećenu sjemenu ljusku kako bi se hranili klicom, endospermom ili kotiledonima. Sekundarne vrste se hrane zrnjem ili zrnatim proizvodima koji su prethodno oštećeni primarnim vrstama ili su mehanički oštećeni tijekom transporta ili manipulacije. Za razliku od primarnih, sekundarne vrste imaju vrlo širok raspon odabira hrane, uključujući oštećeno zrno, mljevene proizvode, poluproizvode i gotove proizvode biljnog i animalnog podrijetla. Osim toga, ove dvije skupine skladišnih kukaca se razlikuju i po razvojnom ciklusu. Tako primarne vrste odlažu jajašca unutar zrna ili ispod vanjskog omotača zrna te se životni ciklus nižih razvojnih stadija (jajašce, ličinka, kukuljica) odvija unutar samoga zrna. Radi toga se nazivaju unutarnji (interni) štetnici. Sekundarne pak vrste polažu jajašca na površini proizvoda ili u neposrednoj blizini proizvoda, te se nazivaju vanjski (eksterni) štetnici.

¹ Izv. prof. dr. sc. Anita Liška, prof. dr. sc. Vlatka Rozman, dr. sc. Pavo Lucić, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska
Autor za korespondenciju: aliska@fazos.hr

Glavne primarne vrste skladišnih kukaca su: štetnici žitarica – rižin žižak *Sitophilus oryzae* L., kukuruzni žižak *S. zeamais*, pšenični žižak *S. granarius* L., žitni kukuljičar *Rhyzopertha dominica* Fab., veliki kukuljičar *Prostephanus truncatus* Horn. i žitni moljac *Sitotroga cerealella* Oliv. Štetnici mahunarki – grahov žižak *Acanthoscelides obtectus* Say., graškov žižak *Bruchus pisorum* L., četverotočkasti žižak *Callosobruchus maculatus* F., kineski žižak *C. chinensis* L.

Glavne sekundarne vrste skladišnih kukaca su: kestenjasti brašnar *Tribolium castaneum* Herbst, mali brašnar *T. confusum* DuVal, hrdasti brašnar *Cryptolestes ferrugineus* Steph., *C. pusillus* Schon., surinamski brašnar *Oryzaephilus surinamensis* L., trogoderma žita *Trogoderma granarium* Evert., bakrenasti moljac *Plodia interpunctella* Hübn., brašneni moljac *Ephestia kühniella* Zell., duhanar *Lasioderma serricorne* Fab., prašne uši – *Lachesilla pedicularia* L., *Liposcelis bostrichophila* Bad., *L. entomophila* Ender., *L. decolor* Pear.

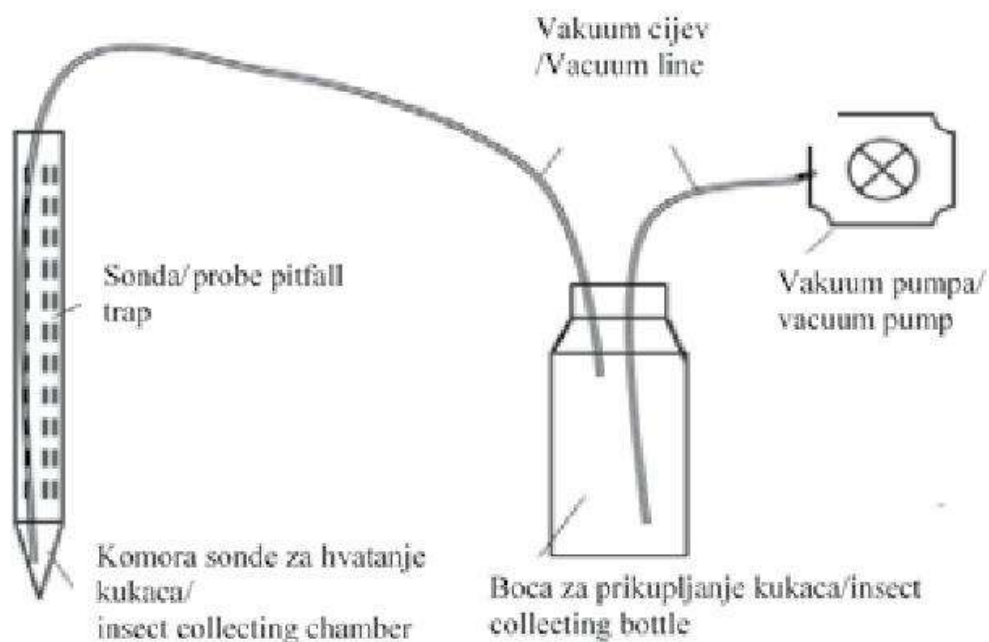
Posljedica napada skladišnih kukaca

Negativne posljedice za uskladištene žitarice nastale uslijed napada skladišnih kukaca mogu biti višestruke. Sama prisutnost kukaca, njihovih dijelova tijela, fekalija i prašine koja zaostaje uslijed njihove aktivnosti utječu na lošiju kvalitetu robe. Hraneći se zrnom, osim sniženja kvantitete robe, dolazi do promjena u udjelu i sastavu masnih kiselina (Mason i McDonald, 2012). ishrana kukaca na sjemenskom materijalu, predstavlja značajno narušavanje sjetvenih karakteristika (Santos i sur., 1990; Mbata, 1995). Nadalje, uslijed fiziološke aktivnosti kukaca u zrnatoj masi dolazi do povišenja temperature zrna stvarajući tzv. žarišna mjesta u kojima se značajno povećava i vlaga čime se dodatno ubrzava kvarenje robe i osiguravaju povoljni uvjeti za razvoj mikroorganizama. Ukoliko pored spomenutog direktnog utjecaja na kvalitetu robe dodamo i indirektno gubitke kao što su troškovi suzbijanja skladišnih štetnika, porast rezistentnih jedinki kukaca, te gubitak tržišta žitarica uslijed odbijanja robe koja ne zadovoljava fitosanitarnim zahtjevima pojedinih zemalja, onda napad skladišnih štetnika ima puno veće značenje za ukupni gubitak hrane na svjetskoj razini.

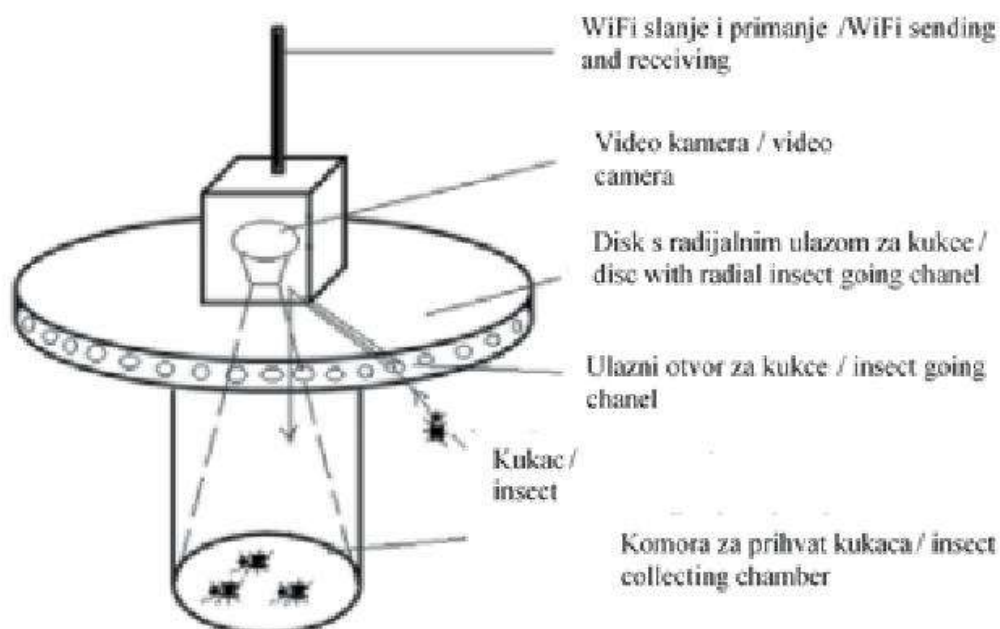
Detekcija i monitoring štetnika

Monitoring je temelj integriranih programa upravljanja skladišnim štetnicima obzirom da daje povratnu informaciju o programima prevencije, pomaže u odabiru ciljanih intervencija te je pomoću monitoringa moguće procijeniti učinkovitost provedenih mjera (Liška i sur., 2019). Za uspješno čuvanje proizvoda od iznimne je važnosti pravovremena detekcija skladišnih štetnika kako bi se na vrijeme uočila početna populacija i izbjegao nastanak značajnijih gubitaka. U tome ključnu ulogu imaju kontinuirano uzorkovanje i uzorkovanje velikog broja uzoraka, što je kod konvencionalnih metoda uzorkovanja često tehnički teže izvedivo (Subramanyam i Hagstrum, 1995). Ocjena napada skladišnih kukaca se određuje prema rezultatima pregledanih uzoraka premda je ova metoda moguća prvenstveno za odrasle stadije i ličinke nekih vrsta kukaca. Ručno uzorkovanje kukaca iz zrnate mase je fizički i vremenski zahtjevan posao (Flinn i sur., 2009).

Tijekom zadnjih nekoliko desetljeća, znanstvenici su razvili više alternativnih rješenja koja olakšavaju posao uzorkovanja. Jedno od tih rješenja je i lovka u obliku sonde opremljena vakuum pumpom (Slika 1.) koja omogućava prikupljanje prethodno uhvaćenih kukaca iz sonde. Razvijeno je nekoliko metoda daljinskog očitavanja prisutnih štetnika u skladištima žitarica, kojima je omogućena detekcija unutar i na površini zrnate mase (Wang i sur., 2018). Sonde i lovke opremljene kamerom (Slika 2.) omogućuju prijenos slike detektiranih štetnika na mobilne uređaje čime je omogućeno dobivanje informacija o trenutnom stanju zaraze uskladištene mase, vrste štetnika i brojnosti, prostorna distribucija štetnika te njihovo kretanje kroz uskladištenu masu. Izvor/Source: Wang i sur., 2018



Slika 1. Dijagram lovke u obliku sonde s vakuum cijevi
Figure 1. Diagram of the probe pitfall trap with attached vacuum line
 Izvor/Source: Wang i sur., 2018



Slika 2. Dijagram površinske lovke opremljene video kamerom / **Figure 2.** Diagram of the surface pitfall trap equipped with video camera
 Izvor/Source: Wang i sur., 2018

Cijeli sustav je opremljen optoelektroničkim sensorima smještenim na ulazu lovke, a omogućava detekciju, vremensko mjerenje i GPS koordinate ulaska kukaca (Slika 3.). Ova metoda omogućuje dobivanje podataka o ulasku kukaca, kao i parametre okolišne sredine koji se koreliraju s razvojem populacije kukaca i to s preciznošću od 98 do 99 %. Svi prikupljeni podaci se šalju bežičnim putem u centralnu bazu podataka u realnom vremenu te se na taj način dobiju točni i brzi podaci koji ubrzavaju donošenje odluka o provedbi metoda suzbijanja.



Slika 3. „Pametne“ lovke / Figure 2. The „smart“ pitfall trap
Izvor/Source: Eliopoulos i sur., 2019

Postoje pokušaji da se automatska detekcija štetnika upotpuni i s istovremenom eliminacijom detektiranih štetnika. Jedna od takvih metoda je detekcija pomoću mobilne kamere i determinacija štetnika pomoću lasera (Adler i sur., 2018). Ova metoda se temelji na snimanju površine uskladištene robe, ambalaže ili praznog prostora pomoću mobilne kamere. Nakon što je kukac detektiran, program uspoređuje morfološke podatke kako bi se utvrdilo pripada li detektirani kukac ciljanoj vrsti. Ukoliko da, usmjerava se laserski snop i ciljani štetnik se eliminira toplinom. Iako još uvijek u razvoju, ovaj koncept bi se mogao implementirati kao podrška IPM sustavu u hermetički zatvorenim skladištima za čuvanje i preradu hrane te krmne hrane.

Akustična detekcija je još jedna od obećavajućih metoda za ranu detekciju prisutnosti kukaca unutar zrnate mase (Potamitis i sur., 2009; Mankin i sur., 2011; Eliopoulos i sur., 2015). Kukci proizvode određene zvukove unutar zrnate mase tijekom ishrane, leta, polaganja jajašaca ili kretanjem. U zadnjih nekoliko godina značajno su se poboljšali akustični senzori čime su se sigurnost i učinkovitost ove metode podigli na višu razinu. Pored same detekcije, novi senzori omogućuju i procjenu gustoće populacije skladišnih štetnika (Eliopoulos i Potamitis, 2018). Glavna jedinica ovog sustava je piezoelektrični senzor i prijenosno pojačalo akustične emisije priključeno na računalo. Softver (program) analizira očitavanja vibracija s piezoelektričnog senzora, prevodi signale i klasificira jačinu napada štetnika (klasa A ≤ 1 jedinki/kg; klasa B 1-2 jedinki/kg; klasa C 2-10 jedinki/kg; klasa D > 10 jedinki/kg). Ova metoda detekcije pogodna je za automatski monitoring napada štetnika u zrnatoj masi uskladištenoj u manjim kontejnerima u rasutom stanju, no mogao bi poslužiti kao pouzdan sustav donošenja odluka i u većim skladišnim kapacitetima, kao što su silosi.

Detekcija „skrivena zaraza“

Prilikom otpreme i zaprimanja zrnate robe, u svrhu utvrđivanja napada štetnika, inspekcija zrna se uglavnom temelji na utvrđivanju vizualnih pokazatelja, prisutnosti odraslih oblika skladišnih kukaca. Međutim, unutarnja zaraza („skrivena zaraza“), s nižim razvojnim stadijima

unutar zrna često ostane neuočena, kao što je čest slučaj kod vrsta žitnog kukuljičara i žižaka iz roda *Sitophilus*. Naknadnim skladištenjem, ove „skriveno zaraze“ mogu dovesti do povećanja populacije štetnika do kritičnog praga kada su kemijski tretmani, kao što je fumigacija, neizbježni. Stoga je rana detekcija napada štetnika, a naročito pravovremena detekcija „skriveno zaraze“, presudna. Postoji nekoliko razvijenih metoda za utvrđivanje unutarnje zaraze koje se sve više dorađuju i postaju preciznije. Jedna od njih je mjerenje i analiza električne vodljivosti pšenice tijekom mljevenja pomoću modificiranog valjkastog mlina (Brabec i Campbell, 2018). Električna vodljivost normalnog zrna pšenice je vrlo niska i prilično konstantna, no za razliku od nje, kod zaraženog zrna uočavaju se nagle promjene električnog signala. Valjkasti mlin dizajniran je za testiranje pšenice vlažnosti od 13,5% ili niže, te omogućuje vrlo brzi pregled robe (1 kg pšenice do 2 minute). Ovom metodom moguće je detektirati ličinke različitih razvojnih stadija, iako se najveća preciznost (80% slučajeva) postiže u detekciji starijih ličinki i kukuljica.

Zaključak

Učinkovito uzorkovanje predstavlja odlučujući čimbenik za pravovremeno i sigurno provođenje mjera u procesu čuvanja uskladištenih poljoprivrednih proizvoda i hrane. Monitoring je temelj integriranih programa upravljanja skladišnim štetnicima stoga suvremene metode uzorkovanja mogu značajno doprinijeti brzini i preciznosti detekcije skladišnih štetnika, što doprinosi bržem donošenju odluka o mjerama suzbijanja.

Literatura

- Adler, C., Bottger, G., Hentschel, C., Hopfner, D., Grose, K., Kern, P., Zorn, J. (2018) Star Wars in food stores – automated detection, determination and laser elimination of insect pests. U: C.S. Adler i sur., ur. *Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP, Berlin, 7-11.10.2018*. Berlin: Julius Kühn-Institut, 973-975.
- Brabec, D., Campbell, J.F. (2018) Testing wheat for internal infesting insects with an electrically conductive roller mill. U: C.S. Adler i sur., ur. *Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP, Berlin, 7-11.10.2018*. Berlin: Julius Kühn-Institut, 228-233.
- Daglish, J.G., Nayak, M.K., Arthur, F.H., Athanassiou, C.G. (2018) Insect pest management in stored grain. U: Athanassiou, C.G., Arthur, F.H., ur. *Recent advances in stored product protection*. Springer – Verlag GmbH.
- Eliopoulos, P.A., Potamitis, I., Givropoulou, E., Kontodimas, D. (2015) Detection of adult beetles inside the stored wheat mass based on their acoustic emissions. *Journal of Economic Entomology*, 108, 2808-2814. <https://doi.org/10.1093/jee/tov231>
- Eliopoulos, P.A., Potamitis, I. (2018) Detection and estimation of population density of bean weevils (Coleoptera: Bruchidae) in stored pulses via bioacoustic analysis. U: C.S. Adler i sur., ur. *Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP, Berlin, 7-11.10.2018*. Berlin: Julius Kühn-Institut, 272-175.
- Eliopoulos, P.A., Potamitis, I., Rigakis, I. (2018) Automated detection and monitoring of grain beetles using a “smart” pitfall trap. U: C.S. Adler i sur., ur. *Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP, Berlin, 7-11.10.2018*. Berlin: Julius Kühn-Institut, 268-272.
- Flinn, P.W., Opat, G.P., Throne, J.E. (2009) Predicting stored grain insect population densities using an electronic probe trap. *Journal of economic entomology*, 102, 1696-1704. DOI:10.1603/029.102.0438
- Liška, A., Rozman, V., Korunić, Z., Lucić, P., Baličević, R. (2019) Osvrt na 12. Međunarodnu radnu konferenciju o zaštiti uskladištenih proizvoda održanu u Berlinu od 7. do 11. listopada, 2018. U: Korunić, J., ur. *Zbornik radova 31. seminara DDD i ZUPP 2019 - otpad - ekološka niša*, Zagreb: Korunić d.o.o., 229-236.
- Mankin, R.W., Hagstrum, D.W., Smith, M.T., Roda, A.L., Kairo, M.T.K. (2011) Perspective and promise: a century of insect acoustic detection and monitoring. *American Entomologist*, 57, 30-44.
- Mason, L., McDonald, M. (2012) Biology, behaviour and ecology of stored grain and legume insects. U: Hagstrum, D.W., Phillips, T.W., Cuperus, G., ur. *Stored product protection. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service*, Kansas State University, Manhattan, KS.
- Mbata, G.N. (1995) Effect of infestation of cultivars of bambarra groundnuts (*Vigna subterranea* (L.) Verde) by *Callosobruchus subinnotatus* (Pic.) (Coleoptera: Bruchidae) on biochemical deterioration and germination of the seeds. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 101, 350-356.
- Potamitis, I., Ganchev, T., Kontodimas, D. (2009) On automatic bioacoustic detection of pests: the cases of *Rhynchophorus ferrugineus* and *Sitophilus oryzae*. *Journal of Economic Entomology*, 102, 1681-1690. DOI:10.1603/029.102.0436
- Santos, J.P., Maia, J.D.G., Cruz, I. (1990) Damage to germination of seed corn caused by maize weevil (*Sitophilus zeamais*) and Angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella*). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 25 (12), 1687-1692.
- Subramanyam, B.H., Hagstrum, D.W. (1995) Sampling. U: Subramanyam, B.H., Hagstrum, D.W., ur. *Integrated Management of Insects in Stored Products*. Marcel Dekker, New York.
- Wang, D., Bai, C., Li, H., LU, Y., Guo, X. (2018) Remote monitoring of stored grain insect pests. U: C.S. Adler i sur., ur. *Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP, Berlin, 7-11.10.2018*. Berlin: Julius Kühn-Institut, 239-245.

Prispjelo/Received: 20.11.2019.

Prihvaćeno/Accepted: 3.12.2019.

Advances of stored insect detection and monitoring

Abstract

Stored product insects represent a significant parameter for stored product management. Frequently, they cause considerable losses of stored products due to direct consumption of product, stock contamination with their presence, faeces and body parts, and also can be agent of different allergic reaction on human and livestock. As a consequence of life activity, they impact on grain temperature and moisture increase which is additionally speeding up the product quality and quantity deterioration. For successful product storing timely detection of stored product pest is of utmost importance in order to detect an initial population and to avoid huge losses. The advances in stored insect detection and monitoring are shown in this review form, with the emphasis on automatic detection and detection of hidden contagion on stored goods.

Keywords: stored product insects, hidden contagion, automatic detection, „smart“ pitfall traps, acoustic detection



poduzeće za proizvodnju, trgovinu
i intelektualne usluge u poljoprivredi

Skink d.o.o., Cesta za Valaltu-Lim 20/c, 52210 Rovinj
Tel. +385(0)52 830-611; 098 255-791
e-mail: skink.rasadnik@gmail.com



Poduzeće SKINK d.o.o. Rovinj osnovano je 1994. godine i od tada, kao obiteljsko gospodarstvo, uspješno razvija rasadničarsku proizvodnju i raspolaže s oko 4 ha obradivog zemljišta.

Bogato iskustvo u proizvodnji autohtonih sorti maslina (**buža, istarska bjelica, rosulja, oblica, levantinka**), garancija je visoke kvalitete sadnog materijala. Dakako, tu je i proizvodnja sadnica smokava (**petrovača, bružetka, sušioka, šaraguja, bjelica ... ukupno pedesetak sorti!**). Posebno bi izdvojili i uzgoj autohtonih populacija **sadnica žižule, oskoruše, nešpule, kakija, pitomog kestena, vinogradarske breskve, duda (murve), šipka (nara), kivija (aktinidije), agruma (limuna, mandarine, grejpa, kumquata, naranče), lijeske, cijepljenog oraha...**

U rasadniku će se naći oko 100 vrsta različitog drvenastog ukrasnog bilja kojima okoliš svoje kuće možete učiniti ugodnim za oko i prijatnim za boravak. Tu su i sadnice **aromatičnog, začinskog i ljekovitog bilja kao što su bosiljak, ružmarin, lavanda, kadulja** i dr. **Patuljasta mini stabalca** pravo su iznenađenje, a zadivljujuće lijep dojam ostavljaju stabalca smokve ili masline na maketama tipične istarske "kampanje" s nezaobilaznim suhozidom i kažuonom. Osim bogate tradicije proizvodnje sadnog materijala voćaka i ukrasnog bilja, u ponudu rasadnika Skink uključeno je i: **izrada programa za podizanje višegodišnjih nasada u poljoprivrednoj proizvodnji, vođenje tehnologije višegodišnjih nasada u poljoprivrednoj proizvodnji, ekološka poljoprivreda, proizvodnja zdrave hrane, usluga sušenja voća, povrća i aromatičnog i ljekovitog bilja, stručna literatura u voćarstvu, edukacije i stručni izleti u poljoprivredi, stručna i znanstvena istraživanja u poljoprivredi.**

RADNO VRIJEME 8:00 – 16:00h

NEDJELJOM I PRAZNICIMA ZATVORENO

Čestit Božić te sretnu i uspješnu Novu 2020. godinu!