

Biološko suzbijanje štetnih kukaca

Debelić, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:935529>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEK

Martina Debelić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

Biološko suzbijanje štetnih kukaca

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Martina Debelić

Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo

Smjer Ratarstvo

Biološko suzbijanje štetnih kukaca

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, mentor
2. izv. prof. dr. sc. Ivana Majić, predsjednica
3. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, član

Osijek, 2017.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski stručni studij Bilinogojstvo – Ratarstvo

Završni rad

Martina Debelić

Biološko suzbijanje štetnih kukaca

Sažetak:

Biološki načini suzbijanja (augmentativan, klasičan, konzervativan) spadaju u nekemijske metode i koriste se kao alternativne metode kemijskim pesticidima za suzbijanje štetnih organizama u integriranim i ekološkim sustavima poljoprivredne proizvodnje. Biološka zaštita biljaka uključuje suzbijanje štetnih kukaca prirodnim neprijateljima (grabežljivci, parazitoidi), drugim korisnim organizmima i mikrobiološkim insekticidima na bazi virusa, bakterija, gljivica i nematoda. Biološku zaštitu moguće je upotrijebiti za suzbijanje svih štetnih organizama u voćnjacima, vinogradima, zaštićenim i uskladištenim prostorima, te u prirodi. Zbog lakšeg kontroliranja uvjeta, korisni kukci se u praksi najčešće ispuštaju i primjenjuju u zaštićenim prostorima. U prirodi je teže kontrolirati korisnu faunu jer manipulacija ovisi o svakom proizvođaču. Tvrtke Colić – trade d.o.o. i Zeleni hit d.o.o. na Hrvatskom tržištu nude asortiman proizvoda za biološku zaštitu štetnih kukaca poznate Nizozemske tvrtke Koppert. Korisni organizmi održavaju stabilnost i ravnotežu agroekosustava tako što napadaju, vrše zarazu ili se hrane štetnim kukcima održavajući ih ispod ekološkog praga štetnosti. Biološko suzbijanje ima mnoge prednosti u odnosu na kemijsko jer izostaje akumulacija kemijskih tvari u tlu, vodi, zraku, nema rezidua u biljnim i životinjskim proizvodima, nema šteta za ne ciljane organizme, životinje, čovjeka, ne uzrokuju fitotoksična oštećenja biljaka, isključuje se problem rezistentnosti štetnika i može pridonijeti značajnom smanjenju emisije stakleničkih plinova. Od korištenja biološke zaštite poljoprivrednike odbija nedostupnost i mala registracija sredstava na Hrvatskom tržištu, viša cijena, težina primjene, sporije djelovanje preparata i potrebno znanje bazirano na novim spoznajama dobivenih znanstvenim istraživanjima.

Ključne riječi: biološka zaštita, korisni organizmi, primjena, prednosti, nedostaci

44 stranica, 2 tablica, 0 grafikona, 31 slika, 43 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate Professional Study Plant production

Final work

Biological control of harmful insects

Summary:

Biological ways of control (augmentative, classic, conservative) fall into nonchemical methods and are used as an alternative to chemical pesticides used to control harmful organisms in integrated and ecological systems of agricultural production. Biological plant protection includes control of harmful insects by use of natural enemies (predators, parasitoids), other beneficial organisms, and microbiological insecticides based on viruses, bacteria, fungus, and nematodes. It is possible to use biological protection to control all harmful organisms in orchards, vineyards, controlled and storage areas, and in nature. Due to them being easier to check on beneficial insects are most often released and used in controlled areas. Controlling beneficial fauna is harder to carry out in nature. On Croatian market Colić-trade d.o.o. and Zeleni hit d.o.o. are companies that offer a wide assortment of products for biological control of harmful insect, produced by a well-known Dutch company Koppert. Beneficial organisms maintain stability and balance of an agroecosystem by attacking, infecting or feeding on harmful insects and thus keep them under the ecological damage threshold. Biological control has many advantages over chemical control, e.g. it prevents accumulation of chemical substances in the ground, water, and air, it leaves no residues in plant and animal products, it doesn't harm nontargeted organisms, animals, and man, it doesn't cause phytotoxic damage to plants, it excludes the problem of development of pest resistance over time, and it can contribute to significant reduction to emission of greenhouse gases. Farmers are repelled from using biological protection by unavailability and the small number of registered products that are available on Croatian market, higher prices, difficulty of application, slower performance of preparation, and required knowledge of application which is based on newer scientific research.

Keywords: biological protection, beneficial organisms, application, advantages, disadvantages

44 pages, 2 tables, 31 figures, 43 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Cilj istraživanja	2
2. BIOLOŠKO SUZBIJANJE ŠTETNIH KUKACA	3
3. PRIRODNI NEPRIJATELJI ŠTETNIH KUKACA	3
3.1. Grabežljivci (Predatori)	4
3.1.1. Božje ovčice - <i>Coccinellidae</i>	4
3.1.2. Trčci – <i>Carabidae</i>	8
3.1.3. Korisne stjenice	9
3.1.4. Zlatooke – <i>Chrysopidae</i>	13
3.1.5. Grabežljivi dvokrilci.....	14
3.1.6. Bogomoljke.....	15
3.1.7. Predatorske grinje – <i>Phytoseiidae</i>	16
3.2. Parazitoidi	17
3.2.1. Parazitski dvokrilci – <i>Diptera</i>	18
3.2.2. <i>Entomofagne osice</i>	19
3.3. Korisni mikroorganizmi.....	22
3.3.1. Bakterije	22
3.3.2. Virusi	23
3.3.3. Gljivice	23
3.3.4. <i>Nematode</i>	23
4. BIOLOŠKI INSEKTICIDI.....	25
5. NAČINI BIOLOŠKOG SUZBIJANJA.....	27
6. VAŽNOST BIOLOŠKOG SUZBIJANJA	29
7. PRIMJENA BIOLOŠKOG SUZBIJANJA U PRAKSI	30
8. POTEŠKOĆE PRI PRIMJENI U PRAKSI.....	31
9. DOSTIGNUĆE BIOLOŠKOG SUZBIJANJA U PRAKSI	33
10. ZAKLJUČAK.....	35
11. POPIS LITERATURE.....	36
12. SAŽETAK	40
13. SUMMARY	41
14. POPIS TABLICA.....	42
15. POPIS SLIKA	43

1. UVOD

Zaštita poljoprivrednih usjeva od štetnika obavlja se kada se utvrdi veća brojnost štetnih kukaca od dopuštenog ekonomskog praga odluke. Svaki ulagač u svoje usjeve, kao ishod očekuje visok prinos i kvalitetu proizvoda, a kako bi to dobio, koristi što manje inputa. Odnosno, uz sve ostalo, zaštitu usjeva često svodi na kupnju sredstava prihvatljive cijene i ne pomišljajući kakav utjecaj ima i kakve posljedice ostaju na floru i faunu tla, zdravlje ljudi, životinja, krajolik, okoliš, podzemne vode, korisne prirodne neprijatelje, tlo itd. Kako konvencionalna poljoprivreda postaje sve veći globalan problem glede njezine štetnosti, poljoprivredni proizvođači će se sve više morati okretati ka integriranoj i ekološkoj proizvodnji. Budući da se u tim sustavima poljodjelske proizvodnje kemijska zaštita svodi na minimum, odnosno koristi se kao nužda u kriznoj situaciji, uz sve ostale mjere, biološke će mjere donekle zamijeniti kemijske. Samo oni proizvođači koji će se služiti novijim spoznajama kako biološke mjere protiv štetnih kukaca primijeniti u praksi, moći će učinkovito i uspješno obavljati biološku zaštitu. Uz sve to, nužno će trebati imati puno više znanja od dosadašnjeg koja uključuju razumijevanje cjelokupne problematike zaštite bilja, poznavanje populacije štetnika, štete koje čine, kao i prag odluke koji treba znati za početak primjene određene zaštite jer tada prijeti opasnost od većih gospodarskih šteta i drugo. Proizvođači koji su u sustavima integrirane proizvodnje prema Pravilniku o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda (NN 137/12) u članku 23. navodi se kako proizvođači svake godine moraju prisustvovati predavanjima o integriranoj proizvodnji u trajanju od 5 sati. S obzirom da je to relativno malo sati, važno je da se na još načina probudi svijest u proizvođačima i da ih se potakne na pronalazak novijih bioloških metoda u suzbijanju štetnih kukaca. Tada bi bila održana ravnoteža prirode te kvantiteta i kvaliteta proizvoda.

1.1 Cilj istraživanja

Štetnost uporabe pesticida u zaštiti bilja izričito je jasna, no još uvijek nema dostatne mjere koja bi u potpunosti zamijenila njihovo djelovanje. Sve se više provode nova istraživanja o mogućnostima biološke zaštite, kako štetnih kukaca, tako i korova, pa i bolesti. Biološke mjere su alternativa kemijskoj zaštiti usjeva. Ovaj rad prikazati će učinkovitost, značaj i korist biološke zaštite biljaka u cilju lakšeg shvaćanja, razumijevanja i same primjene.

2. BIOLOŠKO SUZBIJANJE ŠTETNIH KUKACA

Biološka zaštita biljaka uključuje suzbijanje štetnih kukaca prirodnim neprijateljima (grabežljivci, parazitoidi), drugim korisnim organizmima i mikrobiološkim insekticidima na bazi virusa, bakterija, gljivica i nematoda. Počeci biološkog suzbijanja naziru se još krajem 19. stoljeća unošenjem nekih vrsta korisnih kukaca iz drugih zemalja (Igrc Barčić i Maceljski, 2001). Biološke metode suzbijanja spadaju u nekemijske metode i koriste se kao alternativne metode kemijskim pesticidima za suzbijanje štetnih organizama u integriranim i ekološkim sustavima poljoprivredne proizvodnje. U Direktivi o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u postizanju održive upotrebe pesticida (Direktiva 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009.) u Prilogu III. opisuje se način suzbijanja i sprečavanja razvoja štetnih organizama koji je moguće postići promicanjem zaštite korisnih organizama i osiguravanjem pogodnog staništa koristeći se pritom temeljnim elementima ekološke infrastrukture unutar i izvan proizvodnih površina. Franin i Barić (2011.) opisuju kako je ekološka infrastruktura od posebne važnosti u biološkom suzbijanju bilja, a postiže se održavanjem i podizanjem nekih elemenata, kao što su cvjetne trake, livade, živice, ugar, travnati pokrivači u nasadu višegodišnjih kultura (vinograda i voćnjaka) te rubni dijelovi proizvodne površine. Svi ti elementi omogućavaju lakšu regulaciju i kontrolu napada štetnika jer prirodnim neprijateljima osiguravaju sklonište, osnovni ili dopunski izvor hrane, prostor za prezimljavanje i razmnožavanje. Uvelike je bitno održavati bioraznolikost agroekosustava kako bi bio uravnotežen, a jedan od načina kako se stabilnost može postići jest održavanjem staništa korisnim organizmima.

3. PRIRODNI NEPRIJATELJI ŠTETNIH KUKACA

Štetni organizmi kulturnog bilja u prirodi imaju svoje antagoniste. Upravo su to prirodni neprijatelji, a nazivaju se i korisna fauna. Njihova uloga vrlo je bitna i od velike važnosti jer održavaju ravnotežu, stabilnost agroekosustava, te reguliraju populaciju svih štetnika. Prirodnu ravnotežu uspostavljaju tako što napadaju, vrše zarazu ili se hrane štetnim kukcima ne dopuštajući im prenamnožavanje i ujedno ih održavaju na prihvatljivoj pojavnj razini (Franin i Barić, 2011.). Igrc Barčić i Maceljski (2001.) u prirodne neprijatelje uvrštavaju parazitoide, grabežljivce i uzročnike bolesti (patogeni) štetnika uzrokovane gljivicama, bakterijama, virusima, protozoama i fitoplazmama.

3.1. Grabežljivci (Predatori)

Grabežljivci su kukci koji prema načinu ishrane spadaju u skupinu mesojeda (carnivori ili zoofagi) i ubijaju žrtvu kojom se hrane (Raspudić i sur., 2014.). Igrc Barčić i Maceljski (2001.) navode kako su predatori većinom prema vrstama kojima se hrane polifagi, što znači da se osim štetnim kukcima, hrane i korisnim. Isti autori navode kako jedan grabežljivac u jednom danu može uništiti brojne žrtve svojom ishranom, aludirajući na to kako su oni vrlo moćni i bitni u održavanju prirodne ravnoteže te vrlo učinkoviti u suzbijanju i smanjivanju brojnosti štetnih populacija kukaca u usjevima.

3.1.1. Božje ovčice - *Coccinellidae*

Božje ovčice su kukci, veličine do 10 mm, poluloptastog oblika tijela s jednom ili više generacija godišnje. Vratnim štitićem im je pokrivena glava te im je pokrile najčešće živih boja s ili bez točkica raznih boja. Imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju gustoće populacije štetnika i njihove pojave. Maceljski (2002.) božje ovčice svrstava i ubraja u najvažnije grabežljivce (predatore) jer se štetnim organizmima mogu hraniti i ličinke i imaga, a mogu napadati jaja, ličinke, katkad kukuljice i odrasle oblike. Uzgajaju se i distribuiraju na tržište, a mogu se kupiti radi biološkog suzbijanja u nasadima voćaka ili u zaštićenim prostorima (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.) Hrane se lisnim ušima, štitastim ušima, grinjama, jajima krumpirove zlatice, mušicama i resičarima, gusjenicama, ličinkama opnokrilaca i kornjaša. Ima i fitofagnih vrsta božjih ovčica, ali prevladavaju korisne vrste koje napadaju štetnike na raznim biljnim kulturama. Na području Slavonije Jelovčan i sur. (2007.) navode 40 vrsta božjih ovčica.

Coccinella septem-punctata L. (Slika 1.) je sedam točkasta božja ovčica. Imago je dug oko 9 mm, crvene boje sa sedam crnih točkica (Maceljski, 2002.). Hrani se pretežno lisnim ušima, ali i jajima i ličinkama krumpirove zlatice te ima važnu regulacijsku ulogu u smanjenju populacija lisnih uši (Todorovski i Vasilev, 1975.). Isti autori su u istraživanju suzbijanja zelene breskvine uši (*Myzus persicae* Sulz.) na duhanu utvrdili kako ženka sedam točkaste božje ovčice odloži od 450 do 600 jaja u periodu od oko 45 dana i utvrdili da za 24 sata jedna ličinka u prosjeku pojede 16,8, a dok se ne preobrazi, 361,2 jedinke lisnih uši, a imago 13 do 18 lisnih uši, a 756 za vrijeme svog života. U istraživanju, Ninković i sur.,

(2013.) ustanovili su da prisutnost božjih ovčica na listovima duhana uzrokuje značajno smanjenje i naseljavanje lisnih uši. Ostavljajući tragove na lišću, ove božje ovčice luče organske spojeve koji izazivaju izbjegavanje pojave lisnih uši na tim mjestima jer uši koriste mirisne signale za otkrivanje prisutnosti božjih ovčica i tako mijenjaju svoje ponašanje u skladu s tim. Ukoliko su prisutne na biljkama, mogu značajno smanjiti populacije lisnih uši.



Slika 1. *Coccinella septempunctata* L.

Foto: Martina Debelić



Slika 2. *Adalia bipunctata* L.

Izvor: <https://www.koppert.com>

Adalia bipunctata L. (Slika 2.) je duga oko 6 mm, crvene boje s dvije crne točkice ali može se pojaviti i u crnoj boji s crvenim točkicama. Prirodni su neprijatelji lisnim ušima. Ličinka pojede oko 180 jedinki lisnih uši ako je razvojni ciklus ličinke između 20 i 35 dana, a ženka odloži do 750 jaja, a odrasli oblik dnevno može pojesti i do 60 jedinki lisnih uši (Maceljski, 2002.).

Exochomus quadripustulatus L. (Slika 3.) su crne božje ovčice s dvije narančaste pruge na svakom pokrildu, duge oko 4-5 mm. Prirodni su neprijatelji štitastih uši kao i vrsta *Chilocorus bipustulatus* L. (Maceljski, 2002.).



Slika 3. *Exochomus quadripustulatus* L.

Izvor: <https://www6.inra.fr/>

Stethorus punctillum Weise (Slika 4.) su crne, male, neugledne božje ovčice koje vrlo djelotvorno uništavaju fitofagne grinje, a posebno crvene pauke bez kojih ne mogu vršiti reprodukciju (Maceljski, 2002.). Ukoliko nema štetnika *Tetranychus urticae* kojeg preferira, napada vrstu *Panonychus ulmi*.



Slika 4. *Stethorus punctillum* Weise

Izvor: <http://www.evergreengrowers.com/>



Slika 5. *Rodolia cardinalis* Muls.

Izvor: <http://www.organicgardeninfo.com>

Rodolia cardinalis Muls. (Slika 5.) poznata je božja ovčica po uspješnom primjeru biološkog suzbijanja važnog štetnika – narančina crvca (*Icerya purchasi* Mask.) u svijetu. Obje su vrste prisutne u Hrvatskoj ali populacija ovog predatora nije toliko brojna koliko bi trebala biti radi smanjenja populacije narančina crvca i samim time radi sprječavanja nanošenja veće gospodarske štetnosti (Maceljski, 2002.). Ženke ove božje ovčice su vrlo plodne i svaka može položiti od 150 – 190 jaja te imaju brz razvoj iz jajeta u imago, koji pri 25°C traje samo 18 dana što ovom grabežljivcu omogućuje 8-12 generacija godišnje u usporedbi s *Icerya purchasi* koji ima 3-4 generacije godišnje u istim klimatskim uvjetima (Hoddle, 2013.). Isti autor navodi kako su učestale temperature veće od 34°C štetne za opstanak jaja i ličinki ovih božjih ovčica, a imaga mogu tolerirati takve uvjete 72 sata.

Cryptolaemus montrouzieri Muls. (Slika 6.) je božja ovčica koja se koristi za biološko suzbijanje vunastih i štitastih uši. U otprilike 40 država proizvode se i prodaju za suzbijanje narančina crvca i drugih crvaca, a kako bi se postigla uspješna zaštita, potrebno ih je ispustiti čim se pojave crvci. Jedna ličinka pojede oko 250 crvaca za vrijeme svog razvoja (Maceljski, 2002.). Kairo i sur. (2013.) navode kako se ova božja ovčica koristi za suzbijanje 16 i više vrsta štetnika, te je uvedena u najmanje 64 zemlje. Ženka može odložiti od 211-500 jaja.

Hippodamia convergens G.M. (Slika 7.) je božja ovčica koja se koristi i uvozi za biološko suzbijanje lisnih uši i duhanova resičara u SAD-u, Njemačkoj i dr. Ličinka može pojesti do 150 ličinki resičara dnevno, a imago do 300 ličinki resičara dnevno (Maceljski, 2002.).



Slika 6. *Cryptolaemus montrouzieri* Muls.

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 7. *Hippodamia convergens* G.-M.

Izvor: <http://www.arbico-organics.com/>

Šoh i sur. (2013.) u istraživanju bioraznolikosti božjih ovčica na području Požeško-slavonske županije u Ratkovici, pregledavanjem 12 grmova crvenog ribiza, utvrdili su 30 jedinki božjih ovčica od ukupno osam vrsta pronađenih, *Harmonia axyridis* Pallas bila je najbrojnija vrsta sa 17 jedinki.

Harmonia axyridis Pallas je božja ovčica koja je slučajno unesena u Hrvatsku, a pojavljuje se u raznim pojavnim oblicima (Slika 8.). Zabilježena je na 18 različitih lokaliteta u cijeloj Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2010. godine i jedna je od najozbiljnijih invazivnih vrsta širom svijeta (Mičetić Stanković i sur., 2010.). U Kanadu, SAD i Europu unesena je namjerno zbog biološkog suzbijanja štitastih i lisnih uši. Nalazi se na popisu 100 najgorih invazivnih vrsta u svijetu. Svaka ličinka tijekom svog razvoja može pojesti od 600 do 1200 lisnih uši, dok odrasli dnevno mogu pojesti od 90 do 270 lisnih uši, a već u nedostatku lisnih i štitastih uši napadaju i hrane se ličinkama drugih korisnih božjih ovčica. Upravo zbog tako enormno velike ishrane i velike plodnosti (ženka može odložiti od 1600 do 3800 jaja na naličje lista), dolazi do pomanjkanja hrane autohtonim vrstama korisnih božjih ovčica, uslijed čega korisni kukci ugibaju jer ne nalaze izvor hrane (Ivezić i sur., 2011.). Ova božja ovčica postala je invazivna vrsta i u Hrvatskoj te je odgovorna za smanjenje autohtonih vrsta iz cijele porodice Coccinellidae (Šoh i sur., 2013.).



Slika 8. Razni pojavni oblici *Harmonia axyridis* Pallas

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Harmonia_axyridis

3.1.2. Trčci – *Carabidae*

Trčci su veliki kukci, dugi do 30 mm s dobro razvijenim nogama pomoću kojih se brzo kreću i brzo hvataju plijen. Ubrajaju se u najvažnije prirodne neprijatelje brojnih štetnika koji žive u tlu (naročito grčica i žičnjaka). Ličinke i odrasli kukci hrane se raznim štetnicima i to žičnjacima, grčicama hrušta, gusjenicama, ličinkama krumpirove zlatice i mnogim drugim. Postoje vrste koje žive i po nekoliko godina što im omogućuje da za svog života unište i do 1000 različitih ličinki štetnih organizama te tako uspijevaju regulirati brojnost populacija koje žive u tlu (Maceljski, 2002.). Najvažniji su pripadnici korisne faune tla jer i sami žive plitko ispod površine u prizemnom sloju tla i vrlo često obitavaju i naseljavaju razna livadna, šumska, poljoprivredna i travnjačka staništa. Veoma su prilagodljivi čimbenicima okoliša, pridonose smanjenu brojnosti štetnih kukaca ukoliko se poduzmu sve mjere koje osiguravaju njihov opstanak i razmnožavanje na polju kada nema jedinki kojima se hrane. Ukoliko je proizvođač svjestan o važnosti biološke raznolikosti, posebno korisne faune tla poput trčaka koji su indikatori biološke stabilnosti staništa, onda će poduzeti sve mjere da bi se zadržali na polju i kad nema štetnika kojima se hrane, a to je moguće održavanjem zaštitnih pojaseva (Bažok i sur., 2015.).

Iz rodova *Calosoma*, *Pterostichus*, *Carabus*, *Neobria*, *Poecilus* dolaze najvažnije vrste korisnih trčaka i to:

C. sycophanta (Slika 9.) – Veliki trčak koji se smatra prvim kukcem korištenim za biološko suzbijanje štetnika (Maceljski, 2002.).

P. (Morphnosoma) melanarius (Slika 10.) vrlo je važna vrsta koja je prisutna u svim poljoprivrednim kulturama, a hrani se sa 49 štetnih vrsta kukaca iz različitih porodica, sitnim člankonošcima, puževima i gujavicama (Bažok i sur., 2015.).



Slika 9. *Calosoma sycophanta*

Izvor: <http://insecta.pro/gallery/>



Slika 10. *Pterostichus melanarius*

Izvor: <https://species.wikimedia.org/>

3.1.3. Korisne stjenice

Maceljski (2002.) ih ubraja u jedne od najvažnijih prirodnih neprijatelja štetnika i navodi kako je omjer štetnih vrsta stjenica manji u odnosu na korisne vrste koje su većinom brojnije. Osim isključivo zoofagnih vrsta, postoje i kombinacije zoo-fitofagnih i fito-zoofagnih vrsta. Te vrste se osim plijenom hrane i biljnom hranom (naročito pelud; nektar, biljne izlučevine) koja im omogućava produžavanje životnog vijeka postižući visok stupanj preživljavanja i poboljšanje plodnosti uz svrhu održavanja i razvijanja u nedostatku štetnika. Usni ustroj im je pretvoren u rilo kojim bodu i sišu na način da štetnom organizmu kroz jednu cjevčicu ubrizgaju otrov i probavne enzime, a kroz drugu sišu veliku količinu vode i razgrađeni sadržaj plijena (Franin i Barić, 2012.). Prepoznatljive su po trokutastom štitiću (scutellum) na leđnoj strani tijela, a na našim prostorima obitavaju razne vrste iz porodica Nabidae, Miridae, Anthocoridae, Reduviidae, Geocoridae i Pentatomidae (Raspudić i sur., 2014.).

Nabidae je porodica stjenica koja se hrani grinjama, lisnim ušima, resičarima i ličinkama leptira, a njene najpoznatije vrste korištene u biološkom suzbijanju potječu iz roda *Nabis*, a uz to Franin i Barić (2012.) navode kako prezimljavaju imaga u reproduktivnoj dijapauzi ispod ostataka lišća ili kao jaje. Maceljski (2002.) *Himacerus apterus* navodi kao predatora koji siše na resičarima, crvenom pauku, lisnim ušima i drugim štetnicima. Neke od njih su *N. fesus* (Slika 11.) i *N. pseudoferus* (Slika 12.) koje smanjuju populaciju lisnih uši u ozimoj pšenici u Njemačkoj (dnevno konzumiranje od 10 – 15 jedinki), a u vinogradima Italije koriste vrste *Aptus mirmicoides*, *Alleoeorhynchus flavipes* i *Prostemma guttula*, dok se vrsta *N. pseudoferus* hrani lisnim minerom rajčice (8-12 ličinki prvog stadija po biljci uništi između 92 i 96% jaja), a vrsta *N. kinbergi* kroz 24h u laboratorijskim uvjetima pri

temperaturi od 24°C može uništiti približno 131 jaje odnosno 95 ličinki kupusnog moljca (Franin i Barić, 2012.).



Slika 11. *Nabis ferus*

Izvor: <http://www.naturespot.org.uk/>



Slika 12. *Nabis pseudoferus*

Izvor: <http://www.gbif.org/>

Miridae je porodica stjenica koja se odlikuje fitofagnim, zoofagnim i omnivornim načinom ishrane (jajima i ličinkama člankonožaca, oslabjelim odraslim jedinkama, ali i nekim korisnim kukcima) zbog čega im se još pridodaje naziv i livadne stjenice (Franin i Barić, 2012.). Pajač i sur. (2010.) objavljuju popis 276 vrsta u Hrvatskoj od kojih su najzastupljeniji rodovi *Phytocoris* (17 vrsta), *Orthotylus* (13 vrsta), *Dicyphus* (12 vrsta) i *Psallus* (11 vrsta). Vrste iz rodova *Dicyphus* i *Macrolophus* se prodaju i komercijalno koriste za suzbijanje poljoprivrednih štetnika u zaštićenim prostorima poput vrste *D. tamaninii* koja se hrani lisnim ušima na rajčici, te štitastim moljcima i resičarima na rajčicama i krastavcima gdje pri omjeru 3:10 (odnos predator – plijen) može održati populaciju štetnika ispod razine ekonomske štete te može preživjeti hraneći se 10%-nom otopinom meda na biljci krastavca, a da pri tome ne oštećuje biljku (Franin i Barić, 2012.). Na području Mediterana, isti autori opisuju vrstu *M. caliginosus* (Slika 13.), koja se koristi u zaštićenom prostoru za biološko suzbijanje štitastih moljaca (kojima se najradije hrani), resičara, lisnih uši, crvenih paukova, gusjenica i jaja leptira gdje jedan imago dnevno može konzumirati 2 do 5 odraslih jedinki, 30 do 40 jaja i 15 do 20 kukuljica štitastih moljaca, ali koristi i biljnu hranu. Isti autori na istom području opisuju prisutnu vrstu *Nesidiocoris tenuis* (Slika 14.) koja se koristi za biološko suzbijanje jaja i ličinki lisnog минера rajčice, jaja i ličinki nekih leptira te štitastih moljaca rajčice u zaštićenom prostoru, a u nedostatku plijena hrani se listovima i cvjetnim stapkama na rajčici, ne izazivajući značajna oštećenja.



Slika 13. *Macrolophus caliginosus*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 14. *Nesidiocoris tenuis*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

Maceljčki (2002.) ubraja vrstu *Malacocoris chlorizans* kao prisutnog predatora u našim voćnjacima koja se prema Franin i Barić (2012.) hrani lisnim ušima, štitastim ušima, ličinkama lisnih minera štitastim moljcima, grinjama i voćnim crvenim paucima, a pojavljuju se u nasadima lješnjaka, jabuka te na drveću brijesta i vrba. U voćnjacima se za biološko suzbijanje u Europi koristi i vrsta *Blepharidopterus angulatus* koja se hrani crvenim voćnim paucima, lisnim ušima, jajima i ličinkama jabučnog savijača, lisnim buhama i cikadama, a za povećavanje populacije ove vrste u voćnjacima predlaže se podizanje vjetro zaštitnog pojasa sastavljenog od biljaka johe na kojem obitavaju, uz domaćina drveta breze i jabuka (Franin i Barić, 2012.).

Anthocoridae je porodica stjenica koja se ispušta u zaštićene prostore (teže regulira populaciju štetnika na otvorenom) kako bi se biološkom metodom smanjila brojnost grinja, potkornjaša, štitastih uši, lisnih uši, resičara, lisnih buha, jaja nekih leptira kojima se hrani (Franin i Barić, 2012.). Isti autori opisuju uspješno provođenje biološke zaštite u zaštićenim prostorima vrstama iz rodova *Orius* i *Anthocoris*. Vrste *O. insidiosus* (Slika 15.), *O. leavigatus* (Slika 16.), *O. niger*, *O. vicinus*, *O. majusculus*, *O. albidipennis* i *O. minutus* unose se u zaštićene prostore (staklenike), voćnjake i vinograde radi smanjenja populacije štetnih člankonožaca (kalifornijskog tripsa i ostalih resičara, gusjenica, jaja mrežastih stjenica platane, lisnih uši i grinja na jabukama, crvenih voćnih pauka), a hrane se još i biljnom hranom (peludna zrnca - posebice od paprike) koja im je ključna kod preživljavanja i povećanja plodnosti. Postoje vrste *A. nemorum*, *A. nemoralis*, *A. pilosus*, *A. confusus* i *A. sibiricus* koje su važni predatori lisnih buha i kruškinih buha (Franin i Barić, 2012.), a Maceljčki (2002.) ubraja ove vrste kao predatore resičara, lisnih uši, crvenih pauka i drugih štetnika.



Slika 15. *Orius insidiosus*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 16. *Orius leavigatus*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

Reduviidae je porodica stjenica koja je većinom polifagna i kao takva hrani se raznim prirodnim neprijateljima i oprašivačima, ali postoje i korisne vrste kao vrsta *Stenolemus bituberus* koja je predator nekih pauka, te vrsta *Rhynocoris marginatus* koja je polifagna ali uglavnom napada ličinke leptira i nekih kornjaša te se pokazala kao učinkovitom i mogućom u biološkom suzbijanju, tj. snižavanju populacije štetnika kikirikija (Franin i Barić, 2012.).

Geocoridae je porodica stjenica koja se hrani jajima, ličinkama, kukuljicama i odraslim oblicima štetnih kukaca, a kao važan predator je vrsta *Geocoris punctipes* kojoj imago dnevno može usmrtiti oko 80 jedinki crvenih pauka, a tokom razvoja od ličinke do imaga može usmrtiti oko 1600 odraslih crvenih pauka. Ova se vrsta uspješno koristi u biološkoj kontroli ličinki repine sovice, omogućava regulaciju populacije resičara u zaštićenim prostorima te ishranu štitastim moljcem, a najčešće se nalazi uzduž cesta, puteva i agroekosustava koji graniče s površinama zasađenim sojom, lucernom i šećernom repom. Zelenu breskvinu uš u voćnjacima breskve napada vrsta *G. bullatus* (Franin i Barić, 2012.).

Pentatomidae je porodica stjenica poznata vrstom *Podisus maculiventris* koja se komercijalno koristi u biološkom suzbijanju oko 90 vrsta poljoprivrednih štetnika (kampusni moljac, krumpirova zlatica, jaja i ličinke leptira karadrina, rani stadiji ličinke *Harmonia axyridis* itd.) na području Europe i Sjeverne Amerike (Franin i Barić, 2012.). Ovi autori u važne predatore krumpirove zlatice ubrajaju vrste *Perillus bioculatus* i *Picromerus bidens* koja se može koristiti i u biološkom suzbijanju štetnih kukaca iz redova Coleoptera i Lepidoptera, a najčešće naseljava grmoliku vegetaciju i stabla u voćnjacima.

3.1.4. Zlatooke – Chrysopidae

Zlatooke su korisni organizmi koji obitavaju u prirodi i uzgajaju se u mnogim državama u laboratorijima što omogućava kupnju i uspostavu ravnoteže između štetne i korisne populacije kukaca tamo gdje se ispuštaju (voćnjaci, zaštićeni prostor, priroda). Jaja odlažu na lišće i druge organe biljke na nitima dugim 5 – 11 mm gdje jedna ženka može odložiti više stotina jaja. Kod ovih predatora Maceljski (2002). navodi kako su ličinke grabežljivci kojima je usni ustroj oblikovan u obliku kliješta pomoću kojeg se hrane štitastim moljcima, lisnim ušima, resičarima, crvenim paucima, jajima leptira i kornjaša, jajima krumpirovim zlasticama, lisnim buhama itd., dok se odrasle jedinice prema Raspudić i sur. (2014) hrane peludom, cvjetnim nektarom i mednom rosom.

Chrysopa carnea Steph. je najčešća vrsta koja se uzgaja u laboratorijima diljem svijeta, pa se tako ličinke najčešće uzgajaju na jajima i gusjenicama žitnog moljca, krumpirova ili brašnenog moljca i mogu se kupiti veća ili manja pakiranja jaja, ličinki ili imaga (Slika 17.) radi biološkog suzbijanja štetnih kukaca, napose lisnih uši (Maceljski, 2002.). Isti autor opisuje kako jedna ličinka može pojesti oko 30 do 50 crvenih pauka za sat vremena, dok za cijelog života pojede 200 do 500 zelenih breskvinih lisnih uši, te navodi kako se na 1 hektar treba ispustiti oko 10 000 do 15 000 zlatooka. Postoje i vrste *C. septempunctata*, *C. formosa*, *Cunctochrysa baetica*, vrste iz roda *Hemerobius* i *Mallada*.



Slika 17. Pakiranje odraslih jedinki *Chrysopa carnea*

Izvor: <http://www.arbico-organics.com/>

3.1.5. Grabežljivi dvokrilci

Grabežljivi dvokrilci ubrajaju se u važne prirodne neprijatelje štetnika. Usni ustroj im je prilagođen za sisanje i lizanje ili za bodenje i sisanje. Odrasli oblici su upadljivih boja i oprašivači, imaju jedan prednjih par opnatih krila, a stražnji je par krila zakržljao, ličinke su apodne - bez nogu (Maceljski, 2002.).

Asilidae – Grabežljive muhe koje hvataju kukce prednjim nogama. Neke vrste ove porodice u žrtvu uštrcavaju otrovne tvari, a mrtvom organskom tvari hrane se ličinke (Maceljski, 2002.).

Syrphidae – Osolike muhe (lebdjelice, pršilice) vrlo se rado hrane lisnim ušima, a izdvaja se rod *Syrphus*. Neke vrste osolikih muha hrane se i mrtvom organskom tvari u raspadanju te se hrane u naseljima društvenih kukaca gdje i žive (Maceljski, 2002.).

Cecidomyiidae – Mušice šiškarike su prirodni neprijatelji lisnih uši te se uzgajaju u laboratorijima, distribuiraju na tržište i prodaju za biološko suzbijanje ovih štetnika kod kojih se preporuča unijeti 5 jedinki po m². Jedna takva vrsta koja se u promet stavlja u obliku kukuljice jest *Aphidoletes aphidimyza* kojoj ličinke tijekom svog razvoja u trajanju od 7 do 14 dana pojedu 20 do 30 lisnih uši, a jedna ženka može odložiti oko 100 do 150 narančasto – crvenih jaja i ima više generacija godišnje. Ova vrsta (Slika 18.) se vrlo lako može uzgojiti (Maceljski, 2002.).



Slika 18. *Aphidoletes aphidimyza*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

3.1.6. Bogomoljke

Prema istraživanju faune bogomoljki koje se provodilo od 2005. do 2012. godine, Kranjčev (2013.) navodi 9 prisutnih vrsta u sredozemnom dijelu Hrvatske koje naseljavaju topla i sunčana staništa s niskom travnjačkom vegetacijom ili s rijetkim grmljem, a mogu se naći na kori drveća u donjim dijelovima stabla, ispod kamenja, na donjim dijelovima drvenastih vrsta, grmova i drugih bilja, u suhozidima i u gromačama. U svijetu se uzgajaju i prodaju za biološko suzbijanje raznih štetnih kukaca kojima se hrane. Veliki su i malobrojni grabežljivci kod kojih je razvijena mimikrija pa se teško uočavaju u okolišu (Maceljski, 2002.). Bogomoljke za hranu najradije biraju skakavce u raznim stadijima razvoja. Puzeći po niskom grmlju ili bilju kreću se i hvataju plijen u skoku snažnim prednjim parom nogu koji je opskrbljen velikim bodljama i čekinjama kojima priklješte žrtvu što pokazuje kako su vrlo brzi i agresivni lovci poznati po izraženom seksualnom kanibalizmu (kod nekih vrsta ženka već u vrijeme parenja počne jesti svog mužjaka). Prisutni rodovi bogomoljki u Hrvatskoj su *Mantis*, *Ameles* i *Empusa* i kod svih vrsta izražen je spolni dimorfizam (Kranjčev, 2013.).

M. religiosa (Slika 19.) ima tijelo dugačko oko 3 – 4 cm, a ženka jaja odlaže u ooteke. Jedna bogomoljka hrani se s prosječno 20 – 30 mrežastih stjenica platane dnevno (Maceljski, 2002.). Najbrojnija je i najveća vrsta koja je prisutna na toplim i suhim staništima u cijeloj Hrvatskoj gdje u kontinentalnim dijelovima prezimljuju ooteke. Ženke grade ooteke koje su donjom ravnom površinom pričvršćene za donju površinu kamenja gdje se može nalaziti i više ooteka (5-10) različite starosti, a sekundarne ooteke gradi na staništima bez kamenja koje polaže na donje dijelove različitih biljakam grana i stabala, na donju stranu drvenih i drugih predmeta, u šupljine drveta itd. Ooteke su široke oko 1,5 cm, duge oko 4 – 4,5 cm sive do smeđe boje sa zaobljena oba kraja. Oba spola imaju krila, a javljaju se u sivo – smeđoj i zelenoj boji (Slika 20.) s istaknutim spolnim dimorfizmom i kanibalizmom (Kranjčev, 2013.). Rebrina i sur. (2014.) se osvrću na Kranjčev rad te navode kako ova vrsta ima širok spektar staništa, što znači da se ne javlja samo na toplim i suhim staništima kako navodi Kranjčev te da se javlja u raznim nijansama zelene i smeđe boje uključujući zlatno – smeđu, kao i sivu, žutu, a nekad čak i oker boju.



Slika 19. *Mantis religiosa*

Foto: Martina Debelić



Slika 20. Zelena i smeđa bogomoljka

Izvor: <https://commons.wikimedia.org/>

3.1.7. Predatorske grinje – Phytoseiidae

Predatorske grinje prirodni su neprijatelji mnogih štetnih kukaca u voćnjacima, uskladištenim prostorima, zatvorenim prostorima, a posebice se hrane fitofagnim grinjama i to voćnim crvenim paucima i drugim štetnim vrstama grinja kojima uspješno reguliraju brojnost populacije. Imaju od 4 do 7 generacija godišnje, ali i više ukoliko se hrane s više vrsta štetnika. Pojavljuju se u crvenkastim, bjelkastim i drugim bojama, sa kruškolikim tijelom i dugim nogama zbog kojih su vrlo pokretne (Maceljski, 2002.). Usni ustroj im je prilagođen za bodenje i sisanje, pa tako grabežljive grinje roda *Amblyseius* mogu suzbiti kalifornijskog i duhanovog tripsa (Bažok i sur., 2014.), a vrste *A. barkeri* i *A. cucumeris* mogu suzbiti kalifornijskog tripsa i običnog crvenog pauka u zatvorenom prostoru gdje svakog dana isišu od 2 do 5 tripsa (Maceljski, 2002.). Vrsta *A. swirskii* (Slika 21.) suzbija cvjetnog štitastog moljca, duhanova štitastog moljca, ličinke kalifornijskog tripsa, koprivinu grinju. Vrsta *A. barkeri* koristi se za suzbijanje tripsa u cvijeću i povrću, jagodnih grinja i grinja u proizvodnji amarilisa (Bažok i sur., 2014.).



Slika 21. *Amblyseius swirskii*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 22. *Phytoseiulus permisilis*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

Phytoseiulus permisilis (Slika 22.) je grabežljiva grinja koja se ispušta u zatvoreni prostor radi suzbijanja običnog crvenog pauka, a najčešće se unose dvije grinje po biljci ili ako biljka ima velike listove onda se unose dvije grinje po listu (Maceljski, 2002.), a može suzbijati i koprivinu grinju (Bažok i sur., 2014.). Tijelo grinje je narančasto – crvene boje kruškolikog oblika. Jedna odrasla jedinka može pojesti oko 20 ličinki odnosno jaja i od 5 do 7 odraslih oblika, dok ženka može odložiti oko 40 do 60 jaja. Kako bi suzbijanje bilo uspješno u prostoru gdje se obavlja mora biti od 60 – 85% relativna vlažnost zraka. Ova grinja se u drugim zemljama koristi na tisućama hektara zatvorenog prostora što znači da uspješno suzbija običnog crvenog pauka. Uvrštena je na listu prirodnih neprijatelja na koje se obavezno moraju testirati nova sredstva za zaštitu bilja (Maceljski, 2002.).

Typhlodromus pyri je grabežljiva grinja koja je prisutna u našim voćnjacima i vinogradima, ali u nedovoljnom broju, pa se u svijetu proizvodi i prodaje zbog uspješnog biološkog suzbijanja običnih crvenih pauka, crvenih voćnih pauka i grinja šiškarica. Lako se održava na životu i na drugim drvenastim biljkama jer se brzo razmnožava i prilagodi u nasadu, posebno sa zelenim pokrovom. Imago je crvenkastožute ili žućkaste boje jajolika oblika. Jedna grinja za vrijeme svog života može pojesti do 1000 lozinih grinja šiškarica, a dnevno može uništiti oko 20 crvenih pauka. Može imati 3 ili 4 generacije godišnje. Također je uvrštena na listu prirodnih neprijatelja, te se obavezno mora utvrditi djelotvornost novih sredstava za zaštitu bilja, a potom i objaviti dobiveni rezultati. Diljem Europe se ova grinja uspješno koristi u biološkom suzbijanju voćnog crvenog pauka, a u Austriji se obavezno mora koristiti u integriranoj proizvodnji jabuka (Maceljski, 2002.).

3.2. Parazitoidi

Parazitoidi su kukci koji žive na račun jednog od četiri razvojna stadija štetnika i to ili u tijelu (endoparazitoidi) ili na površini (ektoparazitoidi) štetnog organizma. Postoje jajni parazitoidi, parazitoidi kukuljice, parazitoidi odraslog oblika ili parazitoidi ličinke. Nakon što parazitoid iz domaćina iskoristi sve potrebne sastojke nužne za prehranu i završi svoj razvoj, žrtva u гине. Kada parazitoid napadne štetnika kojeg parazitira, obilježava ga da ga drugi paraziti ne bi ponovno napadali. Prema izboru žrtve parazit može biti polifag, monofag ili oligofag. Bojni parazitoidi se u svijetu proizvode, prodaju i koriste u biološkom suzbijanju štetnih kukaca. Za njihovu učinkovitost kod smanjenja populacije štetnih organizama nije

presudna smrtnost žrtve već je bitan prestanak ishrane štetnika kojom i nastaju neželjene gospodarske štete (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

3.2.1. Parazitski dvokrilci – *Diptera*

Parazitski dvokrilci ubrajaju se u važne prirodne neprijatelje štetnika koji se proizvode i prodaju u svijetu radi biološke zaštite. Usni ustroj im je prilagođen za sisanje i lizanje ili za bodenje i sisanje. Odrasli oblici imaju jedan prednjih par opnastih krila, a stražnji je par krila zakržljao, ličinke su apodne - bez nogu (Maceljski, 2002.).

Tachinidae – Muhe gusjeničarke (Tahine) imaju tijelo prekriveno dlakama koje strše i vrlo su slične domaćim muhama. U ovoj porodici ženke mogu odlagati jaja ili u ili na tijelo štetnika, dok neke vrste polažu jaja na biljke i tako dospijevaju u domaćina putem njihove ishrane (Maceljski, 2002.). Ličinke su endoparaziti jer žive i hrane se u tijelu žrtve dok ne obave svoj razvoj, a kada ga obave žrtve ugibaju i iz njih van izlijeću odrasli oblici muha (Raspudić i sur., 2014.) Postoje monofagne i polifagne vrste muha gusjeničarki, a poznate su vrste *Lydella thompsoni* (Slika 23.) i *L. stabulans* koje parazitiraju kukuruznog moljca, zatim vrste *Compsilura concinata* i *Exorista larvarum* koje parazitiraju zlatokraja, sovice, gubare i druge štetnike, a s vrstom *Doryphorophaga doryphorae* u nekim zemljama rade se pokusi za biološko suzbijanje krumpirove zlatice (Maceljski, 2002.).

Bombyliidae – Dlakave muhe zujalice također parazitiraju ličinke, jaja i kukuljice raznih štetnika, a najpoznatije vrste dolaze iz roda *Anthrax* (Maceljski, 2002.).



Slika 23. *Lydella thompsoni*

Izvor: <http://www.ent.iastate.edu>



Slika 24. Rod *Trichogramma*

Izvor: <https://www.planetnatural.com/>

3.2.2. Entomofagne osice

One mogu odlagati jaja u tijelo žrtve (endoparaziti) ili na površinu žrtve (ektoparaziti) ili čak na biljke kojima se štetnik hrani i tako unosi jaja osica u svoj organizam. Parazitiraju štetnike u stadiju jaja, ličinke, kukuljice i imaga, a pronalaze ih podražajem kemijskih tvari (kairomoni) koje žrtva ili biljka izlučuje (Maceljski, 2002.). Koriste se u biološkoj kontroli raznih štetnih organizama u svijetu.

Trichogrammatidae je porodica sitnih osica dugih oko 0,5 mm s najpoznatijim vrstama iz roda *Trichogramma* (Slika 24.) koje se koriste u biološkoj zaštiti nasada i usjeva mnogih štetnika. Jajni su paraziti koji imaju regulacijsku ulogu populacije štetnih vrsta kukaca, ali zbog malog broja jedinki prisutnih osica u prirodi, vrlo malo utječu na smanjenje brojnosti. U svijetu se masovno proizvode u biotvornicama, pa se mogu kupiti na tržištu u mnogim zemljama, a u Hrvatskoj su se nekad proizvodile u Splitu u laboratoriju Instituta za jadranske kulture. Zbog lakog uzgoja žitnog i brašnenog moljca u laboratorijskim uvjetima, osice se uzgajaju na jajima tih domaćina, gdje se onda parazitirana jaja stavljaju na plastične pločice, papir, kapsule od ljepenke itd. te se onda na njima ili u njima stavljaju u usjeve i nasade. U smanjenju populacije sovice i drugih štetnika aktivna je vrsta *T. evanescens*, a vrsta *T. oleae* napada maslinina moljca kao i vrsta *T. embryophagum* (Maceljski, 2002.).

Aphelinidae je porodica sitnih osica koje se uspješno koriste u biološkoj zaštiti u staklenicima i plastenicima i voćnjacima protiv raznih vrsta štetnika. Neke vrste iz roda *Encarsia* ispuštaju se u zatvoreni prostor i to vrsta *E. perniciosi* koja se uzgaja na štitastim ušima naseljenim na tikvama za suzbijanje kalifornijske štitaste uši, zatim vrsta *E. berlesi* koja se koristi za suzbijanje dudove štitaste uši i vrsta *E. formosa* (Slika 25.) koja se aktivno koristi u Europi na čak više od 5000 ha protiv cvjetnog štitastog moljca i duhanovog štitastog moljca, a u Nizozemskoj se u jednom tjednu proizvede oko 20 milijuna jedinki ove vrste. Iz roda *Aphelinus* poznata je vrsta *A. abdominalis* (Slika 26.) koja suzbija lisne uši u zatvorenom prostoru te vrsta *A. mali* koja suzbija krvave uši jabuke u voćnjacima. Iz roda *Eretmocerus* poznate su vrste *E. eremicus* (Slika 27.), *E. mundus* i *E. californicus* koje se ispuštaju u zatvoreni prostor radi suzbijanja štitastih moljaca, a neke vrste roda *Coccophagus* također se ispuštaju u zatvoreni prostor zbog suzbijanja nekih štitastih uši (Maceljski, 2002.).



Slika 25. *Encarsia formosa*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 26. *Aphelinus abdominalis*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 27. *Eretmocerus eremicus*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 28. *Dacnusa sibirica*

Izvor: <http://www.biobestgroup.com/>

Braconidae je porodica koja se sastoji od brojnih vrsta ektoparazitskih osica koje ne paraliziraju domaćina koji se može kretati tako da takve vrste uglavnom paraliziraju ličinke i gusjenice koje uginu kada osice završe svoj razvoj. Iz roda *Apanteles* poznata je vrsta *A. glomeratus* i mnoge druge koje paraliziraju kukuruznog moljca i sovice. Iz roda *Microbracon* i *Meteorus* se koriste razne vrste za suzbijanje kukuruznog. Za suzbijanje lisnih muha minera iz roda *Liriomyza* koristi se vrsta *Dacnusa sibirica* (Slika 28.) koja se masovno proizvodi i koristi u biološkoj zaštiti na tisuće hektara zatvorenog prostora. Kod nas se proučavala i ispuštala vrsta *Opius concolor* zbog suzbijanja maslinine muhe (Maceljski, 2002.).

Eulophidae je porodica parazitskih osica raznih vrsta poput *Diglyphus isaea* (Slika 29.) koje se uzgajaju za biološko suzbijanje lisnih muha minera iz rodova *Phytomyza* i *Liriomyza* u zatvorenom prostoru. Vrste parazitskih osica iz roda *Tetrastichus* napadaju žitnog balca, a vrste roda *Euplectrus* parazitiraju razne vrste gusjenica. U parazita kukuruznog moljca ubraja se vrsta *Eulophus viridulus*. Vrsta *Edovum puttleri* jajni je parazit i proučavana je u suzbijanju krumpirove zlatice, ali zbog težeg prezimljavanja ne postiže veću djelotvornost (Maceljski, 2002.).



Slika 29. *Diglyphus isaea*

Izvor: <https://www.koppert.com/>



Slika 30. *Aphidius matricariae*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

Encyrtidae je porodica parazitskih osica u kojoj su neke vrste poznate po poliembrioniji, što znači da se iz jednog jajeta razvije više stotina pa i tisuća ličinki sovice. Kao takva, poznata je vrsta *Litomastix truncatellus* koja je nađena u gusjenicama sovice game brojeći do 2200 jedinki sovice u samo jednoj gusjenici, a sve su se razvile iz jednog jajeta odloženog u gusjenicu. Vrsta *Ageniaspis fuscicollis* također poznata po poliembrioniji napada maslinina moljca, jabučnog moljca, šljivinog moljca i neke druge štetne gusjenice. Vrsta *Oencyrtus kuwanae* napada leptire, a vrsta *Leptomastix dactylopyii* suzbija narančine crvce. Vrste roda *Metaphycus* suzbijaju maslinine štitaste uši (Maceljski, 2002.).

Aphidiidae je porodica parazitskih osica koja se koristi za biološko suzbijanje lisnih uši u zatvorenom prostoru, pa se tako u Europi proizvode vrste iz najbrojnijeg roda *Aphidius*. *A. matricariae* (Slika 30.), *A. ervi* (Slika 31.) i *A. colemani* te mogu uspješno regulirati brojnost lisnih uši (Maceljski, 2002.).



Slika 31. *Aphidius ervi*

Izvor: <https://www.koppert.com/>

Ichneumonidae je porodica s osicama većih tijela koje parazitiraju kukuljice i ličinke. Poznati su rodovi *Theronia*, *Ephialtes* i *Pimpla* (s više endoparazitskih vrsta) koji uz vrstu *Horogenes punctorius* parazitiraju kukuruznog moljca.

Scelionidae je porodica parazitskih osica u koju se ubrajaju vrste iz rodova *Assolcus*, *Telenomus* i *Microphanurus* koje uvelike utječu na pojavu žitnih stjenica kod nas. Jajni su paraziti koji i do 80% mogu parazitirati ove štetnike.

Mymaridae je porodica parazitskih osica u koju spadaju najsitnije vrste osica, i to vrsta *Anaphes flavipes* koja napada i parazitira jaja žitnog balca.

3.3. Korisni mikroorganizmi

U svijetu se aktivno koriste i proizvode razni biološki pripravci na bazi korisnih mikroorganizama (gljiva, virusa, bakterija, nekih algi i nematoda) za biološko suzbijanje štetnih kukaca, pokazujući odlične rezultate učinkovitosti. Korisni organizmi uzrokuju bolesti štetnih kukaca i na taj ih način uspijevaju suzbiti (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Razmnožavaju se unutar živog kukca, a zarazu vrše najčešće u tlu, pa prodiru u organizam štetnika kroz otvore na kutikuli, te usni i analni otvor (Ivezić, 2008.).

3.3.1. Bakterije

Bakterije su mikroorganizmi prokariotske građe koji rijetko izazivaju oboljenja kukaca (Ivezić, 2008.). U svijetu se najviše proizvede i primjenjuju mikrobiološki pripravci na bazi bakterije *Bacillus thuringiensis* koji su vrlo učinkoviti jer ova bakterija proizvodi više vrsta kristala koji sadrže proteine toksične za kukce, pa kada taj delta-endotoksin dođe u probavne organe kukca, sprječava njegovu daljnju ishranu (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Pokuse za biološko suzbijanje kukuruznog moljca u prirodi prvi je u svijetu postavio znanstvenik Božidar Hergula, i to 1929. godine u botaničkom vrtu u Zagrebu, koristeći bakterije *Bacterium canadensis*, *B. thuringiensis* (najdjelotvornija), *Cocobacillus ellinger* i *B. galeriae* (Raspudić i sur., 2014.) Također, u biološkoj zaštiti koriste se i bakterija *B. popilliae* (Ivezić, 2008.).

B. thuringiensis (*Bt*) je bakterija koja se uzima za bazu prilikom pravljenja mnogih bioloških preparata korištenih za biološko suzbijanje štetnih kukaca u svijetu. Učinkovita je protiv štetnih vrsta kukaca iz redova Lepidoptera, nekih Coleoptera i Diptera (Raspudić i sur., 2014.) *B.t.* pripravci imaju sporo djelovanje, jer kada se štetnik počne hraniti ubrzo prestaje s ishranom i pravljenjem šteta, a nakon tri do pet dana ugiba. Postoje pripravci na bazi podvrste *B.t. kurstaki* koji se koriste za suzbijanje kukuruznog moljca, maslinina

moljca, gusjenica leptira, jabučnog moljca, kupusnog bijelca i druge štetnike, a na ličinke kornjaša učinkovita je podvrsta *B.t. tenebrionis* (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

3.3.2. *Virusi*

Entomopatogeni virusi koji su izolirani iz više od tisuću vrsta kukaca, ubrajaju se u bakuloviruse, a najčešći su virusi granuloze i nuklearne poliendrije (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.) koji inficiraju i ubijaju štetne organizme (Ivezić, 2008.). Bakulovirusi su patogeni i većinom moraju biti uneseni u tijelo štetnika kako bi se stanice u tijelu zarazile i dalje reproducirale u tijelu štetnika (Sesvečanec, 2012.). Biološki pripravci na bazi virusa primjenjuju se diljem svijeta, pa se tako i u Hrvatskoj mogu kupiti pripravci na bazi virusa za suzbijanje jabučnog savijača u ekološkoj i integriranoj proizvodnji.

3.3.3. *Gljivice*

Entomopatogene gljive su najrašireniji organizmi koji se koriste za suzbijanje štetnih kukaca. Spore gljiva kada dođu u kontakt s kukcem, kliju i hifama probijaju kutikulu te tako izazivaju brzu smrt koja je povezana sa otpuštanjem toksina (Ivezić, 2008.). Na osnovi gljivice *Metarrhizium anisopliae* koriste se pripravci za suzbijanje gusjenica kukuruznog moljca, potkornjaka, pipa i hruševa u prirodi, a za suzbijanje cvjetnog štitastog moljca u zaštićenom prostoru koriste se pripravci na bazi gljivice *Aschersonia aleyrodis*. Pripravci koji sadrže gljivicu *Verticillium lecanii* primjenjuju se u zaštićenom prostoru radi suzbijanja štitastog moljca, lisnih i štitastih uši, a pripravci na bazi gljivice *Beauveria bassiana* primjenjuju kod suzbijanja kukuruznog moljca, cvjetnog štitastog moljca, običnog crvenog pauka (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

3.3.4. *Nematode*

Entomopatogene nematode primjenjuju se u biološkoj zaštiti od štetnih kukaca u mnogim zemljama i to bez potrebne registracije jer su dugogodišnji rezultati pokazali da nisu štetne za životnu sredinu, životinje, biljke i ljude. Masovna proizvodnja entomopatogenih nematoda doživjela je procvat od početka osamdesetih godina prošlog stoljeća zbog razvoja jeftinih metoda uzgoja u in vitro tekućim fermentorima velikih

kapaciteta, a upravo takav uzgoj je najjeftiniji i najintenzivniji način proizvodnje uz visok nivo tehnologije i visokih početnih ulaganja, za razliku od *in vivo* (uzgoj na ličinkama voskova moljca) i *in vitro* (u čvrstom ili tekućem mediju) metoda kod kojih su potrebni veliki troškovi radne snage uz ograničeni kapacitet. Djelovanje nematoda učinkovitije je u vlažnom tlu jer su one vodeni organizmi (Nježić, 2016.). Nematoinsekticidi imaju brojne prednosti u odnosu na kemijske pripravke i to, imaju široku listu domaćina, jednostavno se uzgajaju i primjenjuju, nije potrebna zaštitna oprema, nije potrebno čekati od primjene do sjetve ili sadnje, djeluju brzo i učinkovito kroz dulje vremensko razdoblje, imaju visok potencijal razmnožavanja, razmnožavanjem se same obnavljaju, nisu štetne za druge žive organizme i okoliš, nema opasnosti od rezidua, a jedini nedostatak im je visoka cijena proizvoda (Bažok i sur., 2014.).

Mermithidae je porodica koja je letalna i za vodene i za kopnene kukce, a infektivne ličinke drugog stadija prodiru izravno kroz kutikulu u tjelesnu šupljinu štetnika gdje se hrane, razvijaju i presvlače, a izlaze iz domaćina kroz kutikulu u predadultnom stadiju pri čemu domaćin ugiba, a nematode prelaze ili u vodu ili u tlo gdje neke žive i do godinu dana a neke do 10 dana kopulirajući i odlažući jaja kojima se mogu zaraziti drugi štetnici unoseći ih hranom u svoj organizam. Od komercijaliziranih vrsta poznate su *Hexamermis albicans* i *Amphimermis elegans* kojima se učinkovito suzbija krumpirova zlatica (Oštrec, 2001.).

Heterorhabditidae i *Steinernematidae* su porodice koje žive u raznim tipovima tala, a njihove ličinke su udružene sa simbiotskim bakterijama koje žive u probavilu nematoda i pomažu im u bržem svladavanju domaćina koji uginu već nakon 24 ili 48 sati od početka parazitanosti. U probavilu nematoda porodice *Heterorhabditidae* žive bakterije roda *Photorhabdus*, a u probavilu nematoda porodice *Steinernematidae* žive bakterije roda *Xenorhabdus*. Njihove infektivne ličinke trećeg stadija prežive u tlu od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, a u štetnika aktivno ulaze kroz crijevni otvor, usta, oduške traheja ili pasivno hranom. U tijelu kukca se aktivno hrane, presvlače i razvijaju u odrasle oblike kod kojih ženke nakon kopulacije odlažu jaja iz kojih se razvijaju ličinke koje se presvlače dok ne dođu do trećeg stadija te zatim izlaze iz uginulog domaćina i prelaze u tlo gdje traže novog domaćina. Od komercijaliziranih vrsta poznate su *S. carpocapse* i *S. feltiae* koje učinkovito suzbijaju jabukova savijača, zlatice, pipe, gusjenice leptira, muhe itd., a vrste *H. bacteriophora* i *H. megidis* učinkovito suzbijaju listorošce, pipe, sovice itd. (Oštrec, 2001.).

4. BIOLOŠKI INSEKTICIDI

Biološki insekticidi se na tržištu dijele na makroorganizme u koje spadaju proizvodi prirodnih neprijatelja (kukci, grinje), te na mikroorganizme u koje spadaju proizvodi gljivica, bakterija, virusa i nematoda. Tvrtka Chromos Agro d.d. u prodaji nudi biološki insekticid Madex na bazi granulovirusa namijenjen u suzbijanju jabučnog savijača na jezgričavom voću i mikrobiološki selektivni kontaktni insekticid Baturad WP na bazi bakterije *B.t. kurstaki* za suzbijanje gusjenica štetnih vrsta leptira (Lepidoptera) u šumarstvu, voćarstvu, maslinama, vinogradarstvu, povrtlarstvu i na ukrasnom bilju. Tvrtka Florel d.o.o. u prodaji nudi selektivni mikrobiološki insekticid Biobit WP na bazi bakterije *B.t. kurstaki* za suzbijanje gusjenica štetnih insekata u L1 i L2 stadiju ličinki i mikrobiološki insekticid Novodor 3% na bazi bakterije *B.t. tenebrionis* za suzbijanje krumpirove zlatice u krumpiru. Ispuštanje prirodnih neprijatelja na poljoprivredne površine ciljno i namjerno zapravo je primjena bioloških sredstava za zaštitu bilja koji se nazivaju biopesticidi (Bažok i sur., 2014.). Danas mnoge tvrtke diljem svijeta proizvode biopesticide i distribuiraju ih na tržište po raspodijeljenim lancima, što kupcu omogućava isporuku proizvoda u najkraćem mogućem vremenskom roku. Tako je tvrtka Colić – trade d.o.o. prva na Hrvatskom tržištu ponudila kupnju korisnih organizama (Tablica 1.) poznate Nizozemske tvrtke Koppert uz dozvoljen uvoz od Ministarstva poljoprivrede i šumarstva i veterinarske inspekcije. Tvrtka Zeleni hit d.o.o. također nudi asortiman proizvoda za biološku zaštitu u zaštićenim prostorima tvrtke Koppert.

Tablica 1. Ponuda proizvoda tvrtke Colić – trade d.o.o.

ŠTETNIK	TRGOVAČKI NAZIV PREPARATA	PRIRODNI NEPRIJATELJ
Štitasti moljac (bijela mušica) (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>)	En-Strip	<i>Encarsia formosa</i>
	Ercal	<i>Eretmocerus eremicus</i>
	Enermix	<i>E. formosa</i> + <i>E. Eremicus</i>
	Mirical	<i>Macrolophus caliginosus</i>
	Mycotal	<i>Verticillium lecanii</i>
Duhanov štitasti moljac (<i>Bemisia tabaci</i>)	Bemipar	<i>Eretmocerus mundus</i>
	Bemimix	<i>E. eremicus</i> + <i>E. mundus</i>

Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Thripex (-plus)	<i>Amblyseius cucumeris</i>
	Thripor	<i>Orius</i> sp.
	Thripans	<i>Amblyseius degenerans</i>
	Mycotal	<i>Verticillium lecanii</i>
	Entomite	<i>Hypoaspis aculeifer/miles</i>
Koprivina grinja (crveni pauk) (<i>Tetranychus urticae</i>)	Spidex	<i>Phytoseiulus persimilis</i>
	Spidex-CPR	<i>Tetranychus urticae</i>
	Spical	<i>Amblyseius californicus</i>
	Spidend	<i>Feltiella acarisuga</i>
	Mirical	<i>Macrolophus caliginosus</i>
Lisne uši (Aphidoidea)	Ahipar	<i>Aphidius colemani</i>
	Ervipar	<i>Aphidius ervi</i>
	Chrysopa	<i>Chrysoperla carnea</i>
	Syrphidend	<i>Episyrphus balteatus</i>
	Aphidend	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>
	Adalia	<i>Adalia bipunctata</i>
	Aphilin	<i>Aphelinus abdominalis</i>
	Aphibank	<i>Aphidius colemani</i>
	Ervibank	<i>Aphidius ervi</i>
Štitaste uši (Coccoidea)	Cryptobug	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>
	Leptopar	<i>Leptomastix dactylopii</i>
Lisni miner (<i>Liriomyza trifolii</i> , <i>L. huidobrensis</i> , <i>L. bryoniae</i> , <i>Chromatomya</i> <i>/Phytomyza/ horticola</i>)	Minex	<i>Dacnusa sibirica</i> (90%) + <i>Diglyphus isaea</i> (10%)
	Diminex	<i>Dacnusa sibirica</i> (50%) + <i>Diglyphus isaea</i> (50%)
	Miglyphus	<i>Diglyphus isaea</i>
	Minusa	<i>Dacnusa sibirica</i>
Gusjenice leptira (Lepidoptera)	Tricho-Strip Dipel Mirical	<i>Trichogramma brassicae</i> <i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Macrolophus caliginosus</i>
Šampinjonske muhe (Sciaridae)	Entonem	<i>Steinernema feltiae</i>
	Entomite Aculeifer	<i>Hypoaspis aculeifer</i>
	Entomite Miles	<i>Hypoaspis miles</i>
	Sciarid	<i>Steinernema feltiae</i>
Kornjaši, pipe (Coleoptera)	Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>

Tvrtka Pro-eco d.o.o. u ponudi ima samo neke proizvode koji se mogu koristiti u biološkoj zaštiti štetnih kukaca (Tablica 2.).

Tablica 2. Ponuda proizvoda tvrtke Pro-eco d.o.o.

SUZBIJA	TRGOVAČKI NAZIV PREPARATA	BAZA
Jabučni savijač (<i>Cydia pomonella</i>)	Granupom	<i>Cydia pomonella</i> granulovirus
Ličinke male crne mušice	Nemacel	Nematoda <i>Steinernema feltiae</i>
Kalifornijski trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Nemaflor	Nematoda <i>Steinernema feltiae</i>
Ličinke hrušta	Nemagreen	Nematoda <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>
Ličinke male crne mušice	Nemaplus	Nematoda <i>Steinernema feltiae</i>
Prezimljujuće ličinki jabučnog savijača te ostalih ličinki leptira u voćarstvu	Nemapom	Nematoda <i>Steinernema feltiae</i>
Rovca, ozime sovice, sovice ipsilon, proljetne sovice, livadnog komarca	Nemastar	Nematoda <i>Steinernema carpocapsae</i>
Ličinke pipa (<i>Otiorhynchus sulcatus</i>)	Nematop	Nematoda <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>

5. NAČINI BIOLOŠKOG SUZBIJANJA

Biološko suzbijanje se može provoditi i održavati na nekoliko načina, a najbolje i najpovoljnije načine za svoje kulture, poljoprivrednik odabire prema potrebama.

Pod augmentativnim načinom biološkog suzbijanja podrazumijeva se uzgoj, razmnožavanje i ispuštanje autohtonih prirodnih neprijatelja u zatvorene prostore, voćnjake, vinograde ili u usjeve, ali i primjena mikrobioloških pripravaka na bazi bakterija, virusa, gljivica.

Pod klasičnim načinom biološkog suzbijanja podrazumijeva se unos prirodnih neprijatelja iz njihove postojbine, najčešće iz drugih država ili s drugih kontinenata. Ako se unosi neka egzotična vrsta koja nije prisutna u zemlji u koju se unosi, tada se temeljitim i opsežnim znanstvenim istraživanjima mora utvrditi da li postoji rizik od napada na korisne kukce, pčele i druge oprašivače (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Kada se utvrdi da unosna vrsta neće postati invazivna i štetna za korisne organizme, može se nastaviti sa daljnjim protokolom unosa.

Pod konzervativnim načinom biološkog suzbijanja podrazumijeva se očuvanje autohtonih prirodnih neprijatelja i stvaranje povoljnih uvjeta za njihovo razvijanje i održavanje u staništima na kojima obitavaju. Biljni pokrov osigurava zaklon i hranu te je pogodnije stanište za prirodne neprijatelje nego golo tlo jer se na takvom staništu smanjuje mogućnost preživljavanja i razmnožavanja prirodnih neprijatelja. Razmnožavanju prirodne faune i flore, povećanju brojnosti prirodnih neprijatelja te samom održavanju ravnoteže pogoduje ostavljanje neobrađenih i nezasijanih pojasa uz rub parcela usjeva (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Na tim neobrađenim rubovima moguće je samo pustiti da raste samonikla flora ili se posije biljna vrsta koja brzo razvija zelenu masu kao npr. lucerna, djetelina, heljda ili neke mahunarke koje privlače predatorske stjenice, trčke, pauke, ptice i manje sisavce. Travnate trake, suhozidi, grmovi, stabla, šikare, nakupine kamenja tvore živice koje su ključna komponenta u bioraznolikosti nekog ekosustava i imaju važnu ulogu u biološkoj zaštiti štetnih kukaca jer su pogodne za razvoj i održavanje prirodnih neprijatelja zbog dodatnog izvora hrane i zaštite. Tako se u područjima obraslim prirodnim živicama rado zadržavaju odrasle jedinke osolikih muha jer nalaze zaštitu od vjetrova, a neke vrste grmova i drveća poput *Cornus sanguinea* (sviba), *Prunus spinosa* (trnina), *Crataegus monogyna* (bijeli glog) i *Euonymus europaeus* (obična kurika) pružaju sklonište i poboljšavaju reproduktivnu sposobnost kod božjih ovčica jer se hrane cvjetovima navedenih vrsta. Na neobrađenim pojasevima uz rub parcela mogu se posijati ciljane cvjetnice odnosno tzv. cvjetne trake koje se mogu sijati i unutar voćnjaka, vinograda pa čak i u sredini usjeva. Cvjetne trake privlače božje ovčice, parazitske osice, mrežokrilke, predatorske stjenice te im pružaju hranu i zaštitu. Prirodnim neprijateljima atraktivnije su žute i bijele boje cvjetova. Nektar je bogat ugljikohidratima koji osiguravaju energiju kukcima, a pelud sadržava hranjive tvari koje su potrebne za proizvodnju jaja i plodnost posebice kod nekih vrsta parazitskih osica. Kim, divlja mrkva, stolisnik, kamilica, poljska gorušica, gospina trava, lucerna, mak, koromač, grahorica, heljda i neke druge biljne vrste pogodne su za formiranje cvjetnih traka. Heljda uz divlju mrkvu, pastrnjak i dr. vrlo je pogodna vrsta kako za

formiranje cvjetnih traka tako i za travnati pokrivač u voćnjacima i vinogradima jer privlači osolike muhe, neke vrste parazitskih osica, te pruža sklonište predatorskim stjenicama (Franin i Barić, 2011.). Postoje biljne vrste koje svojim mirisom privlače brojne štetne i korisne kukce i koje ispuštaju mirisna eterična ulja ili biokemijske tvari koje odbijaju štetnike, a to su korijander (odbija lisne uši), dragoljub (posađen blizu brokule, tikvica i jabuke odbija lisne uši jakim mirisom), kopar (privlači predatore, osolike muhe i predatorske ose, koje drže lisne uši pod kontrolom), krasuljica, buhač (svojim jakim mirisom odbija krumpirovu zlaticu), neven (privlači gusjenice) i hajdučka trava. Komorač privlači velik broj korisnih kukaca i medonosnih pčela te je pogodno stanište za predatore i parazitske ose, koje uništavaju lisne uši i gusjenice. Matičnjak, kadulja, majčina dušica i menta svojim jakim mirisom odbijaju štetne kukce.

6. VAŽNOST BIOLOŠKOG SUZBIJANJA

Zakonom o održivoj uporabi pesticida (NN 14/14) u članku 4. određen je Nacionalni akcijski plan za postizanje održive uporabe pesticida kako bi se smanjio rizik od štetnog učinka pesticida na okoliš, biološku raznolikost, zdravlje ljudi. Njime se potiče integrirana zaštita bilja u praksi, što je temelj suvremene zaštite bilja. U nju spadaju neizravne i izravne mjere (biološke i dr.). Takvom primjenom postiže se smanjenje populacije štetnika i sprječavaju se izgledi za porast brojnosti štetnika iznad pragova odluke (Bažok i sur., 2014.). Biološko suzbijanje ima mnoge prednosti u odnosu na kemijsko jer izostaje akumulacija kemijskih tvari u tlu, vodi, zraku, nema rezidua u biljnim i životinjskim proizvodima, nema šteta za neciljane organizme, životinje, čovjeka, ne uzrokuju fitotoksična oštećenja biljaka, te se isključuje problem rezistentnosti štetnika. Kod kemijske zaštite postoji opasnost od onečišćenja okoliša, podzemnih voda, tla, ugibanja korisnih organizama i smanjenja njihove brojnosti, pojava rezistentnosti štetnih vrsta i time neučinkovitost sredstava, fitotoksičnost biljaka, ostaci pesticida u biljkama, smanjuje se biološka raznolikost flore i faune tla, a samim time narušava se struktura i plodnost, postoji opasnost od trovanja oprašivača, divljači, riba, ptica, domaćih životinja, čovjeka jer su sva kemijska sredstva za zaštitu bilja svrstana u otrove (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Sve veća upotreba pesticida rezultirala je ozbiljnim gubitkom biološke raznolikosti. Vrlo bitan problem kod kemijske zaštite jest u tome što ostaci sredstva u tlu mogu oštetiti idući usjev zbog nedopuštenih ostataka u njemu te što pri svakoj zaštiti dio sredstva dolazi u atmosferu i tako postaje dionik uzrokovanja

globalnog onečišćenja (Igrc Barčić i Maceljki, 2001.) dok biološka kontrola može pridonijeti značajnom smanjenju emisije stakleničkih plinova (Lenteren i sur., 2017.). Jedan od najvažnijih problema Zemlje postaje čista voda za piće, a korištenjem sredstava za zaštitu postoji opasnost od onečišćenja nadzemnih i podzemnih voda, što nije slučaj s biološkim načinima zaštite koja je u globalu jako važna za održivu, kvalitetnu i zdravu poljoprivredu koja hrani cijeli svijet. Invazija kukuruzne sovice (*Helicoverpa armigera*) izazvala je ogromnu štetu na kukuruzu, pamuku i soji 2012. godine u Brazilu jer pesticidi nisu bili učinkoviti zbog rezistentnosti štetnika, pa su tako odobrili primjenu proizvoda na bazi bakterije *B. thuringiensis* i na bazi Bakulovirusa jer su jedino oni bili učinkoviti (Lenteren i sur., 2017). Ovo je primjer štete kemijske zaštite i učinkovitosti biološke.

7. PRIMJENA BIOLOŠKOG SUZBIJANJA U PRAKSI

Zbog lakšeg kontroliranja uvjeta, korisni kukci se u praksi najčešće ispuštaju i primjenjuju u zaštićenim prostorima (Raspudić i sur., 2014.). U prirodi je teže kontrolirati korisnu faunu jer manipulacija ovisi o svakom proizvođaču. Kako bi prirodni neprijatelji bili učinkoviti u biološkom suzbijanju i prisutni u dovoljnom broju, potrebno im je osigurati pogodno stanište (Franin i Barić, 2011.). Danas se augmentativan način biološkog suzbijanja primjenjuje na više od 30 milijuna ha u svijetu i to u mnogim područjima poljoprivrede, poput voća i povrća, kukuruza, soje, žitarica, šećerne trske, pamuka, grožđa te u staklenicama (Lenteren i sur., 2017.). U stadiju jaja kukuruznog moljca u usjeve kukuruza moguće je ispuštanje parazitskih osica, a u stadiju jaja kukuruzne sovice ispušta se osica *Trichogramma* koja praziti jaja sovice. U usjevima šećerne repe javljaju se štetne lisne sovice, a od bioloških načina zaštite moguće je koristiti mikrobiološki insekticid na osnovi *B.t. kurstaki*, a od prirodnih neprijatelja ispušta se osica *Trichogramma* koja parazitira jaja sovice. Biološka sredstva mogu se koristiti i protiv krumpirove zlatice, ali do 4 mm veličine ličinki. Mogućnost primjene i dobri rezultati postignuti su korištenjem bioloških preparata na bazi *B.t.* pri suzbijanju kukuruznog moljca na kukuruzu i silažnom kukuruzu (Raspudić i sur., 1999., Ivezić i sur., 1998. i Valenčić i sur., 1988.). U suzbijanju ličinki kukuruzne zlatice, mogu se primjenjivati entomopatogene nematode vrsta *H. bacteriophora*, *H. megidis*, *S. carpocapsae* i *S. feltiae*, a cijena pripravaka iznosi oko 1110 kn/ha, dok kemijskih iznosi 870 kn/ha, ovisno o proizvođaču (Grubišić i sur., 2013.). U zaštićenom prostoru mogu se koristiti nematode protiv duhanova štitastog moljca, a u voćnjacima protiv jabučnog savijača (Nježić,

2016.). U uskladištenim prostorima žitarica može se koristiti vrsta *H. bacteriophora* za suzbijanje manjeg brašnara (Raspudić i sur., 2013.). U jesen se u voćnjacima mogu primjenjivati entomopatogene nematode vrste *S. carpocapsae* protiv prezimljujućih stadija gusjenica jabukova savijača u kokonima te se time smanjuje brojnost populacije odraslih leptira sljedećeg proljeća (Grubišić i sur., 2010.). U uskladištenim prostorima, primarne štetnike čiji razvojni oblici žive izvan zrna poput raznih vrsta moljaca, njihova jaja i ličinke mogu parazitirati osice Trichogrammatidae i to *T. evanescens*, *T. pretiosum* i *T. minutum*, dok štetnike kojima se ličinka razvija u zrnu žitarica ili leguminoza parazitiraju osice pteromalidae i to *Pteromalus cerealellae*, *Anisopteromalus calandrae* i *Lariophagus distinguendus*. Skladišne štetnike i to oko 30 vrsta kornjaša i moljaca u svim razvojnim oblicima napada predatorska vrsta *Xylocoris flavipes*, dok od predatorskih grinja postoji vrsta *Pyemotes tritici* koja napada sve razvojne stadije štetnih moljaca, a grinja *Cheyletus eruditus* napada dvije vrste grinja u uskladištenim prostorima. Također, u zaštiti skladišnih proizvoda mogu se koristiti virusi i to granulosis virus, citoplazmatski virus i dr. protiv leptira i kornjaša, od bakterija se protiv moljaca i malog broja kornjaša koriste spore *B. thuringiensis*, a od gljivica se koriste spore *B. bassiana*. U Hrvatskoj se još ne koriste biološki načini i preparati za suzbijanje štetnih kukaca u skladištima (Kalinović i Rozman, 2002.).

8. POTEŠKOĆE PRI PRIMJENI U PRAKSI

Bažok i sur. (2014.) naveli su kako se integrirana zaštita bilja gradi i oslanja na dobrom posjedovanju znanja o ekologiji, životnom ciklusu štetnika i vrsti šteta koje štetnici uzrokuju. Treba poznavati populaciju prirodnih neprijatelja štetnika, te kako biološko suzbijanje u praksi uspješno sprovesti i mnogo drugih stručnih saznanja. Prema Igrc Barčić i Maceljki (2001.), glavni i jedini cilj suzbijanja štetnih kukaca trebao bi se svoditi na to da se suzbijanjem spriječe gubici koje štetnici nanose određenoj kulturi, a ne uništavanje štetnika jer su u takvom slučaju prirodni neprijatelji izloženi opasnosti od ugibanja bez domaćina kojim se hrane. Također, prilikom ugibanja prirodnih neprijatelja, pojava štetnika sa drugih površina omogućava im nesmetano razmnožavanje. Štetnici poljoprivrednih usjeva vrlo lako migriraju s jednog mjesta na drugo pa svaki vlasnik svog zemljišta ovisi o postupcima svojih susjeda. Stoga je vrlo bitno održavati prirodna staništa za korisne organizme uzgajanom vegetacijom koja okružuje proizvodnu površinu ili postavljanjem

kućica koje privlače određene vrste prirodnih neprijatelja poput božjih ovčica i zlatooka. Kod primjene entomopatogenih nematoda u suzbijanju zemljišnih štetnika, učinkovitost ovisi o klimatskim uvjetima, vrsti i temperaturi tla i zraka, specifičnost domaćina, vrijeme napada štetnih organizama, sposobnost nematoda za pronalaženje domaćina te do same metode primjene. Za uspješnost biološke zaštite entomopatogenim nematodama, potrebno je imati sve podatke o tipu tla, vlažnosti tla, temperaturi tla, utjecaju vremena i načinu aplikacije (Grubišić i sur., 2013.). Također, važno je znati da se pri primjeni zaštite entomopatogenim nematodama na uređaju moraju ukloniti sita kako ne bi došlo do oštećenja nematoda, da pritisak uređaja za primjenu pripravka ne smije prijeći 2000 kPa (pri čemu varijabilnost infektivnih ličinki ostaje viša od 85%) dok se pri pritisku od 828 kPa prilikom razbacivanja suspenzije ne uzrokuju mehanička oštećenja nematoda, da su primjerenije konusne dizne radi izbjegavanja hidrodinamičkih oštećenja. Prilikom primjene entomopatogenih nematoda važno je znati pri kojoj temperaturi zraka vršiti zaštitu. Preporučuje se izbjegavati temperature više od 30°C jer unutar jednog radnog sata temperatura vode u uređaju može narasti s 22° na 43°C, a povećanjem temperature smanjuje se učinak nematoda. Kako bi se postigao što bolji učinak infektivnih ličinki entomopatogenih nematoda, važno je znati da su one osjetljive na sunčevu svjetlost, da je vrijeme primjene najprikladnije predvečer, da je vlaga u nasadu prije i poslije pripravka vrlo značajna, te da je poželjno zadržavanje vlage najmanje 6 do 8 sati nakon primjene i uz to, kako bi se dodatno pospješila učinkovitost, preporučuje se navodnjavanje nasada kišenjem prije i nakon zaštite (Grubišić i sur., 2010.). Prilikom suzbijanja jabučnog savijača biološkim sredstvom Granupom radi učinkovitosti vrlo je bitno kada primijeniti sredstvo, što nije jednostavno, jer se ne možemo osloniti na generalne preporuke zato što je nastupilo doba temperaturnih promjena, a kako bi se odredio pravi termin, potrebno je za svaki voćnjak posebno provoditi praćenje leta leptira feromonima i sumiranjem efektivnih temperatura (Budinščak, 2013.). Također, suzbijanje jabučnog savijača biološkim insekticidom Granupom puno je skuplje, jer se za sedam tretmana u 2013. godini prilikom projekta o učinkovitosti biološkog preparata na pokusnim parcelama Poljoprivrednog instituta u Osijeku za biološke preparate trebalo izdvojiti 4086 kn/ha, za razliku od kemijskih, koji su za isti broj tretmana koštali 2505 kn/ha (Budinščak, 2013.). Od korištenja biološke zaštite naše poljoprivrednike odbija viša cijena, nedostupnost i mala registracija sredstava na Hrvatskom tržištu, težina primjene kao i sama činjenica da im je potrebno više znanja, kreativnosti i ekološki uvid kako bi mogli primijeniti takve programe zaštite. Za uspjeh je važna pravodobna primjena, a zbog sporog djelovanja preparata, poljoprivrednici vrlo brzo odustaju od biološke zaštite.

9. DOSTIGNUĆE BIOLOŠKOG SUZBIJANJA U PRAKSI

Biološko suzbijanje za sada je najpogodnije koristiti u zaštićenom prostoru (staklenici, plastenici), te u voćnjacima, vinogradima. Manje pogodno je u ratarskim usjevima odnosno u prirodnim, vanjskim uvjetima. Moguće je i biološko suzbijanje uskladištenih proizvoda. Postoje agensi i metode koje izravno ili neizravno suzbijaju štetne kukce a specifični su za svaku vrstu. Biološku zaštitu moguće je upotrijebiti za suzbijanje svih štetnih organizama (Raspudić i sur., 2014.). Ninkovic i sur., (2013.) rezultiraju kako prethodna prisutnost većeg broja božjih ovčica na duhanu može smanjiti od 40 do 53% naseljavanje zelene breskvine uši te iste biljke što znači da tragovi božjih ovčica mogu utjecati na razvoj populacije lisnih uši njihovim izbjegavanjem i poremećenosti ishrane. Prilikom provođenja prvog klasičnog biološkog suzbijanja narančina crvca na otočjima Galapagosa, ispuštena je *Rodolia cardinalis* u polja, radi suzbijanja *Icerya purchasi* i procjenjuje se da je smanjena gustoća populacije štetnika ~ 60-98% što ukazuje na uspješnost provedenog projekta (Hoddle i sur., 2013.). U Egiptu se jedino ispuštanjem božje ovčice *Cryptolaemus montrouzieri* uspješno provodi zaštita protiv štetnika *Planococcus citri* (Risso), dok se kemijska zaštita izbjegava zbog ekološkog zagađenja (Afifi i sur., 2010.). Ličinke i imaga ove božje ovčice napadaju sve razvojne stadije štetnika *Planococcus citri*, a u Njemačkoj je postotak smanjenja ovog štetnika iznosio 74% u praćenom razdoblju od 5 mjeseci (Afifi i sur., 2010.). Franin i Barić (2012.) navode kako se neke vrste roda *Nabis* na području Turske hrane ličinkama kukuruznog moljca (uspješno provođenje biološkog suzbijanja od 21% do 52%). Vrsta *Anthocoris nemorum* (hrani se grinjama, resičarima i lisnim ušima) i vrsta *Anthocoris nemoralis* mogu smanjiti populaciju kruškine buhe za 72% do 92% (Franin i Barić, 2012.). Vrsta entomofagnih osica *Trichogramma embryophagum* se pokusno provodila u Splitu na Institutu za jadranske kulture radi mogućnosti njene primjene u biološkoj zaštiti, a rezultat je pokazao kako je moguća parazitacija jaja maslinina moljca od 20% do 75% (Maceljski, 2002.). Također se na istom Institutu istraživala mogućnost suzbijanja kukuruznog moljca vrstama *T. mayds* i *T. rhenana* koje su uzgajane u laboratoriju i s kojima je postignuta parazitacija moljca oko 70% (parazitirana jaja pocrne) i k tomu, svoj razvoj osice mogu završiti do 12 dana, pa imaju od 5 do 8 generacija godišnje (Maceljski, 2002.). Tijekom 2005. godine na istom se Institutu istraživala mogućnost zamjene kemijskih sredstava biološkim u suzbijanju cvjetnog štitastog moljca u stakleničkoj proizvodnji krastavaca, pri čemu se koristio biološki pripravak, odnosno biostimulator Bio-Algeen S-90

na osnovi ekstrakta smeđih algi koji je pokazao da se ličinke mogu uspješno suzbiti, ali zbog različitog utjecaja na broj, masu, dužinu i opseg plodova krastavaca, potrebno je provesti dodatna istraživanja (Kažimir i sur., 2011.). Parazitska osica *E. formasa* pojedinačno i u kombinaciji 50% *E. formasa* i 50% *E. eremicus* u obliku bioloških pripravaka Enermix i En-srip primijenjeni su u istraživanju suzbijanja cvjetnog štitastog moljca u stakleničkoj proizvodnji gerbera i dali su najbolje rezultate u odnosu na kemijske preparate (Parađiković i sur., 2007.). U provođenju pokusnog suzbijanja kukuruznog moljca na silažnom kukuruzu biološkim preparatom Biobit XL, intenzitet napada smanjen je za 41% (Raspudić i sur., 1999.), a na kukuruzu intenzitet napada u prvom tretmanu kada, je preparat primijenjen početkom srpnja, iznosio je 53%, zatim u drugom tretmanu, kada je preparat primijenjen početkom i krajem srpnja, napad je iznosio 37% i u trećem tretmanu, kada je preparat primijenjen krajem srpnja, napad je iznosio 37% (Ivezić i sur., 1998.). Prilikom dvogodišnjeg istraživanja djelovanja biološkog insekticida Bactospeine na bazi *B. thuringiensis* u zaštiti od kukuruznog moljca na sjemenskom kukuruzu samo jednim tretiranjem, prije otvaranja metlica, u obje godine je intenzitet napada smanjen za 9% (Valenčić i sur., 1988.). Prilikom istraživanja učinkovitosti suzbijanja jabučnog savijača na pokusnim parcelama Poljoprivrednog instituta Osijek, zaštita se provodila na tri sorte jabuka biološkim preparatom Granupom na bazi *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) gdje je učinkovitost na sve tri sorte iznosila u prosjeku 92,51% što je vrlo zadovoljavajuće i preporučuje se u zaštiti jabuke barem u zadnjim tretmanima jer nema opasnosti od rezidua i karence (Budinščak, 2013.). U uskladištenom prostoru, parazitska osica *Anisopteromalus calandrae* može smanjiti populaciju rižinog žiška u rasutom žitu za 90% (Kalinović i Rozman, 2002.).

Prema najnovijim marketinškim izvješćima, Sjeverna Amerika zauzima najveće tržište biopesticida, nakon čega slijedi Europa. Iz prikupljenih podataka u 2016. godini pokazalo se korištenje oko 350 vrsta prirodnih neprijatelja i postojanost oko 500 komercijalnih proizvođača bioloških sredstava u svijetu. Rast pesticida na tržištu očekuje se između 5% i 6%, dok se za biološku zaštitu pokazalo više, čak i od 15% više po godini. Većina poljoprivrednika izvješćuje kako korištenjem biološke zaštite dobivaju bolje prinose i imaju zdravije usjeve (Lenteren i sur., 2017.).

10. ZAKLJUČAK

Biološko je suzbijanje štetnika temelj suzbijanja sadašnjosti i budućnosti kod profesionalnih korisnika. Svi manji poljoprivrednici, trebali bi slijediti, u kojoj god je to mjeri moguće, sve uspješne poljoprivrednike koji se služe biološkim metodama i šire svijest o pozitivnim učincima takvih načina suzbijanja štetnih kukaca. Danas se pojam zaštite bilja često ne shvaća kako bi se trebao shvaćati, pa se suzbijanje provodi nestručno i bez naznaka svijesti što bi uopće trebao biti cilj suzbijanja. Najčešće poljoprivrednici ne razmišljaju i nisu svjesni što se događa s prirodnim neprijateljima i drugim negativnim popratnim pojavama tokom zaštite bilja. Poljoprivrednici su nezamjenjivi u proizvodnji hrane i upravljaju najvažnijim prirodnim resursima – tlom, vodom, zrakom i trebali bi se zalagati za „svjesnu poljoprivredu“ koja poštuje okoliš i dostupnost resursa za buduće generacije. Da bi se poljoprivrednici okrenuli svjesnoj, zdravoj poljoprivredi, prvo trebaju shvatiti štetne učinke kemijske zaštite. Suvremena zaštita bilja temelji se na načelima integrirane zaštite bilja u kojoj se primjenjuju sve raspoložive mogućnosti za sprječavanje porasta brojnosti štetnika iznad pragova odluke. Tako se uz sve izravne i neizravne mjere trebaju uključiti i biološke, kojima će se uspješno održati brojnost štetnika ispod ekonomskog praga štetnosti. Integrirana zaštita bilja danas je standard u Europskoj uniji, a mjere koje spadaju u takvu zaštitu, poput biološke zaštite štetnih kukaca, moraju osigurati zdrav razvoj biljaka, čuvati prirodne neprijatelje, populaciju štetnika držati na razini ispod kritičnog broja, smanjiti primjenu sredstava za zaštitu bilja i time smanjiti opasnost od pojave rezistentnosti, štetnog utjecaja na okoliš, biološku raznolikost, prirodne resurse i ljude. Za takav oblik proizvodnje potreban je visok stupanj znanja i stalnog praćenja inovacija, unaprjeđenje vještina i cjeloživotno učenje, što uvelike utječe na nezainteresiranost poljoprivrednika. Kako biološka zaštita pokazuje korist i učinkovite rezultate suzbijanja, ona bi u budućnosti mogla spasiti proizvodnju, npr. povrća, jer takva proizvodnja ovisi o zaštiti štetnika koja postaju rezistentna na kemijsku zaštitu. Poljoprivrednici bi trebali uvoditi promjene u zaštiti bilja od štetnih kukaca počevši primjenjivati neke od metoda biološke zaštite koje imaju sporije ali djelotvornije djelovanje. Izbor zaštite bilja utječe na ekološko očuvanje i održanje ravnoteže u prirodi bez koje nema života na zemlji.

11. POPIS LITERATURE

- Afifi, A. I., Said A. El Arnaouty, Angel R. Attia and Asmaa EL-Metwally Abd Alla (2010.): Biological Control of Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Risso.) using Coccinellid Predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. Pakistan Journal of Biological Sciences, 13: 216-222.
- Bažok, R., Barić, K., Čačija, M., Drmić, Z., Đermić, E., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D., Ivić, D., Kos, T., Kristek, A., Kristek, S., Lemić, D., Šćepanović, M., Vončina, D. (2015.): Šećerna repa - zaštita od štetnih organizama u sustavu integrirane biljne proizvodnje. Motiv d.o.o. Agronomski fakultet u Zagrebu: 1-143.
- Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014.): Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. Glasilo biljne zaštite, Vol. 14, No. 5: 357-390.
- Budinščak, Ž. (2013.): Učinkovitost primjene biološkog insekticida na osnovi *Cydia pomonella granulovirus* (CpGV) u sustavu integrirane zaštite. Završno izvješće VIP projekta.
- Franin, K., Barić, B. (2011.): Uloga ekološke infrastrukture u biološkom suzbijanju poljoprivrednih štetnika. Glasnik zaštite bilja, Vol. 34, No. 4: 14-21.
- Franin, K., Barić, B. (2012.): Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. Entomologia Croatica, 16 (1-4): 61-80.
- Grubišić, D., Čuljak G., T., Juran, I. (2010.): Biološko suzbijanje jabukova savijača, *Cydia pomonella* Linnaeus 1785 (Lepidoptera: Tortricidae) entomopatogenom nematodom *Steinernema carpocapsae* Weiser 1955 (Rhabditida: Steinernematidae). Entomologia Croatica, Vol. 14, No. 3-4: 63-74.
- Grubišić, D., Vladić, M., Gotlin Č., T., Benković L., T. (2013.): Primjena entomopatogenih nematoda u suzbijanju kukuruzne zlatice. Glasilo biljne zaštite, Vol. 13: 223-231.
- Hoddle, M. S., Ramirez, C. C., Hoddle, C. D., Loayza, J., Lincango, M. P., Driesche, R. G., Causton, C. E.. (2013.): Post release evaluation of *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) for control of *Icerya purchasi* (Hemiptera: Monophlebidae) in the Galápagos Islands. Biological Control, Vol. 67, Issue 2: 262-274.
- Igrc Baričić, J., Maceljski, M. (2001.): Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski d.d., Čakovec: 1-247.

- Ivezić, M. (2008.): Entomologija - Kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku: 184 – 185.
- Ivezić, M., Raspudić, E., Mlinarević, M., Šamota, D. (1998.): Suzbijanje kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na kukuruzu, biološkim preparatom Biobit XL. Poljoprivreda, 4 (1): 45-49.
- Ivezić, M., Raspudić, E., Šoh, K., Jelovčan, S. (2011.): Azijska božja ovčica *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) – novi član faune u Hrvatskoj. Entomologia Croatica, Vol. 15, No. 1-4: 103-112.
- Jelovčan, S., Igrc Barčić, J., Gotlin Čuljak, T. (2007.): Novoutvrđene vrste božjih ovčica (Coleoptera: Coccinellidae) u Hrvatskoj. Entomologia Croatica, Vol. 11. No. 1-2: 69 – 74.
- Kairo, T.K., Paraiso, O. M., Das Gautam, R., Peterkin, D. D. (2013.): *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. CAB Reviews 8, No. 005.
- Kalinović, I., Rozman, V. (2002.): Suvremeni pristup u suzbijanju štetnika u području zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Zbornik radova seminar DDD i ZUPP 2002 svijet i mi. Korunić d.o.o. Zagreb: 65-73.
- Kažimir, Z., Parađiković, N., Baličević, R., Perica, S., Ravlić, M. (2011.): Utjecaj biološke zaštite na prinos krastavaca pri suzbijanju cvjetnog štitastog moljca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Agronomski glasnik : Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, Vol. 73, No. 6: 305-316.
- Kranjčev, R. (2013.): Fauna bogomoljki (Dictyoptera: Mantodea) u Hrvatskoj. Entomologia Croatica, Vol. 17. No. 1-4: 41-52.
- Lenteren, J.C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W. J., Urbaneja, A. (2017.): Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. BioControl. pp 1 – 21.
- Maceljiski, M. (2002.): Poljoprivredna entomologija, II. dopunjeno izdanje, Zrinski d.d., Čakovec: 1-519.

- Mičetić Stanković, V., Koren, T., Stanković, I. (2010.): The Harlequin ladybird continues to invade southeastern Europe. *Biological Invasions*, Vol. 13, Issue 8, pp 1711–1716.
- Ninkovic, V., Feng, Y., Olsson, U., Pettersson, J. (2013.): Ladybird footprints include aphid avoidance behavior. *Biological Control*, Vol. 65, Issue 1: 63-71.
- Nježić, B. (2016.): Entomopatogene nematode u biološkoj zaštiti bilja. *Glasnik zaštite Bilja*, Vol. 39, No. 4: 10 – 14.
- Oštrec, Lj. (2001.): Biološko suzbijanje štetnih insekata entomopatogenim nematodama. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 66 (3): 179-185.
- Pajač, I., Barić, B., Milošević, B. (2010.): Katalog stjenica (Heteroptera: Miridae) Hrvatske. *Entomologia Croatica*, Vol. 14, No. 1-2: 23-76.
- Parađiković, N., Baličević, R., Vinković, T., Parađiković, D., Karlić, J. (2007.): Biološke mjere zaštite u proizvodnji gerbera i presadnica rajčice. *Agronomski glasnik* 5: 355-364.
- Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014.): Insekticidi u zaštiti bilja. *Poljoprivredni fakultet u Osijeku*: 1-63.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Šamota, D., Brmež, M., Vrandečić, K. (1999.): Suzbijanje kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner) na silažnom kukuruzu biološkim preparatom Biobit XL. *Poljoprivreda*, 5 (1): 23-25.
- Raspudić, E., Majić, I., Brmež, M., Ivezić, M., Liška, A., Trdan, S., Pribetić, Đ. (2013.): Mogućnost primjene entomopatogenih nematoda u kontroli manjeg brašnara *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) Proceedings & Abstracts of 6th International scientific/proffesional conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, 27-29 May 2013: 243-247.
- Rebrina, F., Battison, R., Skejo, J. (2014.): Are *Empusa pennata* and *Bolivaria Brachyptera* really present in Croatia? A reply to Kranjčev 2013) with a critical review of the Mantid taxa found in Croatia. *Entomologia Croatica*, Vol. 18, No 1-2: 17-25.
- Sesvečanec, M. (2012.): Madex® biološki insekticid namijenjen suzbijanju jabučnog savijača na jezgričavom voću. *Glasilo biljne zaštite*, Vol. 12, No. 3: 247-248.

- Šoh, K., Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I. (2013.): Vrste božjih ovčica (*Coccinellidae*) na području Požeško-slavonske županije. Proceedings & Abstracts of 6th International scientific/ professional conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, 27-29 May 2013: 229-233.
- Todorevski, B., Vasilev, Lj. (1975.): Prilog proučavanju biološke metode suzbijanja *Myzus Persicae* (Sulz) na duvanu. Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, Vol. 36, No. 9-12: 519-528.
- Valenčić, Lj., Ivezić, M., Šamota, D., Raspudić, E. (1988.): Suzbijanje kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) biološkim insekticidom Bactospeine na sjemenskom kukuruzu. Znan. prak. poljopr. tehnol. 18 (3-4): 336-334.
- Baturad WP http://pinova.hr/hr_HR/katalog-proizvoda/sredstva-za-zastitu-bilja/insekticidi/kontakti-insekticidi/baturad-wp (15.6.2017.)
- Direktiva 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice o postizanju održive upotrebe pesticida.
- Hoddle, M., Biological Control of *Icerya purchasi* with *Rodolia cardinalis* in the Galapagos. 11.1.2013. http://biocontrol.ucr.edu/rodolia/rodolia_icerya_biocontrol_galapagos.html (5.4.2017.)
- Koppert 2016. <http://www.colic-trade.com/koppert.php> (15.6.2017.)
- Marija Jovanović, Važnost cvjetnih traka u organskoj proizvodnji, 27.05.2017. <https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/vaznost-cvjetnih-traka-u-organskoj-proizvodnji/33040/> (30.6.2017.)
- Pravilnik o integriranoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda, NN 137/12
- Strane invazivne vrste u hrvatskoj - vrsta mjeseca Harlekinska božja ovčica ((*Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)) 01.09.2012 <http://www.dzzp.hr/novosti/bez-podkategorije/strane-invazivne-vrste-u-hrvatskoj-vrsta-mjeseca-harlekinska-bozja-ovcica-harmonia-axyridis-pallas-1773-1148.html> (23.3.2017.)
- Štetnici u zaštićenom prostoru i biološka zaštita 2016. <http://www.zeleni-hit.hr/bioloska-zastita/bioloska-zastita-tekst> (15.6.2017.)
- Zakon o održivoj uporabi pesticida, NN 14/14

12. SAŽETAK

Biološki načini suzbijanja (augmentativan, klasičan, konzervativan) spadaju u nekemijske metode i koriste se kao alternativne metode kemijskim pesticidima za suzbijanje štetnih organizama u integriranim i ekološkim sustavima poljoprivredne proizvodnje. Biološka zaštita biljaka uključuje suzbijanje štetnih kukaca prirodnim neprijateljima (grabežljivci, parazitoidi), drugim korisnim organizmima i mikrobiološkim insekticidima na bazi virusa, bakterija, gljivica i nematoda. Biološku zaštitu moguće je upotrijebiti za suzbijanje svih štetnih organizama u voćnjacima, vinogradima, zaštićenim i uskladištenim prostorima, te u prirodi. Zbog lakšeg kontroliranja uvjeta, korisni kukci se u praksi najčešće ispuštaju i primjenjuju u zaštićenim prostorima. U prirodi je teže kontrolirati korisnu faunu jer manipulacija ovisi o svakom proizvođaču. Tvrtke Colić – trade d.o.o. i Zeleni hit d.o.o. na Hrvatskom tržištu nude asortiman proizvoda za biološku zaštitu štetnih kukaca poznate Nizozemske tvrtke Koppert. Korisni organizmi održavaju stabilnost i ravnotežu agroekosustava tako što napadaju, vrše zarazu ili se hrane štetnim kukcima održavajući ih ispod ekološkog praga štetnosti. Biološko suzbijanje ima mnoge prednosti u odnosu na kemijsko jer izostaje akumulacija kemijskih tvari u tlu, vodi, zraku, nema rezidua u biljnim i životinjskim proizvodima, nema šteta za ne ciljane organizme, životinje, čovjeka, ne uzrokuju fitotoksična oštećenja biljaka, isključuje se problem rezistentnosti štetnika i može pridonijeti značajnom smanjenju emisije stakleničkih plinova. Od korištenja biološke zaštite poljoprivrednike odbija nedostupnost i mala registracija sredstava na Hrvatskom tržištu, viša cijena, težina primjene, sporije djelovanje preparata i potrebno znanje bazirano na novim spoznajama dobivenih znanstvenim istraživanjima.

Ključne riječi: biološka zaštita, korisni organizmi, primjena, prednosti, nedostaci

13. SUMMARY

Biological ways of control (augmentative, classic, conservative) fall into nonchemical methods and are used as an alternative to chemical pesticides used to control harmful organisms in integrated and ecological systems of agricultural production. Biological plant protection includes control of harmful insects by use of natural enemies (predators, parasitoids), other beneficial organisms, and microbiological insecticides based on viruses, bacteria, fungus, and nematodes. It is possible to use biological protection to control all harmful organisms in orchards, vineyards, controlled and storage areas, and in nature. Due to them being easier to check on beneficial insects are most often released and used in controlled areas. Controlling beneficial fauna is harder to carry out in nature. On Croatian market Colić-trade d.o.o. and Zeleni hit d.o.o. are companies that offer a wide assortment of products for biological control of harmful insect, produced by a well-known Dutch company Koppert. Beneficial organisms maintain stability and balance of an agroecosystem by attacking, infecting or feeding on harmful insects and thus keep them under the ecological damage threshold. Biological control has many advantages over chemical control, e.g. it prevents accumulation of chemical substances in the ground, water, and air, it leaves no residues in plant and animal products, it doesn't harm nontargeted organisms, animals, and man, it doesn't cause phytotoxic damage to plants, it excludes the problem of development of pest resistance over time, and it can contribute to significant reduction to emission of greenhouse gases. Farmers are repelled from using biological protection by unavailability and the small number of registered products that are available on Croatian market, higher prices, difficulty of application, slower performance of preparation, and required knowledge of application which is based on newer scientific research.

Keywords: biological protection, beneficial organisms, application, advantages,

disadvantages

14. POPIS TABLICA

Red. br.	Naziv tablice	Str.
1.	Ponuda proizvoda tvrtke Colić – trade d.o.o.	25
2.	Ponuda proizvoda tvrtke Pro-eco d.o.o.	27

15. POPIS SLIKA

Red.br.	Naziv slike	Str.
1.	<i>Coccinella septem-punctata</i> L.	5
2.	<i>Adalia bipunctata</i> L.	5
3.	<i>Exochomus quadripustulatus</i> L.	5
4.	<i>Stethorus punctillum</i> Weize	6
5.	<i>Rodolia cardinalis</i> Muls.	6
6.	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls.	7
7.	<i>Hippodamia convergens</i> G.M.	7
8.	Razni pojavni oblici <i>Harmonia axyridis</i> Pallas	8
9.	<i>Calosoma sycophanta</i>	9
10.	<i>Pterostichus melanarius</i>	9
11.	<i>Nabis ferus</i>	10
12.	<i>Nabis pseudoferus</i>	10
13.	<i>Macrolophus caliginosus</i>	11
14.	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	11
15.	<i>Orius insidiosus</i>	12
16.	<i>Orius leavigatus</i>	12
17.	Pakiranje odraslih jedinki <i>Chrysopa carnea</i>	13
18.	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	14
19.	<i>Mantis religiosa</i>	16
20.	Zelena i smeđa bogomoljka	16
21.	<i>Amblyseius swirskii</i>	16
22.	<i>Phytoseiulus permisilis</i>	16
23.	<i>Lydella thompsoni</i>	18
24.	Rod <i>Trichogramma</i>	18

25.	<i>Encarsia formosa</i>	20
26.	<i>Aphelinus abdominalis</i>	20
27.	<i>Eretmocerus eremicus</i>	20
28.	<i>Dacnusa sibirica</i>	20
29.	<i>Diglyphus isaea</i>	21
30.	<i>Aphidius matricariae</i>	21
31.	<i>Aphidius ervi</i>	21