Utjecaj benefitnih kukaca na prinos usjeva u ekološkoj poljoprivredi

Kuštera, Gabrijela

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:193975

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**

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

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Gabrijela Kuštera

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

UTJECAJ BENEFITNIH KUKACA NA PRINOS USJEVA U EKOLOŠKOJ POLJOPRIVREDI

Diplomski rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Gabrijela Kuštera

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

UTJECAJ BENEFITNIH KUKACA NA PRINOS USJEVA U EKOLOŠKOJ POLJOPRIVREDI

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Zlatko Puškadija

2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor

3. Izv. prof. dr. sc. Ivana Majić

Osijek, 2018.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Pregled literature 2

2.1. Ekološka poljoprivreda 2

2.2. Prednosti i nedostaci ekološke poljoprivrede u odnosu na konvencionalnu i integriranu 3

2.3. Ekološki prihvatljive mjere zaštite bilja 4

2.4. Biološke mjere zaštite bilja 5

2.4.1. Klasična metoda zaštite bilja 6

2.4.2. Konzervacijska metoda zaštite bilja 7

2.4.3. Augmentativna metoda zaštite bilja 7

2.5. Benefitni kukci 8

2.5.1. Oprašivači 9

2.5.1.1. Medonosna pčela (*Apis mellifera, L.*) 10

2.5.1.2. Solitarne pčele 12

2.5.1.3. Bumbari (*Bombus spp.*) 13

2.5.2. Predatori 16

2.5.2.1. Red Hemiptera (rilčari) - podred Heteroptera (raznokrilci, stjenice) 16

2.5.2.1.1. Porodica Anthocoridae 16

2.5.2.1.2. Porodica Geocoridae 17

2.5.2.1.3. Porodica Miridae 18

2.5.2.1.4. Porodica Nabidae 19

2.5.2.1.5. Porodica Pentatomidae (potporodica Asopinae) 19

2.5.2.2. Red Coleoptera (kornjaši) 20

2.5.2.2.1. Porodica Coccinellidae (božje ovčice, bubamare) 20

2.5.2.2.2. Porodica Carabidae (trčci) 22

2.5.2.2.3. Porodica Staphylinidae (kusokrilci) 24

2.5.2.3. Red Dermaptera (kožaši) 25

2.5.2.4.Red Diptera (dvokrilci) 26

2.5.2.4.1. Porodica Cecydomidae (mušice šiškarice) 26

2.5.2.4.2. Porodica Tachinidae (muhe gusjeničarke) 27

2.5.2.4.3. Porodica Syrphidae (osolike muhe, pršilice) 27

2.5.2.5. Red Thysanoptera (resičari, tripsi) 29

2.5.2.6. Red Neuroptera (novokrilaši, mrežokrilci) 30

2.5.2.7. Red Mantodea (bogomoljke) 31
2.5.3. Parazitoidi 31
2.5.3.1. Red Hymenoptera (opnokrilci) 31
2.5.3.1.1. Porodica Aphelinidae 32
2.5.3.1.2. Porodica Braconidae 32
2.5.3.1.3. Porodica Ichneumonidae 33
2.5.3.1.4. Porodica Eulophidae 33
2.5.3.1.5. Porodica Trichogramatidae 34
3. Zaključak 35
4. Popis literature 38
5. Sažetak 45
6. Summary 45
7. Popis slika 46
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA 47
BASIC DOCUMENTATION CARD 48

1. Uvod

Krajem 20 st. na području Europe dolazi do dramatičnog pada brojnosti i opsega raširenosti mnogih životinjskih vrsta unutar agroekosustava. Stoga održivu poljoprivredu kao što je npr. „ekološka proizvodnja“ mnogi vide kao moguće rješenje za podizanje razine biološke raznolikosti (Hole i sur., 2005., Batáry i sur., 2012.). Odegaard (2000.) u podizanju biološke raznolikosti naglašava značaj kukaca. Kada se govori o kukcima u poljoprivredi najčešće se misli na sve one vrste koje uzrokuju štete i smanjuju prinos usjeva. Međutim, postoji puno veći broj vrsta koje nemaju negativan utjecaj na kulture, već djeluju kao prirodni neprijatelji štetočinja, pomažu kod oprašivanja, važan su dio biološke komponente tla ili se tek slučajno nađu na poljoprivrednim površinama. Ovi kukci predstavljaju važan segment zaštite bilja u ekološkoj poljoprivredi. Štetnost fitofagnih vrsta kukaca u proizvodnji, kao i načini njihova suzbijanja, predmet je proučavanja mnogih autora kroz povijest poljoprivrede. Istovremeno, literatura o značaju benefitnih vrsta kao i o načinima korištenja istih uglavnom je slabije zastupljena. Iako je od davnina prepoznat značaj korisnih kukaca, tek novija istraživanja bolje objašnjavaju njihov utjecaj i ulogu u agroekosustavu. U integriranoj, a posebno ekološkoj zaštiti bilja korisni kukci mogu biti komplementaran dio svih ostalih metoda zaštite, a sve sa svrhom maksimalnog učinka u suzbijanju štetočinja (Ndakidemi i sur., 2016.). Bengtsson i sur. (2005.) navode ekološku poljoprivredu kao bitan segment u doprinosu porasta bioraznolikosti poljoprivrednih područja. Autori u svom radu potvrđuju porast bogatstva vrsta u ekološkoj proizvodnji za otprilike 30% u odnosu na konvencionalnu, a posebno je naglašena raznolikost, brojnost i doprinos prirodnih neprijatelja u kontroli štetnih vrsta na ekološkim poljoprivrednim gospodarstvima. S druge strane široka i nekontrolirana upotreba sintetskih kemijskih sredstava dovodi do smanjivanja broja prirodnih neprijatelja poljoprivrednih štetnika (Liu i sur., 2016.).

2. Pregled literature

2.1. Ekološka poljoprivreda

Zakon o ekološkoj proizvodnji poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (NN 12/2001) definira ekološku proizvodnju ("organska", "biološka", "alternativna",…) kao: "poseban sustav održivoga gospodarenja u poljoprivredi i šumarstvu koji obuhvaća uzgoj bilja i životinja, proizvodnju hrane, sirovina i prirodnih vlakana te preradu primarnih proizvoda, a uključuje sve ekološki, gospodarski i društveno opravdane proizvodno-tehnološke metode, zahvate i sustave, najpovoljnije koristeći plodnost tla i raspoložive vode, prirodna svojstva biljaka, životinja i krajobraza, povećanje prinosa i otpornosti biljaka s pomoću prirodnih sila i zakona, uz propisanu uporabu gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i životinja, sukladno s međunarodno usvojenim normama i načelima."

Hrvatski Državni sabor prihvatio je Zakon o ekološkoj poljoprivredi 06. veljače 2001., a nakon što su ga objavili u Narodnim novinama (br. 12/2001) ekološka poljoprivreda u Republici Hrvatskoj zapravo je i zaživjela. Od 01.07.2013. sve radnje u ekološkoj proizvodnji provode se prema Zakonu o provedbi Uredbe vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda (Baličević, 2015.).

U svojoj knjizi "Ekološka poljoprivreda" Znaor (1996.) razočarano navodi kako u Hrvatskoj, za razliku od većine zemalja na svijetu, ekološka poljoprivreda nije značajnije zaživjela. Njegovo mišljenje dijele Batelja Lodeta i sur. (2011.) koji smatraju da ekološka poljoprivreda u Hrvatskoj, za razliku od većine ostalih europskih zemalja, još nije dovoljno razvijena. Međutim, prema Ministarstvu poljoprivrede, u Republici Hrvatskoj bilježi se sve brži i značajniji trend rasta, pa je tijekom 2016. godine evidentirano 3546 proizvođača s površinom od 93.814 ha što čini 6,07% u odnosu na ukupne poljoprivredne površine (Ministarstvo poljoprivrede, 2018.). Tu činjenicu potvrđuju i podaci Eurostata (Eurostat, 2018.) prema kojima je ekološka proizvodnja u Hrvatskoj 2012. godine zauzimala površinu od 31 904 ha, a već 2016. godine površinu od 93 593 ha. To znači da je u tom razdoblju zabilježeno povećanje područja pod ekološkom proizvodnjom za čak 193,4% što je mnogo više nego što je zabilježeno kod vodećih zemalja u ekološkoj proizvodnji kao što su Španjolska, Francuska i Njemačka u istom periodu. Iako Hrvatska ima potrebne predispozicije za konkurentnu ekološku proizvodnju u vidu prirodnih resursa, postoje nažalost i brojni ograničavajući čimbenici. Prvenstveno je tu problem kašnjenja zakonske regulative za restrukturiranje poljoprivrede i definiranja pojmova unutar ekološke

poljoprivrede. Iz tih razloga potrebno je bolje razmotriti problematiku ekološke poljoprivrede u nas (Pejnović i sur., 2012.).

2.2. Prednosti i nedostaci ekološke poljoprivrede u odnosu na konvencionalnu i integriranu

Suprotno ekološkoj, konvencionalna (intenzivna) poljoprivreda je, uz industriju i promet, najveći onečišćivač okoliša. Do onečišćenja dolazi uslijed proizvodnje i intenzivne upotrebe mineralnih gnojiva, pesticida, veterinarskih preparata i hormona, rada strojeva itd. (Znaor, 1996.). Osim toga, za konvencionalnu poljoprivredu, tlo predstavlja isključivo "supstrat" koji se u cilju ostvarenja visokih prinosa maksimalno iskorištava. Takav pogled na tlo i poljoprivrednu proizvodnju rezultira smanjenom plodnošću tla, gubitkom humusa i humusnog sloja, narušavanjem strukture tla, erozijom, onečišćenjem tla i vode pesticidima i teškim metalima, te mnogim drugim nuspojavama.

Međutim, potrebno je također naglasiti da se ni u konvencionalnoj proizvodnji sintetička kemijska sredstva ne smiju primjenjivati neograničeno, nego u količinama propisanima od strane Svjetske zdravstvene organizacije (WHO), te Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO). Propisi tako obuhvaćaju nadzor sadržaja pesticida, polikloriranih bifenila, teških kovina i metaloida, biostimulatora i lijekova (antibiotici, sulfonamidi), pa se smatra da rezidue nisu opasne po zdravlje konzumenta. Stoga, kvaliteta takvih proizvoda ipak može biti upitna (Bašić i Herceg, 2010.).

Za razliku od konvencionalne, kod ekološke proizvodnje ne koriste se mineralna gnojiva, genetski modificirani organizmi, pesticidi i slično. Zato ekološka poljoprivreda povoljno utječe na plodnost tla i bioraznolikost, odnosno teži očuvanju i poboljšanju agroekosustava (Batelja Lodeta i sur., 2011.). Prema tome, ekološka poljoprivreda kvalitetom proizvoda, održivim gospodarenjem i ravnotežom koju vraća u ekološke i agroekosustave, te brojnim drugim prednostima, svakako nadmašuje konvencionalnu proizvodnju. Ipak, neosporna je činjenica kako ekološka poljoprivreda ne može u potpunosti zamijeniti konvencionalnu proizvodnju jer je svjetska opskrba pučanstva hranom nemoguća bez konvencionalne proizvodnje iz količinskih, a posljedično tome i cjenovnih razloga (Bašić i Herceg, 2010.). Zbog toga se brojni poljoprivrednici okreću integriranom načinu proizvodnje kao kompromisu između ovih dviju suprotnosti. Tako je prema Zakonu o poljoprivredi (iz

2015.) integrirana proizvodnja definirana kao: "uravnotežena primjena agrotehničkih mjera uz uvažavanje ekonomskih, ekoloških i toksikoloških čimbenika pri čemu se kod jednakog ekonomskog učinka prednost daje ekološki i toksikološki prihvatljivim mjerama i pridonosi ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama i bioraznolikosti."

2.3. Ekološki prihvatljive mjere zaštite bilja

Igrc Barčić i Maceljski (2001.) definiraju ekološki prihvatljive mjere zaštite bilja kao mjere koje nemaju negativan učinak na ljude i korisne organizme, sigurne su za okoliš, te nemaju bitan negativan utjecaj na bioraznolikost. Naravno, pod uvjetom da se zaštita bilja stručno i odgovorno primjenjuje. Prema načinu djelovanja mjere zaštite bilja mogu se podijeliti na neizravne (indirektne) i izravne (direktne) mjere zaštite. Neizravne mjere zaštite bilja su agrotehničke i administrativne mjere, a izravne mjere zaštite bilja mogu biti mehaničke, fizikalne, kemijske te biološke mjere (Kisić, 2014.)

U agrotehničke mjere zaštite ubrajamo sve mjere koje se provode u agrotehničkom kompleksu proizvodnje te se njima utječe na pojavu štetočinja odabirom parcele, područja uzgoja, kultivara, zdravog i certificiranog sjemena ili sadnog materijala, sjetvom i njegom usjeva, te svim segmentima tehnologije proizvodnje općenito. Agrotehničkim mjerama zaštite bilja može se potpuno spriječiti, smanjiti rizik ili se mogu umanjiti štete od biljnih bolesti (Ivić, 2014.).

Prema Ravlić i Baličević (2014.) administrativne mjere odnose se na sve važeće zakone i pravilnike koji se tiču zaštite bilja, te su propisani od strane zakonodavnoga tijela određene države.

Mehaničke mjere zaštite bilja obuhvaćaju suzbijanje biljnih štetočinja, korova i bolesti ručnom ili strojnom obradom, krčenjem, rezidbom, sakupljanjem, primjenom mreža, ograda i lovki, pneumatskim suzbijanjem, uništavanjem biljnih ostataka i zaraženih organa biljke ili bilo kojim drugim oblikom mehaničke sile. Glavno ograničenje provođenja mehaničkih mjera jest velik utrošak ručne ili strojne energije (Ivić, 2014.).

Fizikalne mjere suzbijanja koriste različite fizikalne agense, tropizme i reakcije štetočinja na neke podražaje. To su reakcije štetočinja na temperaturu (nisku ili visoku), vlagu, svijetlo, boju, zvuk, primjenu različitih zraka, električne energije itd. (Igrc Barčić i

Maceljski, 2001.) Međutim, Ivić (2014.) navodi kako se fizikalne mjere danas relativno malo upotrebljavaju, uglavnom zbog nepraktičnosti i ekonomske neisplativosti.

Kemijske mjere provode se kroz uporabu sredstava za zaštitu bilja s ciljem smanjivanja opasnosti od gospodarskih šteta koje mogu učiniti štetni organizmi. U ekološkoj poljoprivredi upotreba sredstava za zaštitu bilja vrlo je ograničena. Čak i među dozvoljenim sredstvima ima takvih čija je rutinska upotreba zabranjena tj. dozvoljena je samo iznimno i u rijetkim slučajevima (Znaor, 1996.). U kemijske mjere tako uglavnom ubrajamo sapune (kalijevi i natrijevi sapuni), preparate na mineralnoj bazi (najpoznatiji su preparati na bazi sumpora i bakrene soli), te ulja (životinjska, biljna i mineralna). Prema Znaoru (1996.) u kemijske mjere ubrajamo i prirodne spojeve biljaka (botaničke pesticide dobivene nekom od ekstrakcija neotrovnog bilja, botaničke pesticide dobivene nekom od ekstrakcija otrovnih biljaka). Međutim, Igrc Barčić i Maceljski (2001.) prirodne spojeve biljaka, odnosno cijelu skupinu biopesticida definiraju kao agense biološkog suzbijanja.

Prema tome, prethodno navedeni autori navode kako se biološke mjere suzbijanja biljnih štetočinja odnose na izravno ili neizravno korištenje različitih organizama i njihovih proizvoda za suzbijanje štetočinja iz čega slijedi da se u biološke mjere ubraja i primjena biljnih i životinjskih otrova i derivata.

2.4. Biološke mjere zaštite bilja

Biološke mjere zaštite bilja temelje se na suzbijanju korova, bolesti i štetočinja pomoću njihovih prirodnih neprijatelja, tj. gljiva, bakterija, virusa, nematoda te predatornih i parazitnih kukaca (Kisić, 2014.). To je živi materijal koji je mnogo osjetljiviji od klasičnih insekticida, te je za njihovu uporabu potrebna praksa i iskustvo za izvođače koji provode biološke mjere suzbijanja (Kalinović i Rozman, 2002.). Prvi značajan pokušaj introdukcije kukaca za biološku kontrolu zabilježen je 1888./1889. godine. U Kaliforniju je uvedena vrsta božje ovčice *Rodolia cardinalis* Mulsant (Coccinellidae) u cilju suzbijanja narančinog crvca (*Icerya purchasi* Maskell) (Resh i Cardé, 2009.). Rezultati su bili toliko obećavajući da su se biološke mjere suzbijanja štetočinja počele masovno koristiti. Interes za ekološki način borbe protiv štetočinja naglo opada kada se početkom dvadesetog stoljeća pojavljuju jeftini i učinkoviti sintetički insekticidi. Ponovno zanimanje za ovaj način zaštite poljoprivrednih kultura javlja se tek posljednjih dvadesetak godina i to

jačanjem ekološke svijesti. Razlikujemo tri osnovne metode biološkog suzbijanja štetočinja: klasičnu, konzervacijsku i augmentativnu.

Primjenom bioloških mjera zaštite minimalizira se upotreba kemijskih sredstava, a tako i zagađenje okoliša. Također, potrebno je pratiti populaciju i raznolikost korisnih vrsta kukaca te izbjegavati proizvodnju u monokulturi. Upotreba korisnih organizama omogućuje visoku razinu zaštite poljoprivrednih kultura, smanjuje potrebu za kemijskim mjerama, te samim time povećava kvalitetu proizvoda. Pretpostavlja se da će, zbog svih svojih negativnih svojstava, sve više kemijskih sredstava u budućnosti biti zamijenjeno nekim od agenasa biološke zaštite. (Sarajlić, 2015.).

2.4.1. Klasična metoda zaštite bilja

Klasična biološka kontrola odnosi se na unos učinkovitog i visoko specifičnog prirodnog neprijatelja ciljane štetočinje. Prirodni neprijatelji unose se u ciljano područje iz područja iz kojeg je i sama štetočinja. Pri jednokratnom unosu se očekuje da prirodni neprijatelj uspostavi stalnu populaciju, te da uspješno kontrolira štetočinju (Ravlić i Baličević, 2014.)

S obzirom da se radi o alohtonom prirodnom neprijatelju, potrebno je prije toga provesti određena istraživanja i utvrditi mogući rizik (risk assesment) (Perdikis i sur., 2011.). Rizik se utvrđuje provedbom testa raspona domaćina (host specifity test). Tako se utvrđuje utjecaj prirodnog neprijatelja na ostale vrste unutar ekosustava u koji se unosi, ali i utjecaj ekosustava na samog prirodnog neprijatelja (mogućnost prilagodbe), Kod polifagnih i oligofagnih vrsta rizik je veći, nego kod monofagnih vrsta (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.)

Iako je klasična biološka metoda zaštite relativno jeftina, postoje i neke mane. Dugotrajna je, a ponekad i sa negativnim rezultatima jer se prirodni neprijatelj nije uspješno prilagodio novom ekosustavu ili u takvom sustavu postane nedovoljno efikasan u suzbijanju štetočinje. Klasična metoda pokazala se najuspješnijom u stabilnim ekosustavima (vodeni sustavi, travnjaci, pašnjaci, šume). S obzirom da je vrijeme uzgoja usjeva uglavnom vrlo kratko, a djelovanje ove metode relativno sporo ona se u usjevima ne koristi.(Ravlić i Baličević, 2014.)

2.4.2. Konzervacijska metoda zaštite bilja

Konzervacijska metoda zaštite bilja odnosi se na primjenu raznih mjera u cilju očuvanja boljih uvjeta za razvoj i opstanak već prisutnih korisnih vrsta (Barbosa, 1998.). Povećanju brojnosti prirodnih neprijatelja štetočinja, te ravnoteži bioraznolikosti unutar agroekosustava pogoduje ostavljanje neobrađenih i nezasijanih pojaseva uz rub parcela, kao i bilo kojeg drugog oblika ekološke infrastrukture (Perdikis i sur., 2011.).

2.4.3. Augmentativna metoda zaštite bilja

Augmentativna biološka kontrola odnosi se na uzgoj i periodično ispuštanje autohtonih ili egzotičnih prirodnih neprijatelja te očekivanje njihovoga brzoga djelovanja. Kod ove metode prirodni neprijatelji nemaju uvjete za trajno uspostavljanje populacije, te se njihovo djelovanje na štetočinju očekuje samo u sezoni ispuštanja. Na ovaj se način primjenjuju i razni mikrobiološki pripravci (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

Unutar augmentativne razlikujemo inokulativnu i inundativnu metodu. Kod inokulativne metode relativno mali broj benefitne vrste ispušta se u kritičnom razdoblju, dakle sezonski. Kod inundativne metode višekratno se unosi vrlo veliki broj benefitne vrste (Ravlić i Baličević, 2014.).

Općenito, prema Igrc Barčić i Maceljski (2001.) za uspješnu primjenu prirodnih neprijatelja klasičnom, konzervacijskom ili augmentativnom metodom, potrebni su:

- "točna identifikacija štetnika,
- točna i pravodobna procjena opasnosti,
- izbor optimalnog prirodnog neprijatelja za konkretne uvjete,
- utvrđivanje optimalnog roka prvog ispuštanja neprijatelja te broja rokova i ponavljanja,
- poznavanje optimalno potrebnog omjera broja neprijatelja i štetnika,
- poznavanje proizvođača izabranog neprijatelja koji jamči kvalitetu i može brzo dostaviti pošiljku,
- pravilno pripremljeno uskladištenje neprijatelja od primitka do ispuštanja (najčešće na 1-5 °C),

- pripremljen prostor na koji se ispušta neprijatelj (vrijeme proteklo od primjene insekticida, nabavljena sredstva za suzbijanje drugih štetočinja bezopasna za neprijatelja koji se unosi, sniženje zaraze itd.)."

2.5. Benefitni kukci

Kao što je već rečeno, važan segment biološke zaštite usjeva, a tako i povećanja prinosa usjeva, jesu benefitni, odnosno korisni kukci. Zato je, među ostalim, njihovo očuvanje i zaštita u prirodi vrlo važna (Sarajlić, 2015.). Primijećen je drastičan pad brojnosti i raznolikosti vrsta korisnih kukaca i to zbog manjka balansau agroekosustavima, manjka sekundarne hrane te skloništa od neprijatelja i nepovoljnih klimatskih uvjeta.(Limonta i sur., 2003.). U korisne kukce ubrajamo vrste koje koristimo u zaštiti bilja ali i oprašivače. Korisne kukce, kao biološke agense zaštite bilja (uz grinje, pauke, nematode, ptice i sisavce) možemo podijeliti na predatore tj. grabežljivce i parazitoide, a ubrajamo ih u makrobiološke agense. Predatori su vrste kukaca koje žive grabežljivim načinom života, tj. nađu plijen, ubiju ga i pojedu (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Za razliku od predatora, parazitoidi u određenom periodu razvojnog ciklusa ovise o svom domaćinu. Većina parazitoidnih vrsta kukaca parazitiraju kao ličinke, a ne kao imago, te se uglavnom hrane unutar domaćina, a samo rijetko i na domaćinu, kojeg nakon završetka razvoja i ubiju (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Ipak, treba naglasiti da se značajan broj predatora i parazitoida kao odrasle jedinke hrane biljnom hranom poput peludi, nektara te različitim biljnim proizvodima, dok su njihove ličinke mesojedi (Bugg, 2008., Franin i Barić, 2012.)

Što se sistematike tiče, kukci (razred Hexapoda – Insecta) se ubrajaju u koljeno Arthropoda – Člankonošci, te dijele u brojne redove, a zatim u niže kategorije kao što su porodice, vrste itd. Za potrebe ovog rada najznačajnije i najzastupljenije vrste korisnih kukaca podijeljene su prema načinu ishrane na predatore i parazitoide, a oni na redove pa do kategorije porodice. Također, obrađena je i izuzetno bitna skupina oprašivača, od koje započinje ovaj pregled korisnih kukaca.

2.5.1. Oprašivači

Oprašivanje je prema Kevan i sur. (1990.) prvi korak u spolnom razmnožavanju biljaka, a predstavlja prenošenje peludi sa prašnika na njušku tučka. Prema tome oprašivanje je zapravo ključni proces u proizvodnji velikog broja poljoprivrednih kultura. Sam proces se može odvijati uz pomoć više čimbenika koji mogu biti abiotski ili biotski. Od abiotskih čimbenika je najznačajniji vjetar (anemofilna polinacija), a od biotskih naravno kukci (entomofilna polinacija). O važnosti oprašivanja pomoću kukaca pisali su brojni autori. Tako Williams (1994.) u svom radu navodi kako je proizvodnja poljoprivrednih kultura u Europi gotovo ovisna o oprašivačima. Autor spominje kako je od najmanje 264 biljke koje se uzgajaju na području Europske unije njih otprilike 87% ovisno o oprašivanju putem kukaca. Klein i sur. (2007.) smatraju kako 75% kultura koje se koriste za prehranu u određenom stupnju ovise o oprašivačima. U tom kontekstu važno je spomenuti biljke kao što su: rajčica, paprika, patlidžan, tikvice, bundeva, suncokret, lucerna, djetelina, grah, soja, lan i dr. Od voćnih vrsta najznačajnije su; jabuka, kruška, badem, jagoda, te agrumi (Kevan i sur., 1990.). Entomofilnom polinacijom pozitivno se utječe na broj zametaka i kvalitetu proizvoda. Kod ratarskih i industrijskih kultura dolazi do povećanja postotka ulja i proteina, dok se kod voćarskih kultura povećava udio plodova prve klase. Kukci kao oprašivači vrlo su važni u sjemenarstvu, jer se na taj način znatno povećava prinos i klijavost sjemena, što je posebice uočljivo kod leguminoza (Špigl, 2015.).

Najpoznatiji oprašivač svakako je medonosna pčela (*Apis mellifera* L.), ali i razne solitarne vrste pčela. Važni oprašivači su i bumbari koji se i komercijalno koriste posebno u zaštićenim prostorima. Iako u svijetu oprašivača dominiraju predstavnici reda Hymenoptera postoje i brojne druge vrste koje također doprinose procesu oprašivanja. Rader i sur. (2016.) navode kako novija istraživanja govore u prilog tome da su i neke druge vrste oprašivača jednako značajne kao i pčele. Najvećim dijelom su to dvokrilci iz porodica Syrphidae, Calliphoridae, Tachinidae, Empididae i Muscidae. Gentanjaly i sur. (2015.) navode značajnost dvokrilaca u oprašivanju mrkve, nekih kupusnjača i luka. Od opnokrilaca izvjesnu ulogu u oprašivanju imaju još mravi i neke vrste osica (Rader i sur., 2016.). Zatim, u skupinu oprašivača ubrajamo i leptire kao i neke vrste kornjaša. Međutim u današnje vrijeme svjedoci smo velikih problema vezanih uz oprašivanje koji se najčešće manifestiraju smanjenom aktivnošću pčela, ali i ostalih kukaca oprašivača. Buri i sur. (2014.) se u svom radu referiraju na taj fenomen i nazivaju ga „kriza oprašivanja“. Ova situacija je posljedica intenzifikacije poljoprivrede, nekontrolirane upotrebe mineralnih

gnojiva, a posebno korištenje velikih količina kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Međutim, proizvodnja u monokulturi i uništavanje staništa ovim kukcima također doprinosi smanjivanju njihove populacije (Nicholls i Altieri, 2012.). Jedno od rješenja za povećanje populacije i bioraznolikosti oprašivača Rollin i sur. (2016.) vide u ekološkoj infrastrukturi, dakle u samoniklim vrstama biljaka, cvjetnim trakama, prirodnim živicama i grmovima, a posebno korovima. Korovne biljke su važan doprinos floralnoj raznolikosti agroekosustava jer predstavljaju stanište za oprašivače ali i izvor hrane (Bretagnolle i Gaba, 2015.). Također, preporuča se i gradnja nastambi tzv. "hotela za kukce". Svakako je ipak najvažnija edukacija poljoprivrednih proizvođača. U daljnjem tekstu pobliže su opisani najvažniji oprašivači.

2.5.1.1. Medonosna pčela (*Apis mellifera* L.)

Među oprašivačima je na području Europe i Sjeverne Amerike svakako najznačajnija medonosna pčela (A. mellifera L.) najviše zato jer je to jedina pčela kojom se gospodari (Williams, 1994). Iako se primarno koristi za proizvodnju meda, oprašivanje je najbitnija uloga medonosne pčele, te višestruko premašuje koristi od proizvodnje meda, propolisa, peluda, matične mliječi, voska i otrova. Smatra se da su medonosne pčele zaslužne za oko 85% ukupnog entomofilnog oprašivanja, dok preostalih 15% otpada na druge oprašivače. Međutim, Rader i sur. (2016.) navode da bi oslanjanje na medonosne pčele kao najznačajnije oprašivače na globalnoj razini bilo vrlo riskantno zbog različitih problema u uzgoju kao što su nedostatak pčelinje ispaše, te zdravstveni problemi pčelinjih zajednica (bolesti i paraziti).

Medonosne pčele pojavljuju se u proljeće ili ljeto, a žive u zajednicama od 50 000 – 80 000 jedinki, iako taj broj varira od košnice do košnice. Pčelinju zajednicu čine tri strukturalno različite forme – matica (reproduktivna ženka), trutovi (mužjaci) i radilice (spolno nerazvijene ženke). Dvije kaste ženki i jedna mužjaka udruženi su kroz različite funkcije unutar zajednice i svaka od njih ima vlastite posebnosti koje uklapa u potrebe i cjelovitost zajednice (Filipi i Dražić, 2017.). Zadatke u košnici i izvan nje pčele radilice obavljaju ovisno o starosti. Tako se mlade pčele bave poslovima kao što je hranjenje ličinki, održavanje higijene košnice, preuzimanje i prerada nektara u med. Pčele starije od 18 – 20 dana nazivaju se pčelama letačicama i one skupljaju vodu, nektar i pelud. Pčela letačica u danu posjeti 2000-2800 cvjetova, odnosno jedna pčelinja zajednica može posjetiti i do 3

milijuna cvjetova u danu (Ševar, 2008.). Pelud pčelama predstavlja važan izvor bjelančevina, masti, vitamina i mineralnih soli. Skupljaju ga u "košarice", odnosno udubljenja na četvrtom članku stražnjih nogu okružena dugim dlačicama. Osim u košaricama, oko 5 milijuna peludnih zrnaca "uhvati se" po cijelom pčelinjem dlakavom tijelu i to prilikom ulaska pčele u cvijet zbog prikupljanja nektara (Velikanović, 2015.). Tijelo pčele svojom građom je prilagođeno oprašivanju cvjetova, ali i morfološka građa biljke prilagođena je oprašivaču. Cvjetovi takve biljke mirišu, upadljivog su oblika i boje, a nektar u cvijetu smješten je tako da ga kukac ne može dohvatiti bez da istovremeno ne pokupi pelud.

Aktivnost pčela najviše ovisi o klimatskim uvjetima. Izlijeću u proljeće, a najaktivnije su po vedrom, sunčanom i toplom vremenu pri temperaturi zraka od oko 20°C, te lete u radijusu 3 – 4 km od košnice. Po oblačnom vremenu aktivne su pri temperaturama 12 – 14°C, a po vjetrovitom, kišovitom ili hladnijem vremenu aktivnost im opada te tada lete u radijusu 200 – 300 m od košnice (Ševar, 2008.). Medonosne pčele mogu se uspješno prenositi u cilju ravnomjernog oprašivanja većih površina ili oprašivanja površina na udaljenim lokacijama. Zbog toga medonosne pčele rjeđe stradavaju od insekticida nego solitarne pčele, bumbari i neki drugi oprašivači. Isto tako, bumbari i divlje pčele su u proljeće mnogo manje zastupljeni od medonosnih pčela. Prednost medonosnih pčela je i u tome što ih je moguće "izdresirati" da posjećuju samo određenu biljnu vrstu. Međutim, ako je paša siromašna ciljanom biljnom vrstom pčele će zbog izbirljivosti prikupiti manje peludi i nektara (Delaplane i Mayer, 2000.). Medonosnoj su pčeli neke biljne vrste manje privlačne bez obzira na želju pčelara pa je stoga bitno na području usjeva osigurati i prisutnost drugih oprašivača. Također, medonosne pčele tzv. pčelinjim plesom međusobno komuniciraju o udaljenosti i kvaliteti paše, mogućoj opasnosti i slično.

Prema Petrošević (2017.), pri oprašivanju suncokreta pomoću medonosne pčele prinos se povećava do 30%, a pri oprašivanju uljane repice prinos raste 15 – 20%.

Slika 1. Medonosna pčela na kupusnjači (Foto: Kuštera, G.)

2.5.1.2. Solitarne pčele

Za razliku od medonosne, solitarne pčele se ne roje, ne žive u zajednicama u košnici i nemaju maticu, već žive pojedinačno i samostalno. Miroljubive su i ne ubadaju, te ne proizvode med. Nastanjuju se u šupljikavim ciglama, barskim trstikama, izbušenim drvenim blokovima i sl. Nazivamo ih još i pčelama samotarkama, samicama i pčelama zidaricama. Iako su medonosne pčele najpoznatiji oprašivači, solitarne pčele ipak su djelotvornije kod oprašivanja. Prednost solitarne pčele je i u tome što nije izbirljiva, a istovremeno nije u kompeticijskom odnosu sa drugim oprašivačima (Ševar, 1999). Osim toga, solitarne pčele aktivne su već u rano proljeće, pri temperaturama od 8°C dok pri tim uvjetima pčela medarica ne leti. Najznačajnije vrste su *Osmia rufa* L., *Osmia cornuta* Latr., *Osmia coerulescens* L., i *Osmia leaiana* Kirby. Prema Špigl (2015.), jedna solitarna pčela vrste *O. rufa* učinkovitija je od više jedinki medonosne pčele. Jedinka ove vrste tako u danu može posjetiti čak 5600 cvjetova što ju čini najučinkovitijim oprašivačem naših prostora (Ševar, 2005.). Međutim, radijus kretanja joj je, kao i svim samotarkama, vrlo mali i iznosi svega 200 – 250 metara. Stoga se preporuča rasporediti nastambe na svakih 100 metara u cik-cak rasporedu. U nastambi pravi gnijezdo, unosi pelud i nektar na kojih položi jaje te pravi zid od blata. Unutar gnijezda naprave 6 – 8 (maksimalno 15) stanica u nizu (Ševar, 1999.). Nakon polaganja 20 - 30 jaja po istom redoslijedu ženka ugiba, a iz položenih jaja se razvija svega 6-8 novih jedinki. To je zato jer ženka većinu svog života provede u prikupljanju hrane za potomstvo, te ga nema vremena štiti od eventualnih predatora. Broj solitarnih pčela sve je manji prvenstveno zbog uništavanja i smanjenja broja potencijalnih staništa te onečišćenja, ali i zbog bolesti od kojih je najznačajnija

vapnenasto leglo, te parazita, parazitoida, grinja, nekoliko vrsta mrava i ptica. Prema Ševar (2008.) solitarne pčele kod nas su najvažniji oprašivači kruške jer medonosna pčela nije sklona kruškinom cvijetu. Tako i Williams (2002.) navodi važnost rodova Andrena, Osmia i Anthophora u oprašivanju nekih voćnih vrsta.

Delaplane i Mayer (2000.) navode tzv. alkalnu pčelu, posebice vrstu *Nomia melanderi* Cockrell kao značajnog oprašivača lucerne i sjemenskog luka u Sjevernoj Americi. Komercijalna upotreba ove pčele započela je šezdesetih godina, a drastično opala već sedamdesetih kada se umjesto nje u usjeve počela unositi još jedna solitarna pčela, tzv. pčela rezačica (Megachile spp.). Vrste kao što su *Megachile rotundata* F., *Megachile centuncularis* L., *Megachile willughbiella* Kirby, *i Megachile versicolor* Smith grade gnijezda od dijelova lista (Ševar, 2005.). List vrlo precizno izrezuju leglicom i u njih polažu jajašca pa ih se naziva i pčelama krojačicama. Iako imaju žalac, miroljubive su i rijetko bodu, a ubod nije bolan kao kod medonosne pčele. Williams (2002.) navodi predstavnike ovog roda kao važne oprašivače leguminoza. Delaplane i Mayer (2000.) navode kako je vrsta *M. rozundata* nezamjenjiva za oprašivanje lucerne, koja tada postiže klijavost od čak 99%. Prema istim autorima primjenom ovog kukca prinos crvene djeteline povećao se gotovo 50%.

Pčele rezačice koriste se kao oprašivači i pri uzgoju sjemenskog luka i mrkve, a dobre rezultate ostvaruju i u plastenicima i staklenicima.

2.5.1.3. Bumbari (Bombus spp.)

Bumbari su veliki dlakavi kukci iz porodice pčela koji, kao i medonosne pčele, žive u zajednici. Međutim, za razliku od medonosnih pčela koje prezimljuju u zajedničkoj koloniji, bumbari žive od proljeća do jeseni iste godine, a legla im broje manje jedinki (Delaplane i Mayer, 2000.). Prezimljava samo oplođena mlada matica. Kod toplijih godina prvi bumbari mogu se primjetiti već u veljači, ali ako je godina hladna pojavljuju se tek u travnju ili čak svibnju. Isto tako, poznato je da se neke vrste kao što su *Bombus jonellus* Kirby, *B. pratorum* L., *B. terrestris* L. pojavljuju ranije od nekih drugih vrsta. Kasnije vrste su *B. humilis* Illiger, *B. lapidarius* L., *B. pascuorum* Scopoli, *Psithyrus rupestris* Fabr. i neke druge (Alford, 1978.).

U proljeće matica prekida svoj zimski san, izlazi iz skloništa u potrazi za peludom, nektarom te pogodnim mjestom za pravljenje gnijezda i osnivanje kolonije. Gnijezdo pravi od raznih materijala poput otpalog lišća, trave i voska kojeg miješa sa biljnim smolama (Filipi i Dražić, 2017.). Prema Alford (1978.) vrste poput *B. lapidarius, B. lucorum* L. i *B. terrestris* idealno stanište pronalaze u napuštenom mišjem gnijezdu ili nekoj sličnoj podzemnoj šupljini sa jednim ulazom, dok neke druge vrste kao što su *B. muscorum* L, *B. pascuorum* i *B. ruderarius* Müll. gnijezda stvaraju na površini. Postoje također i vrlo prilagodljive vrste koje kolonije osnivaju ispod ili iznad površine tla, ovisno o prilikama. To su *B. hortorum* L. i *B. pratorum*.

Matica na pelud polaže jaja, te ih pokriva voskom. Kad se larve izlegu za prehranu koriste nektar i med iz pohranjenih zaliha, a kako rastu tako matica otvara voštani poklopac, dodaje potrebnu količinu peluda i nektara, te ih opet zatvara voskom. Matica se nastavlja brinuti o potomstvu sve dok prve radilice ne postanu sposobne preuzeti daljnju brigu o zajednici (Delaplane i Mayer, 2000.). Glavni zadatak matice tada postaje polaganje što većeg broja jajašaca iz kojih će se izleći nove radilice. U gnijezdu može biti do 2 000 jedinki. Pred kraj ljeta počinje leći i neoplođena jajašca iz kojih će se razviti trutovi (mužjaci), a kasnije i mlade matice koje će postati nove, fertilne matice. Prije dolaska zime nove matice i mužjaci se pare. Mužjak umire ubrzo nakon parenja, a nove matice nastavljaju uhodani životni ciklus traženjem skloništa gdje će prezimiti te slijedećeg proljeća započeti novu koloniju (Alford, 1978). Matice i radilice imaju žalac koji, za razliku od onog kod medonosnih pčela, nema kontrakukica pa u slučaju korištenja ne dolazi do ugibanja jedinke. Bumbari su puno miroljubiviji od pčela medarica i bodu u krajnjoj nuždi, a ubod ima samo lokalno djelovanje i nije opasan. Isto tako, ubod nije signal za napad ostalim članovima zajednice, što je slučaj kod medonosne pčele. U Hrvatskoj postoji 71 podvrsta bumbara unutar 22 vrste (Špigl, 2015.).

Tijekom dana bumbar posjeti 4500 – 5600 cvjetova. Osim što aktivno lete pri temperaturi zraka već od 5°C, bolje od drugih pčela podnose loše klimatske uvjete pa prikupljaju pelud i nektar i za vjetrovitog i kišnog vremena. Također se odlično snalaze u zatvorenim proizvodnim prostorima i to tijekom cijele godine. Za razliku od medonosnih pčela, nisu nervozni i nasrtljivi pri visokim temperaturama, a neće napadati u blizini svojih košnica ako to ne procjene da je to krajnje nužno. Međutim, mnoge biljne vrste već završe cvatnju dok bumbari ojačaju svoja legla pa se preporuča unošenje kupljenih zajednica bumbara i to 1 – 2 košnice za jedan hektar nasada (Ševar, 2008.). Kao i solitrane pčele, ni bumbari se ne

udaljuju previše od nastambe te im radius kretanja iznosi tek 50 – 630 m. Početak uzgoja bumbara započeo je u Belgiji 1987. godine, a 1988. započela je njihova primjena u nizozemskim usjevima rajčice (na oko 3% površina). Ovi kukci pokazali su se odličnim oprašivačima te kulture pa je već 1992. njihova primjena zabilježena na 100% uzgojnih površina (Delaplane i Mayer, 2000.). Osim rajčice, uspješni su oprašivači i brojnih drugih kultura pa je tako za uspješno oprašivanje jednog hektara crvene djeteline potrebno 3 – 7 bumbarskih nastambi sa 100 – 300 jedinki po nastambi. Važni su i u oprašivanju lucerne te svih biljnih vrsta čiji su prašnici smješteni dublje u cvjetovima (Filipi i Dražić, 2017.).

Košnice bumbara moguće je npr. nabaviti preko izraelske tvrtke "BioBee: Biological Systems Ltd", a dolaze u obliku plastičnih kutija koje osim zajednice bumbara sadrže i početne zalihe peluda i nektara (Biobee, 2018.).

Nizozemska tvrtka Koppert također u ponudi ima košnice bumbara pod nazivom "Natupol", a imaju distributera za Hrvatsku pa ih je moguće jednostavno nabaviti i kod nas (Natupol, 2018.).

Slika 2. Natupol bumbarske košnice tvrtke Koppert (Foto: http://www.greenhousegrower.com/production/using-bees-in-the-greenhouse-for-natural-pollination/; pristupljeno 16.02.2018.).

2.5.2. Predatori

2.5.2.1. Red Hemiptera (rilčari) – podred Heteroptera (raznokrilci, stjenice)

Prema Maceljskom (2002.) grabežljive stjenice ubrajaju se u najvažnije prirodne neprijatelje štetočinja. Naziva ih se još i raznokrilcima jer imaju različitu građu prednjih i stražnjih krila. Za razliku od stražnjih, jedna trećina prednjih krila je hitinizirana. Stražnja krila u potpunosti su opnenasta (Helyer i sur., 2014.). Grabežljive stjenice, kao i svi ostali predstavnici reda Hemiptera imaju specifično građene usne organe prilagođene bodenju i sisanju. Predstavljaju ih u rilo preobražene gornje i donje čeljusti (Resh i Cardé, 2009.). Plijen ubijaju ubrizgavanjem otrova, mehaničkim ubodom ili kombinacijom oba načina (Franin i Barić, 2012.). Isti autori kao najvažnije predstavnike predatorskih stjenica ističu porodice Anthocoridae, Geocoridae, Miridae, Nabidae, Pentatomidae i Reduviidae. Međutim, treba istaknuti kako se porodica Reduviidae ne koristi u biološkoj zaštiti zbog izrazite polifagnosti.

2.5.2.1.1. Porodica Anthocoridae

Porodica Anthocoridae obuhvaća 500 – 600 vrsta stjenica većinom predatorskih, raširenih diljem svijeta. Ovi kukci vrlo su zastupljeni u raznim staništima zbog čega su vrlo korisni u biološkoj kontroli štetočinja (Resh i Cardé, 2009.). Uglavnom se hrane manjim člankonošcima kao što su grinje i kukci iz podreda Homoptera (lisne uši, lisne buhe i štitaste uši), ali i resičarima, potkornjacima i jajima nekih leptira (Franin i Barić, 2012.). Tako Bugg (1991.) navodi ovu porodicu kao bitnog prirodnog neprijatelja raznih vrsta tripsa u usjevima. Ovu činjenicu potvrđuju Bosco i Tavella (2008.) i Guidone i sur. (2008.) koji primjećuju veliki značaj roda Orius u suzbijanju kalifornijskog tripsa (*Frankliniella occidentalis* Pergande) u Italiji, te odličnu prilagodbu ovog roda na lokalne klimatske uvjete. Vacante i sur. (1997.) također ukazuju na mogućnost korištenja roda Orius, odnosno vrste *Orius laevigatus* Fieber u biološkoj zaštiti putem ovog resičara. Prema Limonta i sur. (2003.) vrsta *Orius niger* Wolff uspješno suzbija kukce koji napadaju biljke iz rodova Artemisia, Achillea i Verbascum, a Coll i sur. (2007.) ga, uz *Orius albidipennis* Reuter, navodi kao važnog predatora resičara u proizvodnji jagoda u Izraelu. Prema Resh i Cardé (2009.) neke vrste porodice Anthocoridae pokazale su se vrlo uspješnima u suzbijanju skladišnih štetočinja. Vacante i sur. (1997.) su istraživali hranidbene navike

roda Orius te uočili mogućnost primjene ovog grabežljivca u suzbijanju mediteranskog brašnenog moljca (*Ephestia kuehniella*, Zeller). I ovi autori također ukazuju na mogućnost primjene vrsta *O. laevigatus* i *O. albidipennis* za biološko suzbijanje kalifornijskog tripsa (*F. occidentalis*). Vrsta *Anthocoris nemorum* L. hrani se voćnim crvenim paukom, lisnim ušima i drugim štetnim kukcima. Vrste *Orius minutus* L. i *Orius insidiosus* L. hrane se gusjenicama, lisnim ušima, resičarima i drugim štetočinjama. Ličinke navedenih stjenica za vrijeme svog razvoja mogu uništiti 300-600 jedinki crvenog voćnog pauka (*Panonychus ulmi* Koch), a odrasli oblici oko 100 dnevno (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.).

Bitno je naglasiti da neke jedinke ove porodice napadaju i korisne kukce iz porodica Chrysopidae i Coccinelidae pa je potreban poseban oprez kod kombiniranja različitih vrsta benefitnih organizama za biološku kontrolu.

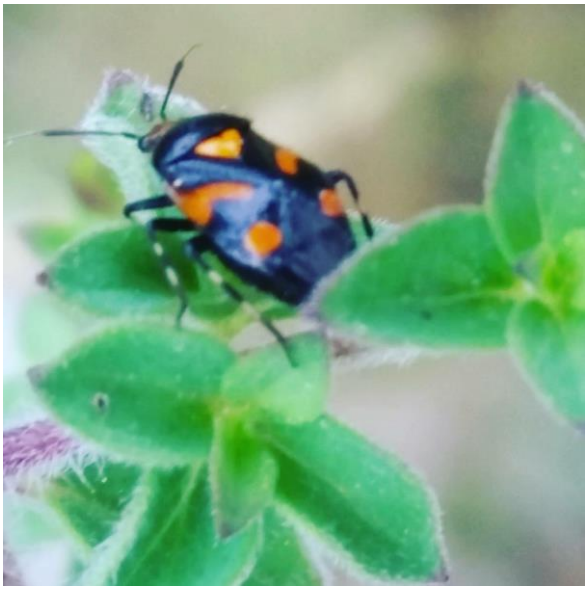
2.5.2.1.2. Porodica Geocoridae

U porodicu Geocoridae ubrajaju se 124 vrste. Za razliku od ostalih predatorskih stjenica, vrste unutar ove porodice odlažu jaja pojedinačno, na površinu biljke ili u tlo. To su mali kukci koji se hrane grinjama, te mnogim vrstama kukaca iz redova Collembola, Thysanoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera i Diptera. Osim plijenom hrane se i peludi, sisanjem biljnog tkiva i uginulim člankonošcima zbog čega se često postavlja pitanje ima li od ovih kukaca više štete ili koristi (Franin i Barić, 2012.). Međutim, neki autori navode kako porodica Geocoridae efikasno smanjuje populaciju herbivornih kukaca pa time pozitivno utječe na prinos, a čine štetu samo na oslabljenim biljkama, te kao važnije vrste navode *Geocoris bullatus* Say, *Geocoris ochropterus* Fieber, *Geocoris pallens* Stål, *Geocoris proteus* Distant, *Geocoris punctipes* Say, *Geocoris uliginosus* Say i *Geocoris varius* Uhler (Schuman i sur., 2013.). Bugg (1991.) ovu porodicu smatra značajnom u suzbijanju raznih vrsta resičara te raznih vrsta leptira, a često ih se pronalazi na kulturama kao što su dinja, tikva i paprika. Prema Altieri i Schmidt (1985.) ova je porodica česta i u usjevima leguminoza. Prema Schuman i sur. (2013.) nimfe i odrasli oblici vrste *G. pallens* i *G. punctipes* hrane se jajima duhanovog moljca (*Manduca sexta* L.). Isti autori nalaze kako se *G. punctipes* radije hrani graškovom zelenom uši (*Acyrthosiphon pisum* Harris) nego žutom kukuruznom sovicom (*Helicoverpa zea* Boddie), iako su jaja žute kukuruzne sovice nutricionistički kvalitetnija.

2.5.2.1.3. Porodica Miridae

Iako primarno fitofagne, jedna trećina porodice Miridae ili livadnih stjenica je zoofagna. Tako se rodovi Macrolophus i Dicyphus komercijalno koriste u suzbijanju poljoprivrednih štetočinja (Franin i Barić, 2012.). Predatorske vrste unutar ove porodice hrane se jajima i ličinkama kukaca, oslabljelim odraslim jedinkama, ali i nekim korisnim kukcima i uglavnom su polifagne.

Prema Bugg (1991.) vrste unutar ove porodice, kao što su *Deraeocoris brevis* Uhler i *Campylomma verbasci* Meyer, važne su u suzbijanju štetočinja travno-djetelinskih smjesa. Autori Saleh i Sengonca (2001.) ukazuju na mogućnost korištenja vrste *Dicyphus tamaninii* Wagner u suzbijanju polifagne lisne uši *Aphis gossypii* Glover na dinji i pamuku. Gabarra i sur. (1995.) nalaze kako se ova vrsta osim lisnim ušima hrani i cvjetnim štitastim moljcem (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) na rajčici uzgajanoj na otvorenom, te kalifornijskim tripsom. U mediteranskoj regiji vrste *Macrolophus pygmaeus* Rambur, *D. tamaninii* i *Nesidiocoris tenuis* Reuter smatraju se najvažnijim prirodnim neprijateljima štetnika rajčice (Perdikis i sur., 2011.). *N. tenuis* pokazao se posebno uspješnim u suzbijanju lisnog minera rajčice (*Tuta absoluta* Meyrick) i štitastog moljca (*T. vaporariorum*) (Carnero i sur, 2000.). Franin i Barić (2012.) ističu stjenicu *Blepharidopterus angulatus* Fallén kao posebno značajnog polifaga u Europi jer napada crvenog voćnog pauka, cvrčke, lisne uši, lisne buhe te jaja i ličinke jabučnog savijača *Cydia pomonella* L.



Slika 3. Stjenica iz porodice Miridae (Foto: Kuštera, G.)

2.5.2.1.4. Porodica Nabidae

Ova porodica obuhvaća oko 380 predatorskih vrsta. Primarno žive na listovima biljaka, ali neke vrste obitavaju isključivo na površini tla ili u poluvodenim staništima (Franin i Barić, 2012.). Hrane se lisnim ušima, ličinkama leptira, resičarima i grinjama. Tako je poznato da se vrsta *Himacerus apterus* L. hrani crvenim voćnim paukom, lisnim ušima, malim gusjenicama i jajima raznih štenika (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Prema Cabello i sur. (2009.) vrsta *Nabis pseudoferus* Remane prirodan je neprijatelj lisnog minera u usjevima na području Španjolske. Spomenuti autor navodi kako se nimfe *N. pseudoferus* hrane jajima lisnog minera te smatra kako bi se ovaj kukac pokazao vrlo uspješnim u biološkoj metodi zaštite bilja. U Turskoj su zabilježene neke vrste roda Nabis koje se hrane ličinkama kukuruznog moljca *Ostrinia nubilalis* Hübner, a uspješnost suzbijanja je 21 - 52 % (Kayapinar i Kornosor, 1993.). Tamaki i sur. (1981.) uočavaju da vrsta *Nabis americoferus* Carayon smanjuje populaciju ličinki sovica, a Culliney (1986.) ovog predatora smatra značajnim grabežljivcem krumpirove zlatice. Osim na samim proizvodnim površinama, odnosno kultiviranim biljkama, predstavnike porodice Nabidae nalazimo i u ekološkoj infrastrukturi istih.

2.5.2.1.5. Porodica Pentatomidae (potporodica Asopinae)

Sve potporodice unutar porodice Pentatomidae, osim potporodice Asopinae, su herbivorne. Potporodica Asopinae obuhvaća gotovo 300 vrsta. Uglavnom se hrane ličinkama iz redova Lepidoptera, Coleoptera i Hymenoptera. Većina je vrsta polifagna iako su neke vrste izraziti monofagi (Franin i Barić, 2012.). Singh i sur. (1973.) navode kako se vrsta *Amyotea malabarica* F. rado hrani jajima raznih leptira, ali ako je u mogućnosti radije napada zelenu stjenicu (*Nezara viridula* L). Vrste *Picromerus bidens* L. i *Podisus maculatus* Fabr. koriste se u biološkoj zaštiti jer napadaju krumpirovu zlaticu (*Leptinotarsa decemlineata* Say) (Franin i Barić, 2012.). *P. maculatus* posebno naseljava usjeve soje, lucerne i kukuruza (Legaspi, 2004.). Herrick i sur. (2008.) navode ovu vrstu kao važnog grabežljivca kupusnog moljca (*Plutella xylostella* L.), a prema Oliveira i sur. (2004.) smanjuje i populaciju štetnih leptira. U nedostatku plijena dolazi do kanibalizma. Osim krumpirovom zlaticom, vrste potporodice Asopinae hrane se i drugim vrstama zlatica (Resh i Cardé, 2009.).

2.5.2.2. Red Coleoptera (kornjaši)

Kornjaši obuhvaćaju više od 300 000 vrsta, odnosno oko jedne trećine opisanih vrsta kukaca. Imaju dva para krila. Prednji par je jako hitiniziran i služi za zaštitu tijela s leđne strane te ga nazivamo pokriljem ili elitrama. U letu kukac maše samo nježnim opnenastim stražnjim krilima dok je pokrilje raširenо i nepomično. (Maceljski, 2002.). Redu Coleoptera pripada nekoliko porodica sa grabežljivim vrstama. To su božje ovčice (Coccinellidae), trčci (Carabidae), kusokrilci (Staphylinidae) i mekokošci (Cantharidae) (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Unutar ovog reda za biološko suzbijanje najviše se koriste božje ovčice. Iako su prvi pokušaji biološke zaštite vezani za primjenu trčaka, oni se sada manje koriste (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

2.5.2.2.1 Porodica Coccinelidae (božje ovčice, bubamare)

U božje ovčice ubrajamo oko 6000 opisanih vrsta, rasprostranjenih su po cijelome svijetu, a nastanjuju različite ekološke niše i ekosustave (Vandenberg, 2002.). U Hrvatskoj je dokumentirana prisutnost 78 vrsta (Koren i sur., 2012). To su vrlo važni kukci agroekosustava jer se hrane brojnim ekonomski značajnim štetočinjama i uspješno se primjenjuju u biološkoj kontroli (Perveen i sur., 2014.). Osim štetočinjama hrane se polenom i nektarom raznih korovnih biljaka kao sekundarnom hranom (Burggio i sur., 2004.). Također, unutar ove porodice često je prisutan kanibalizam, posebice kod nedostatka primarne vrste hrane (Leather i sur., 1999.). Kanibalizmu su sklonije božje ovčice koje se primarno hrane lisnim ušima (Resh i Cardé, 2013.). Holometabolni su kukci, odnosno kukci koji prolaze potpunu preobrazbu. Preobrazba uključuje četiri životna stadija: jaje, ličinku, kukuljicu, te odrasli oblik (Biranvand i sur., 2014). Ženka odloži 400 do 700 jaja i to tako da leže 10 do 15 jaja na naličje lista. To čini kako bi ih zaštitila od predatora ali i od nepovoljnih vremenskih uvjeta. Bira mjesta na kojima će ličinke, nakon što se izlegu, imati osiguranu hranu (Kuštera, 2015.). Prema vrsti domaćina koje preferiraju dijele se na afidifagne (neprijatelji lisnih uši), kokcidifagne (neprijatelji štitastih uši) i akarifagne (neprijatelji grinja)) iako se mogu hraniti i drugim vrstama (npr. krumpirovom zlaticom). Također, postoje i mikofagne vrste koje se hrane plijesnima s površine biljaka (Koren i sur., 2012.). Brojne korisne vrste božjih ovčica hrane se štetnim kukcima mekanog tijela kao što su lisne i štitaste uši, te grinjama, napadajući njihova jaja i ličinke, ali i kukuljice i odrasle oblike (Hippa i sur., 1978.). Međutim, bitno je naglasiti

kako se božje ovčice kod suzbijanja lisnih ušiju primjenjuju augmentativno, odnosno periodično i višekratno jer same ne uspijevaju uspostaviti dovoljno veliku populaciju za održavanje lisnih ušiju ispod ekonomskog praga štetnosti (Obrycki i sur., 2009.). Njihova prisutnost uvelike ovisi o prisutnosti štetočinja pa velika brojnost prirodne populacije božjih ovčica može signalizirati da su lisne uši već ostvarile ekonomsku štetu (Resh i Cardé, 2013.).

Burggio i sur. (2004.) u istraživanju predatorske populacije božjih ovčica sjeverne Italije kao najčešće prisutne neprijatelje lisnih ušiju nabraja vrste *Hippodamia variegata* Goeze, *Propylaea quatuordecimpunctata* L., *Coccinella septempunctata* L. i nekoliko vrsta roda Scymnus. Međutim, u Engleskoj se kao najvažnije predatorne vrste navode *C. septempunctata* i *Adalia bipunctata* L. (Leather i sur., 1999.). Bugg i sur. (2008.) kao najznačajnije afidifagne vrste u kupusnjačama u Kaliforniji, osim najprisutnije *C. septempunctata* navodi još i *Coccinella novemnotata* Herbst, te *Hippodamia convergens* Guërin-Mëneville.

Biswas i sur. (2007.) ukazuju na važnost vrste *Stethorus punctillum* Weise u suzbijanju koprivine grinje (*Tetranychus urticae* Koch), izrazitog polifaga koji se hrani sa više od 200 vrsta različitih biljaka, između ostalog i povrtnim kulturama. Spomenuti autori utvrdili su kako ova mala crna božja ovčica populaciju koprivine grinje uspješno održava ispod praga štetnosti, a Burggio i sur. (2004.) navode je kao važnog akarifaga u kukuruzu i soji.

Druge vrste, kao što su *Exochomus nigromaculatus* Goeze, *Scymnus apetzi* Mulsant i *Scymnus subvillosus* Goeze, značajni su u kontroli populacije šljivine zelene uši (*Hyalopterus pruni* Geoffer) i održavanju populacije štetočinja na značajno niskoj razini (Atlihan i Kaydan, 2002.). Nadeem Abbas i sur. (2013.) utvrdili su da se, od usjeva, najviše vrsta božje ovčice pojavljuje u krmnom bilju i žitaricama, od kojih je najučestalija *Coccinella septempunctata*. Prisutnost vrsta roda Scymnus i vrste *Epilachna indica* Mulsant pronađene su samo na žitaricama, te se smatra da imaju manji radijus kretanja. U SAD-u se *C. septempunctata* 90-ih godina unosila kao biološko sredstvo protiv lisnih ušiju na žitaricama. U Europi je, međutim bila na glasu kao nedovoljno učinkovita i to je bio začetak ideje o otpuštanju vrste *Harmonia axyridis* Pallas u faunu Europe (Magro i Hemptinne, 1999). *H. axyrids* tj. azijsku božju ovčicu svakako treba spomenuti kao negativan primjer introdukcije u pokušaju biološke zaštite. Prema Ivezić i sur. (2011.) *H. axyridis* uvezena je 1995. godine u Europu radi biološkog suzbijanja lisnih i štitastih uši, a

u Hrvatskoj je prvi put utvrđena 2010. godine. Međutim, pokazala se izrazito polifagna i proždrljiva. Duga je 6 – 8 mm, a napada gotovo sve vrste kukaca koje su manje od nje pa tako i ličinke autohtonih vrsta božje ovčice.

Slika 4. Božja ovčica *C. septempunctata*. (Foto: Kuštera, G.)

2.5.2.2.2. Porodica Carabidae (trčci)

Trčci su veliki kukci, dugi i do 30 mm sa dobro razvijenim nogama. Opisano je oko 40 000 vrsta, od kojih 2 700 na području Europe (Luff, 2007., Ottesen, 1993.). Vrlo su osjetljivi na zagađenja pa se brojnost trčaka smatra indikatorom onečišćenja okoliša. To potvrđuju i Bažok i sur. (2015.) koji navode da su sastav i brojnost vrsta te brojnost jedinki trčaka pokazatelji biološke stabilnosti poljoprivrednih staništa. Prema Allen (1979.) trčci su tipični polifagni predatori i kao takvi imaju veliki značaj u prirodnom i agroekosustavu. Međutim, Lindroth (1992.) navodi kako postoje i neke fitofagne vrste. Isti autor smatra kako se kao istinske predatore može navesti rod Calosoma, dok rodovi Agonum, Bembidion, Calathus, Carabus, Cychrus, Dyschirius, Elaphrus, Notiophilus i Pterostichus nisu isključivi zoofagi. Thomas i sur. (2009.) na primjeru vrste Pterostichus melanarius Illiger zaključuju kako je puno više zoofagnih ličinki nego odraslih zoofagnih jedinki.

U Hrvatskoj se kao najvažnije predatorske vrste trčaka navode pripadnici rodova Carabus, Calosoma, Poecilus, Pterostichus i Nebria (Maceljski, 2002.). Rod Calosoma poznat je i pod nazivom gusjeničari, a najznačajnije vrste su *Calosoma sycophanta* L. *i Calosoma*

inquisitor L. Za razliku od trčaka gusjeničara trčci iz roda Carabus se ne penju po stablima, već se zadržavaju na tlu. Najvažnije vrste iz ovog roda su: *Carabus violaceus L.*, *Carabus cancellatus L.*, *Carabus intricatus L.* i *Carabus auratus* L. (Mikić, 2012.).

Ovisno o vrsti, odrasli oblici i ličinke hrane se gusjenicama, ličinkama krumpirove zlatice, grčicama hrušta i žičnjacima te se ubrajaju u najvažnije prirodne neprijatelja štetočinja u tlu. Tako se u Njemačkoj 1827. godine prikupljao veliki trčak (*C. sycophanta)* te unašao u šume napadnute gubarom. To je ujedno i prvi zabilježeni pokušaj biološke zaštite kukcima (Maceljski, 2002.). U Engleskoj se istražuje mogućnost korištenja vrsta rodova Nebria i Pterostichus za zaštitu jagoda od lisnih ušiju (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

Hatteland (2010.) u proučavanju utjecaja trčaka na puževe navodi vrste *Pterostichus niger* Schaller, *P. melanarius* i *Carabus nemoralis* Müller kao njihove značajne predatore. Ovu tezu potvrđuju Renkema i sur. (2014.) koji nalaze da prisutstvo *C. nemoralis* smanjuje štete od puževa u salati pa tako povećava prinos salate za 55%. Međutim, isti autori tvrde da utjecaj *P. melanarius* na populaciju puževa nije uočen ali odrasle jedinke ove vrste smatraju potencijalnim biološkim agensom protiv gusjenica moljaca. Hatteland (2010.) navodi kako se određene vrste roda Notiophilus istražuju u cilju suzbijanja fitofagnih skokunaca koji se hrane klicama i korijenčićima biljaka. Međutim, Carrillo i sur. (2007.) istražuju trčke u usjevima žitarica u Čileu i nalaze kako je veličina njihove populacije obrnuto proporcionalna veličini populacije skokunaca i pauka. Ipak, na veličinu populacije pozitivno utječe populacija lisnih minera, odnosno brojnost odraslih jedinki.

Trčci su važni sudionici agroekosustava jer smanjuju brojnost štetnih kukaca, puževa i korovnih biljaka. Tako svojim aktivnostima mogu smanjiti oštećenja usjeva i do 40% u odnosu na područja gdje je njihova populacija izrazito niska. Iz tog razloga je veoma važno očuvati brojnost ovih korisnih kukaca. U očuvanju trčaka ključnu ulogu ima pravilna obrada tla i izbjegavanje pesticida, posebice onih širokog spektra djelovanja. Posljedica primjene insekticida širokog spektra djelovanja je porast broja štetočinja koje inače uništavaju trčci (Mikić, 2012.).

Slika 5. Trčak, *Pterostichus niger* (Foto: https://www.naturespot.org.uk/species/abax-parallelepipedus; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.2.3. Porodica Staphylinidae (kusokrilci)

Imaju usko duguljasto tijelo samo djelomično pokriveno pokriljem. Odnosno, leđna strana zatka je otkrivena. Karnivorne su vrste te se ubrajaju u grabežljivce (Maceljski, 2002.). Prema Hatteland (2010.) kusokrilci se uglavnom hrane štetočinjama tla kao što su neki kukci i puževi. Tourtois i Grieshop (2015.) navode kako su se kusokrilci pokazali dobrim biološkim agensom za suzbijanje šampinjonske mušice (*Bradysis spp.*) koja se osim gljivama hrani i korijenjem nekih biljaka, te kalifornijskog tripsa koji se kukulji u tlu. Tako Miller i Williams (1983.) kao učestalu vrstu izdvajaju vrstu *Dalotia (Atheta) coriaria* Kraatz, proždrljivog polifagnog grabežljivca koji se rado hrani navedenim ali i drugim kukcima kao što su sjajnici (Nitidulidae) i muhe (Muscidae) te grinjama.

Slika 6. Kusokrilac, *D. coriaria.* (Foto: https://naturalinsectcontrol.com/product.php?id=000000496; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.3. Red Dermaptera (kožaši)

To su veliki kukci koji se zadržavaju u vlažnim, tamnim i uskim mjestima kao što su složena drva za ogrjev, procijepi u zidovima, zbijeni grozdovi, glave kupusa i sl.. Svejedi su, i to najčešće strvinari. Iako se često hrane biljnim listovima, cvjetovima i plodovima ne suzbijaju se jer nanose više koristi uništavanjem nekih štetnika nego štete. U nas je najčešća vrsta *Forficula auricularia* L., odnosno europska uholaža – smeđe crvenkasti kukac dug do 20 mm. Ima kratko pokrilje i dobro razvijena stražnja krila iako vrlo rijetko leti. Na abdomenu ima izraštaje u obliku kliješta (Maceljski, 2012.). Ženke uholaže ponašaju se vrlo zaštitnički prema svom leglu. Ovaj kukac hrani se lisnim ušima i jajima raznih insekata. Zabilježeno je da uholaža vrlo dobro preživljava i kod malog broja štetočinja. Uholaža se pokazala posebno dobrim kukcem za biološko suzbijanje lisnih ušiju u višegodišnjim (hmelj) kao i jednogodišnim kulturama (žitarice). Međutim, kod jednogodišnjih kultura njezino kretanje je ograničeno jer se zadržava u blizini ekološke infrastrukture koja joj predstavlja stanište u ljetnim mjesecima. Peusens i sur. (2009.) ipak smatraju kako je ovaj kukac prisutniji i stoga važniji u voćnjacima jer se rado hrani i običnom kruškinom buhom (*Cacopsylla pyri* L.) te jabučnom krvavom uši (*Eriosoma lanigerum* Hausmann). Daane i sur. (2012.) navode ovu vrstu kao predatora štitastih ušiju. Često ih parazitiraju muhe gusjeničarke (Helyer i sur., 2014.).

Slika 7. Europska uholaža, *F. auricularia.* (Foto: https://bugguide.net/node/view/264451; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.4. Red Diptera (dvokrilci)

Procjenjuje se da ovaj red obuhvaća oko 120 000 vrsta unutar 177 porodica što ga čini jednim od najbrojnijih vrsta kukaca. U Hrvatskoj je poznato oko 1850 vrsta. Imaju jedan par prednjih opnastih krila, a stražnji par im je zakržljao. Usni aparat prilagođen je za bodenje i sisanje ili sisanje i lizanje. Ličinke su apodne (Maceljski, 2002.).

2.5.2.4.1. Porodica Cecidomyidae – mušice šiškarice

Porodica Cecidomyidae je velika porodica unutar koje se nalaze brojne važne štetne vrste. Međutim neke vrste su grabežljive, a najčešći plijen su im štitaste uši. U Kaliforniji se kao značajan predator ovih štetočinja navodi vrsta *Dicrodiplosis californica* Felt. Odrasla nepredatorna jedinka odlaže jaja u blizini štitastih uši, a crvolika larva hrani se jajima i ličinkama štetočinja (Geiger i Daane, 2001.). U Novom Zelandu zabilježeno je smanjenje šteta od štitastih ušiju za 30% primjenom *Diadiplosis koebelei* Koebele (Daane i sur., 2012.).

U nas se vrsta *Aphidoletes aphidimyza* Rondani spominje kao značajna u suzbijanju lisnih ušiju. Odloži do stotinjak jaja na zaražene biljke, a u promet se stavlja u stadiju kukuljice. Preporuka za suzbijanje je pet jedinki po m² (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Bugg i sur. (2008.) u svom istraživanju nalaze kako je ta vrsta važan prirodni neprijatelj raznih štetočinja, a posebice lisnih ušiju u travno-djetelinskim smjesama.

Slika 8. Vrsta iz porodice Cecydomidae. (Foto: https://es.wikipedia.org/wiki/Cecidomyiidae#/media/File:Fly_December_2007-4.jpg; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.4.2. Porodica Tachinidae (muhe gusjeničarke)

Vrste ove porodice pokazale su se vrlo uspješnim sredstvom biološke kontrole. Njihove ličinke uglavnom parazitiraju u gusjenicama leptira, ali i u ličinkama i odraslim oblicima drugih kukaca. Neke vrste ove porodice odlažu jaja na tijelo domaćina, a neke u tijelo domaćina. Domaćinu tijekom razvoja razaraju organe te iz njega izlaze kao odrasle jedinke.

Vrste *Exorista larvarum* L. i *Compsilura concinata* Meigen. parazitiraju gusjenice više od 90 vrsta leptira, ali prvenstveno gusjenice kukuruznog moljca i sovica. Vrste *Lydella stabulans grisescens* L. i *Lydella thompsoni* Herting poznati su paraziti kukuruznog moljca, a vrsta *Voria ruralis* Fall parazitira gusjenice sovice gama (*Autographa gamma* L.) (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Prema Igrc Barčić i Maceljski (2001.) vrsta *Doryphorophaga doryphorae* Riley uzgaja se i ispušta u pokusne svrhe za suzbijanje krumpirove zlatice.

Slika 9. Muha gusjeničarka *E. larvarum.*(Foto: https://en.wikipedia.org/wiki/Exorista_larvarum#/media/File:Exorista.larvarum.jpg; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.4.3. Porodica Syrphidae (osolike muhe, pršilice)

U porodicu Syrphidae odnosno osolikih muha ubrajamo gotovo 6000 vrsta rasprostranjenih diljem svijeta. To je jedna od najvećih porodica unutar reda dvokrilaca (Naderloo i Rad, (2014.). Kako bi se zaštitile od grabežljivaca, letom oponašaju ose, pčele i druge vrste kukaca. Gotovo se sve odrasle jedinke hrane mednom rosom, nektarom i polenom

cvjetnica pa prisutnost korovnih biljaka ima važnu ulogu u uspješnom razmnožavanju i dugovječnosti pršilica (Speight, 2008.). Zato se mnogi autori slažu da ovi kukci uvelike ovise o ekološkoj infrastrukturi u blizini usjeva pa ih je u usjeve moguće privući zasijavanjem i održavanjem cvjetnih traka (Colley i Luna, 2000., Gilbert, 1981., Miller i sur., 2013.). Međutim, ličinke zoofagnih vrsta uglavnom se hrane raznim vrstama lisnih ušiju. Njihova brojnost i mogućnost potpunog razvoja ovisi o prisutnosti i veličini populacije štetočinja (Schneider, 1969.). Ovisno o vrsti, jedna ličinka osolike muhe uništi 40 - 150 biljnih ušiju dnevno, a tijekom svog razvoja i do 500 jedinki. Kod nas su poznate vrste *Episyrphus balteatus* de Geer, *Syrphus ribesii* L. i *Eupeodes* spp. među kojima je najpoznatija *Eupeodes (Syrphus) corollae* Fabricius.

Prema Bugg i sur. (2008.) na svijetu postoji više od 49 vrsta unutar ove porodice koje se hrane zelenom breskvinom uši (*Myzus persicae* Sulzer). Gong-Yin i sur. (2014.) navode vrste *Betasyrphus serarius* Wiedemann, *E. balteatus* (de Geer), *E. corollae* i *Sphaerophoris menthastri* L. kao prirodne neprijatelje štetnika čaja (C*amellia sinensis* L.) u Kini. Bugg i sur. (2008.) kao najzastupljenije afidifagne vrste osolikih muha Sjeverne Amerike smatraju vrste *Toxomerus marginatus* Say, *Platycheirus stegnus* Say,*Sphaerophoria sulphuripes* Thomson, *Allograpta obliqua* Say, *Syrphus opinator* Osten Sacken, *Eupeodes volucris* Osten Sacken, *Toxomerus occidentalis* Curran i druge. Osolike muhe važna su grupa benefitnih kukaca jer osim kao prirodni neprijatelji imaju i važnu ulogu kao oprašivači u prirodnim i agroekosustavima. Smith i Chaney (2007.) nalaze kako pozitivan prinos kupusnjača u Kaliforniji značajno ovisi o prisutnosti afidifagnih ličinki osolikih muha. U zoofagne osolike muhe ubrajamo vrste iz potporodice Syrphinae. Naderloo i Pashaei (2014.) navode kako se ličinke potporodice Syrphinae hrane isključivo lisnim ušima. Zato odrasle ženke legu jaja na biljke kolonizirane ovim štetnikom.

Francis i sur. (2002.) u svojem radu nalaze osoliku muhu *Sphaerophoria scripta* L. kao najzastupljeniju afidifagnu vrstu u usjevu riže.

Slika 10. Osolika muha iz porodice Syrphidae (Foto: https://bugguide.net/node/view/153678; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.5. Red Thysanoptera (resičari, tripsi)

U borbi protiv štetočinja značajne su i grabežljive vrste resičara kao što su *Leptothrips mali* Fitch., *Haplothrips kurdjumovi* Karny, *Aelothrips fasciatus* L. (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Vrsta *Franklinothrips vespiformis* Crawford predatorski je trips koji se hrani drugim vrstama resičara. Osim drugih vrsta unutar svojega reda, grabežljivi tripsi hrane se još grinjama, lisnim ušima, štitastim moljcima te drugim manjim kukcima (Helyer i sur., 2014.). Tako su Parella i sur. (1982.) uočili pozitivan učinak vrste *L. mali* na suzbijanje crvenog voćnog pauka. Isti autori navode kako se *L. mali* pokazao boljim biološkim agensom protiv ove štetne vrste nego neke grabežljive vrste božjih ovčica (*S. punctillum*) i stjenica (*O. insidiosus*). Ovim istraživanjem pobijaju tezu koju daje Bailey (1940.) navodeći da iako je *L. mali* najčešća vrsta grabežljivog tripsa, nema bitan utjecaj na poljoprivredne štetnike zbog male brojnosti i niskog reproduktivnog kapaciteta.

Slika 11. Resičar *L. mali* (Foto: https://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query?enlarge=0000+0000+1008+0696; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.6. Red Neuroptera (novokrilaši, mrežokrilci)

Zlatooke su u nas česti grabežljivci i vrlo važni predatori u voćnjacima. U Hrvatskoj je zabilježena 21 vrsta. Dok su ličinke predatorne, ovisno o rodu, odrasle jedinke su ili predatori ili omnivori. Odrasli kukci roda Chrysoperla hrane se samo mednom rosom i polenom. U usjeve ih je moguće privući i prije povećanja populacije štetočinja i to prskanjem melase ili otopine saharoze. Odrasle jedinke roda Chrysopa isključivo su predatorne (Helyer i sur., 2014.). Ženka odloži do 350 jaja, a razvoj ličinke traje dva tjedna. Ima dvije generacije godišnje, a prezimljava druga generacija u odraslom obliku. Veliki broj ugiba tijekom zimskog razdoblja pa im je potrebno osigurati skloništa. Ličinka mrežokrilke tijekom razvoja može pojesti 200 – 500 odralih jedinki lisnih ušiju, 300 – 400 jaja krumpirove zlatice, oko 500 jaja leptira ili 12 000 jaja grinja. U jednom satu može pojesti 30 – 50 crvenih pauka. Hrane se i resičarima, lisnim buhama, štitastim moljcima te jajima kornjaša i leptira (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Tu se posebno ističu vrste *Chrysoperla carnea* Stephens, *Chrysopa perla* L., *Chrysopa septempunctata* Wesmael, *Chrysopa formosa* Brauer i *Cuntochrysa baetica* Holz. U promet se unose kao jaja ili ličinke i to njačešće vrsta *C. carnea* jer je proizvodnja ove vrste jednostavnija, a time i jeftinija od vrsta iz roda Chrysopa. Isto tako, *C. carnea* podnosi nedostatak vlage bolje od drugih vrsta. U usjevu će prvo napasti lisne uši, zatim tripse pa grinje, ali isto tako i gusjenice leptira, jaja moljaca, štitaste uši, ličinke štitastih ušiju, kukuljice itd. Važno je naglasiti da kod introdukcije ovih benefitnih kukaca treba pripaziti na populaciju grabežljivih stjenica u usjevu te ne primjenjivati oba biološka agensa istovremeno jer se stjenice rado hrane mrežokrilkinim jajima (Bugg i sur. 2008.).

Slika 12. Mrežokrilka, vrsta *C. perla*. (Foto: http://www.commanster.eu/commanster/Insects/Misc/Neuroptera/Chrysopa.perla.html; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.2.7. Red Mantodea (bogomoljke)

To su veliki grabežljivi kukci koji prednje noge drže ispružene prema naprijed. Kod njih je razvijena mimikrija. U nas je najzastupljenija vrsta *Mantis religiosa* L. koja se, kao i druge vrste unutar ovog reda, hrani raznim kukcima i malim životinjama. Međutim, u prirodi su malobrojne te nemaju znatan učinak na populaciju štetočinja. U promet se stavljaju u obliku jaja (Maceljski, 2002.).

Slika 13. Bogomoljka, *M. religiosa*. (Foto: https://pacot.es/t/cuatro-animales-sadicos-del-mundo-natural/19339; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.3. Parazitoidi

2.5.3.1. Red Hymenoptera (opnokrilci)

Parazitoidi su prema navodima Buchori i Sahari (2008.) najznačajniji uzrok smrtnosti herbivornih kukaca, značajniji nego predatori i patogeni organizmi zajedno. Isti autori ističu parazitoide iz reda Hymenoptera kao vrstama najbogatiju i biološki najraznovrsniju skupinu parazitoida. Red Hymenoptera broji oko 320 000 vrsta od kojih više od 75% s obzirom na prehrambene navike svrstavamo u parazitoide. Parazitske osice prema sistematici dijelimo na 12 nadporodica među kojima je najznačajnija Ichneumonoidea koja obuhvaća oko 100 000 vrsta, te Chalcidoidea također sa 100 000 vrsta (Del Claro i sur., 2009.). Kod parazitoida postoji visoka specijalizacija s obzirom na razvojni stadij domaćina, pa razlikujemo parazitoide jaja, ličinke, kukuljice i odraslih oblika. U odnosu na način parazitiranja ovi kukci mogu biti endoparaziti i ektoparaziti ovisno o tome odlažu li

ženke jaja u ili na tijelo svoje žrtve. Neke vrste opnokrilaca parazitiraju jaja raznih štetočinja, neke vrste su paraziti gusjenica, dok su neke paraziti lisnih uši. Parazitiraju ih na način da ženka u njih odlaže jedno ili više jaja, ovisno o vrsti osice. Često parazitiraju štitaste uši. Štitasta uš je tijekom početnog razvoja parazita i dalje aktivna. Nakon nekog vremena, daljnjim razvojem ličinke, štetnik se "mumificira" (Daane i sur., 2012.).

2.5.3.1.1. Porodica Aphelinidae

Introdukcijom vrste *Encarsia formosa* Gahan u zapadnu Europu uspješno se suzbijao cvjetni štitasti moljac na kulturama kao što su rajčica i paprika. Ove osice unose se u ciljano područje u obliku parazitiranih pretkukuljica štetočinja (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.).

Vrsta *Encarsia perniciosi* Tower laboratorijski se uzgaja i ispušta u borbi protiv štitastih ušiju (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.).

2.5.3.1.2. Porodica Braconidae

Ovoj porodici pripada preko 40 000 vrsta. Parazitiraju gusjenice leptira, muhe i lisne uši. Posebno su značajne kod biološkog suzbijanja lisnih ušiju na žitaricama (Bugg i sur., 2008.)

Vrste roda Apanteles žive u gusjenicama *Pieris brassicae* L. i *Pieris rapae* L. te mnogih drugih vrsta leptira, uključujući sovice i kukuruznog moljca. *Apanteles solitarius* Ratzeburg parazitira gusjenice gubara (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.). Prema Gong-Yin i sur. (2014.) vrste roda Apanteles parazitoidi su nekih štetnika čaja.

Prema Bugg i sur. (2008.) parazitska osica *Diaeretiella rapae* M'intosh parazitira kupusnu lisnu uš (*Brevicoryne brassicae* L.) i zelenu breskvinu uš.

Vrsta *Dacnusa sibirica* Telenga upotrebljava se u suzbijanju minirajuće muhe (Lyromyza i Phytomyza vrste), a parazitira ih tako da u njih odloži svoja jaja. Ličinke izlaze nakon 4 dana, a njihov razvoj unutar domaćina traje 16 dana. Unutar ove porodice značajne su još vrste *Aphidius matricariae* Haliday, *Aphidius colemani* Viereck, te *Aphidius ervi* Haliday i to u suzbijanju lisnih ušiju (Igrc Barčić i Maceljski 2001.). Nebreda i sur. 2005 također

navode ove vrste te vrstu *Aphidius hieraciorum* Starý kao značajne u suzbijanju lisnih ušiju, posebice zelene breskvine uši i lisnih ušiju na salati i dinji u Španjolskoj.

Slika 14. Vrsta iz porodice Braconidae. (Foto: https://www.alexanderwild.com/Insects/Stories/Portfolio/i-n9LjhB3; pristupljeno 16.02.2018.)

2.5.3.1.3. Porodica Ichneumonidae

Vrste ove porodice parazitiraju ličinke i kukuljice raznih vrsta kukaca, ali i gusjenice leptira. Pretežno su endoparaziti. Pripadnici rodova Pimpla, Ephialtes i Theronia te vrsta *Horogenes punctorius* Roman značajni su u suzbijanju gusjenica kukuruznog moljca (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.).

Scott (1939.) nalazi kako su neke parazitske osice iz ove porodice (rod Diaplazon sp.) važni predatori kupusnih lisnih ušiju. Međutim, kod njihova unosa u ciljani usjev treba pripaziti da ne parazitiraju i eventualnu postojeću populaciju osolikih muha. Iz tog razloga kombiniranje ova dva biološka agensa nije preporučljivo (Smith i Chaney, 2007.).

2.5.3.1.4. Porodica Eulophidae

Vrsta *Diglyphus issae* koristi se u suzbijanju muha lisnih minera (Lyromyza i Phytomyza vrste). Jaja odlaže pokraj domaćina. (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). U nas se vrsta *Edovum puttleri* Grissell proučava za biološko suzbijanje krumpirove zlatice.. To je jajni parazit kojem je glavna mana loše prezimljavanje (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.).

2.5.3.1.5. Porodica Trichogrammatidae

Vrste ove porodice jajni su paraziti brojnih štetnih leptira. Uzgajaju se i ispuštaju u usjev u cilju suzbijanja kukuruznog moljca, gusjenica sovica, jabučnog i drugih savijača, maslinina moljca i drugih štetočinja (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). U Rumunjskoj se pomoću njih provodi zaštita šećerne repe i kupusnjača i to pomoću parazitiranih jaja domaćina (Igrc Barčić i Maceljski, 2001.). Vrsta *Trichogramma evanescens* Westwood jajni je parazit i parazitira preko 70 raznih vrsta kukaca. Cijena osica potrebnih za 1 ha kukuruza u Njemačkoj iznosi oko 55 Eura, a u SAD-u 2 – 4 USD. U Institutu za jadranske kulture u Splitu uzgajane su osice *Trichogramma rhenana* Voegele i *Trichogramma maidis* Pint-Voegl. u cilju suzbijanja kukuruznog moljca, sovica i drugih štetočinja (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005.).

Osim navedenih porodica, u grupu entomofagnih osica ubrajaju se i porodice Eurytomidae, Pteromalidae, Eupelmidae, Encyrtidae, Mymaridae i Scelionidae. Unutar porodice Encyrtidae značajno je spomenuti vrstu *Copidosoma koehleri* Blanchard koja parazitira gusjenice leptira. Tako ova osica parazitira gusjenicu krumpirovog moljca *Phthorimaea operculella* Zeller (Wratten i sur., 2002.).

Slika 15. *Trichogramma evanescens.* (Foto: https://e-insects.wageningenacademic.com/trichogramma_evanescens; pristupljeno 16.02.2018.)

3. Zaključak

Korisni kukci su neizostavni dio ekološke poljoprivrede bez obzira jesu li agensi biološkog suzbijanja nametnika ili oprašivači. U ovom radu prikazan je sažet pregled najznačajnijih skupina korisnih organizama koji zasigurno mogu doprinijeti povećanju količine i kvalitete prinosa usjeva u ekološkoj proizvodnji. Navedeni su neki od značajnih rodova i vrsta predatora i parazitoida kao i organizmi kojima se oni hrane, te najvažniji oprašivači. Neke od vrsta su stalno prisutne u agroekosustavu ali u maloj brojnosti pa njihova djelotvornost u biološkom suzbijanju nije jako značajna. Za razliku od prethodnih neke vrste su izrazito specijalizirane, te se komercijalno uzgajaju i koriste za masovno ispuštanju u usjeve pa je i njihova učinkovitost puno veća. Većina vrsta se hrani štetočinjama koji se zadržavaju na nadzemnom dijelu biljaka, dok jedan manji dio (kusokrilci, trčci, hitre) napada organizme koji žive u tlu. Budući da je ekološka poljoprivreda tip proizvodnje koji između ostalog teži očuvanju i zaštiti okoliša nužno je stvoriti uvjete za opstanak svih korisnih organizama bez obzira radi li se o fauni koja je sastavni dio agroekosustava ili o augmentativnom unošenju novih vrsta. Uvjete za korisne kukce možemo ostvariti mješovitom proizvodnjom, uzgojem biljaka u konsocijacijama, izostavljanjem monokulture i organizacijom plodoreda. Osim toga bitno je u proizvodnju unijeti i elemente ekološke infrastrukture koja će korisnim kukcima pružiti stanište, mjesto prezimljenja i zaštite od djelovanja negativnih abiotskih i biotskih čimbenika. Takva mjesta korisnoj fauni (predatorima i parazitoidima) osiguravaju izvor plijena, te peludi i nektara koji su bitne komponente u funkcioniranju njihovog organizma. Na taj način posebno podižemo razinu biološke raznolikosti agroekosustava i pomažemo u održavanju njegove stabilnosti. Naravno, benefitni kukci, posebno prirodni neprijatelji predstavljaju samo jedan segment ekološke proizvodnje i nužno ih je kombinirati sa svim ostalim kako preventivnim tako i kurativnim mjerama ekološki prihvatljive zaštite bilja.

4. Popis literature

1. Alford, D.V. (1978.): The life of the bumblebee. Davis-Poynter, London, 80.
2. Allen, R. T. (1979.): The occurrence and importance of ground beetles in agricultural and surrounding habitats. Carabid beetles: their evolution, natural history and classification. Proceedings of the First International Symposium of Carabidology. Junk Publishers, the Hague, Belgium, 485-506.
3. Altieri, M. A., Schmidt, L. L. (1985.): Cover crop manipulation in northern California orchards and vineyards: effects on arthropod communities. Biological Agriculture and Horticulture, 3, 1-24.
4. Atlihan, R., Kaydan, B. (2002.): Development, Survival and Reproduction of Three Coccinellids Feeding on Hyalopterus pruni (Geoffer)(Homoptera: Aphididae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26, 119-124.
5. Bailey, S. F. (1940.): The Black Hunter, Leptothrips mali (Fitch). Journal of Economic Entomology, 33(3), 539-544.
6. Baličević, R. (2015.): Zaštita od korova u ekološkoj proizvodnji. Interna skripta, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 1-30.
7. Barbosa, P. (1998.): Conservation Biological Control. Academic Press, San Diego. 396.
8. Bašić, F., Herceg, N. Temelji uzgoja bilja, Synopsis d.o.o. Zagreb, 454.
9. Batáry, P., Holzschuh, A., Orci, K. M., Samu, F., Tscharntke, T. (2012.): Responses of plant, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands. Agriculture, Ecosystems and Environment, 146, 130-136.
10. Batelja Lodeta, K., Gugić, Čmelik, Z. (2011.): Ekološka poljoprivreda u Europi i Hrvatskoj s osvrtom na stanje u voćarstvu. Pomologia Croatica, 17(3-4), 135 - 148.
11. Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2015.): Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. Glasilo biljne zaštite, 14(5), 357-390.
12. Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A-C. (2005.): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. Journal of Applied Ecology, 42(2), 261-269.
13. Biobee (2018.): http://www.biobee.com/natural-pollination/bio-bees-hive/, pristupljeno: 16.04.2018.).

14. Biranvand, A., Jafari, R., Khormizi, M. Z. (2014): Diversity and distribution of Coccinellidae (Coleoptera) in Lorestan Province, Iran. Biodiversity Journal, 1(5), 3-8.
15. Biswas, G. C., Islam, W., Haque, M. M. (2007.): Biology and predation of *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch. The Journal of Biological Sciences, 15, 1-5.
16. Bosco, L., Tavella, L. (2008.): Collection of Orius species in horticultural areas of northwestern Italy. Bulletin of Insectology, 61(1), 209-210.
17. Bretagnolle, V., Gaba, S. (2015.): Weeds for bees? A review. Agronomy for Sustainable Development, 35(3), 891-909.
18. Buchori, D., Sahari, B. (2008.): Conservation of Agroecosystem through Utilization of Parasitoid Diversity: Lesson for Promoting Sustainable Agriculture and Ecosystem Health. HAYATI Journal of Biosciences, 15(4), 165-172.
19. Bugg, R. L. (1991.): Cover crops and control of arthropod pests of agriculture. Cover Crops for Clean Water. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa, 157-163.
20. Bugg, R. L., Colfer, R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A., Cannon, J. (2008.): Flower Flies (Syrphidae) and Other Biological Control Agents for Aphids in Vegetable Crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resource Report, 8285.
21. Burggio, G., Ferrari, R., Pozzati, M., Boriani, L. (2004.): The role of ecological compensation areas on predator populations: an analysis on biodiversity and phenology of Coccinellidae (Coleoptera) on non-crop plants within hedgerows in Northern Italy. Bulletin of Insectology, 57(1), 1-10.
22. Buri, P., Humbert, J-Y., Arlettaz, R. (2014.): Promoting Pollinating Insects in Intensive Agricultural Matrices: Field-Scale Experimental Manipulation of Hay-Meadow Mowing Regimes and Its Effects on Bees, PLOS, doi.org/10.1371/journal.pone.0085635.
23. Cabello, T., Gallego, J. R., Fernandez-Maldonado, F. J., Soler, A., Beltran, D., Parra, A, Vila, E. (2009.): The damsel bugg *Nabis pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. IOBC/WPRS Bulletin 49, 219-223.
24. Carnero, A., Diaz, S., Amador, S., Hernández, M., Hernández, E. (2000): Impact of *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) on whitefly population in protected tomato crops. IOBC/WPRS Bulletin, 23(1), 259.

25. Carrillo R., Alarcón, R., Neira, M. (2007.): The effects of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) on the arthropod fauna of wheat fields in Chile. Revista de Biologia Tropical, 55(1), 101-111.
26. Coll, M., Shakya, S., Inbar, S., Nenner, Y., Steinberg, S. (2007.): Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. Entomologia Experimentalis et Applicata, 122, 59-67.
27. Colley, M. R., Luna, J. M. (2000): Relative Attractiveness of Potential Beneficial Insectary Plants to Aphidophagous Hoverflies (Diptera: Syrphidae). Environmental Entomology, 29(5), 1054-1059.
28. Culliney, T. W. (1986.): Predation on adult Phyllotreta flea beetles by Podisus maculiventris (Hemiptera: Pentatomidae) and Nabicula americolimbata (Hemiptera: Nabidae). Can. Entomol. 188, 731-732.
29. Daane, K. M., Almeida, R. P., Bell, V. A., Walker, J. T., Botton, M., Fallahzadeh, M., Zaviezo, T. (2012.): Biology and management of mealybugs in vineyards. In Arthropod Management in Vineyards. Springer Netherlands, 271-307.
30. Del Claro, K., Oliveira, P. S., Rico-Gray, V. (2009.): Tropical Biology and Conservation Management. Eolss Publishers, Oxford, United Kingdom. 7.
31. Delaplane, K.S., Mayer, D.F. (2000.): Crop pollination by bees. CABI Publishing, USA, 344.
32. Eurostat (2018.): http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics, pristupljeno 19.01.2018.
33. Filipi, J., Dražić, M.M. (2017.): Uzgoj pčela: sistematika i anatomija, Sveučilište u Zadru, Zadar, 59.
34. Francis, F., Haubruge, E., Colignon, P., Hastir, P., Gaspar, C. (2002.): Entomological diversity in agro-ecosystems: not necessarily an ecological desert. Biologie, 72, 153–154.
35. Franin, K., Barić, B. (2012.): Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. Entomologia Croatica, 16(1-4), 61-80.
36. Gabarra, R., Castani, C., Albajes, R. (1995.): The mirid bug Dicyphus tamaninii as a greenhouse Whitefly and Western Flower Thrips predator on cucumber. Biocontrol science and Technology, 5, 475-488.
37. Geiger, C. A., Daane, K. M. (2001.): Seasonal movement and sampling of the grape mealybug, Pseudococcus maritimus (Ehrhorn)(Homoptera: Pseudococcidae) in San Joaquin Valley vineyards. J. Econ. Entomol, 94, 291-301.

38. Gentanjaly, A., Vijay. L. R., Preeti. S and Ranjit. K. (2015.): Beneficial insects and their value to agriculture. Research Journal of Agricculture and Forestry Sciences, 3(5):25-30.
39. Gilbert, F. S. (1981.): Foraging ecology of hoverflies: Morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. Ecological Entomology, 6, 245-262.
40. Gong-Yin, Y., Xiao, Q., Chen, M., Chen, X., Yuan, Z., Stanley, D., W., Hu, C. (2014.): Tea: Biological control of insects and mite pests in China. Biological Control, 68, 73-91.
41. Guidone, L., Loru, L., Marras, P. M., Fois, X., Pantaleoni, R. A., Tavella, L. (2008.): Predatory bugs in hazelnut orchards of Piedmont and Sardinia (Italy). Bulletin of Insectology, 61(1), 207-208.
42. Hatteland, B., A. (2010.): Predation by carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) on the invasive Iberian slug Arion lusitanicus. Dissertation for the Degree Philosophiae Doctor (PhD). University of Bergen, Norway, 55.
43. Helyer , N., Cattlin, N. D., Brown, K. C. (2014.): Biological Control in Plant Protection. CRC Press, 262.
44. Herrick, N. J., Reitz, S. R., Carpenter, J. E., O'Brien, C. W. (2008.): Predation by Podisus maculiventris (Heteroptera: Pentatomidae) on Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) larvae parasitized by Cotesia plutellae (Hymenoptera: Braconidae) and its impact on cabbage. Biological Control. 45, 386-395.
45. Hippa, H., Kepeken, S. D., Laine, T. (1978.): On the feeding biology of Coccinella hieroglyphica L. (Coleoptera, Coccinellidae. Kevo Subartic Research Station, 14(2), 18-20.
46. Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D. (2005.): Does organic farming benefit biodiversity? Biological Conservation, 122(1), 113-130.
47. Igrc Barčić, J., Maceljski, M. (2001.): Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski d.d., Čakovec, 247.
48. Ivezić, M., Raspudić, E., Šoh, K., Jelovčan, S. (2011): Azijska božja ovčica Harmonia axyridis (Pallas, 1773) - novi član faune u Hrvatskoj. Entomologia Croatica, 15(1-4), 103-112.
49. Ivić, D. (2014.): Agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere u zaštiti bilja od bolesti. Glasilo biljne zaštite, 14(5), 391-399.

50. Kalinović, I., Rozman, V. (2002.): Suvremeni pristup u suzbijanju štetnika u području zaštite uskladištenih poljoprivrednih proizvoda. Zbronik radova seminara DDD i ZUPP 2002 - svijet i mi. 65 - 74.
51. Kayapinar, A., Komosor, S. (1993.): Ostrinia nubilalis Hubner (Lep., Pyralidae) in larva donemleri uzerinde avci boceklerin etkisinin arastirilmasi. Türk. Entomol. Derg. 17, 69-76.
52. Kevan, P.G., Clark E. A., Thomas, V. G. (1990.): Insect pollinators and susatinable agriculture. American Journal of Alternative Agriculture, 5(1), 13-22.
53. Kisić, I. (214.): Uvod u ekološku poljoprivredu. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 340.
54. Klein, A-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007.): Importance of pollinators in changing landscape for world crops. Proceedings Biological Sciences, 274(1608), 303–313.
55. Koren, T., Hlavati, D., Rojko, I., Zadravec, M. (2012.): First checklist of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of Croatia along with new faunistical records. Acta entomologica serbica, 17 (1-2), 107-122.
56. Kuštera, G. (2015.): Istraživanje faune božjih ovčica (Coleoptera: Coccinellidae) otoka Pašmana. Završni rad. Sveučilište u Zadru, 29.
57. Leather, S. R., Cooke, R. C. A., Fellowes, M. D. E., Rombe, R. (1999.): Distribution and abundance of ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) in non-crop habitats. European Journal of Entomology, 96, 23-27.
58. Legaspi, J. C. (2004.): Life History of Podisus maculiventris (Heteroptera: Pentatomidae) Adult Females Under Different Constant Temperatures, Environ. Entomol., 33(5), 1200-1206.
59. Limonta, L., Dioli, P., Denti, A. (2003.): Heteroptera present in two different plant mixtures. Boll. Zool. agr. Bachic., 36(3), 355-366.
60. Lindroth, C. H. (1992.): Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia: Specific knowledge regarding the species Part 1: A Zoogeographic Study. Intercept Ltd, 656.
61. Liu, H., Meng, J., Bo, W., Cheng, D., Li, Y., Guo, L., Li, C., Zheng, Y., Liu, M., Ning, T., Wu, G., Yu, X., Feng, S., Wuyun, T., Li, J., Li, L., Zeng, Y., Liu, S. V., Jiang, G. (2016.): Biodiversity management of organic farming enhances agricultural sustainability. Scientific reports. 6:23816 | DOI: 10.1038/srep23816

62. Luff, M. L. (2007.): The Carabidae (ground beetles) of Britain and Ireland. Handbook for the identification of British insects. Royal Entomological Society, St Albans, UK, 184.
63. Maceljski, M. (2002.): Poljoprivredna entomologija. Zrinski d.d. Čakovec, 519.
64. Magro, A., Hemptinne, J. L. (1999): The pool of Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae) to control Coccids (Homoptera: Coccoidea) in Portuguese citrus groves. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 25, 311-320.
65. Mikić, I. (2012.): Korisni kukci iz porodice Carabidae. Završni rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 24.
66. Miller, K. V., Williams, R. N. (1983.): Biology and host preference of Atheta coriaria (Coleoptera: Staphylinidae), an egg predator of Nitidulidae and Muscidae. Annals of the Entomological Society of America, 76, 158–161.
67. Miller, N., Al-Dobai, S., Legaspi, J., Sivinski, J. (2013.): Estimating attraction of Syrphidae (Diptera) to flowering plants with interception traps. Biocontrol Science and Technology, 23(9), 1040-1052.
68. Ministarstvo poljoprivrede (2018.): http://www.mps.hr/hr/poljoprivreda-i-ruralni-razvoj/poljoprivreda/ekoloska, pristupljeno 19.01.2018.
69. Nadeem Abbas, M., Kausar, S., Rana, S. A. (2013.): Diversity and Distribution of Ladybird beetles (Coccinellidae) in the Cropland of Faisalabad District. International Journal of Advanced Research, 1(1), 27-33.
70. Naderloo, M., Rad, S. P. (2014.): Diversity of Hoverfly (Diptera: Syrphidae) Communities in Different Habitat Types in Zanjan Province, Iran. Hindawi Publishing Corporation, 2014, 1-5.
71. Natupol (2018.): https://www.natupol.com/ , pristupljeno: 23.04.2018.)
72. Ndakidemi, B., Mtei, K., Ndakidemi, P. A. (2016). Impacts of synthetic and botanical pesticides on beneficial insects. Agricultural Sciences, 7(06), 364.
73. Nebreda, M., Michelena, J. M., Fereres, A. (2005.): Seasonal abundance of aphid species on lettuce crops in Central Spain and identification of their main parasitoids. Journal of Plant Diseases and Protection, 405-415.
74. Nicholls, C. I., Altieri, M. A. (2012.): Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. Agronomy for Sustainable Development, 1-15.
75. Obrycki, J., J., Harwood, J. D., Kring, T., J., O'Neil, R., J. (2009.): Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. Biological Control, 51(2), 244-254.

76. Odegaard, F. (2000.): How many species of arthropods? Erwin's estimate revised Biological Journal of the Linnean Society, 71, 583-59.
77. Oliveira, H. N., De Clercq, P., Zanuncio, J. C., Pratissoli, D., Pedruzzi, E. P. (2004.): Nymphal development and feeding preference of Podisus maculiventris (Heteroptera: Pentatomidae) on eggs of Ephestia kuehniella (Lepidoptera: Pyralidae) parasitised or not by Trichogramma brassicae (Hymenoptera: Trichogrammatidae), Brazilian Journal of Biology, 64(3A), 459-463.
78. Oštrec, Lj., Gotilin Čuljak, T. (2005.): Opća entomologija. Zrinski d.d. Čakovec, 222.
79. Ottesen, P. S. (1993.): Norwegian insect families and their species number. Norwegian Institute for Nature Research. Report No.: NINA Utredning, 55.
80. Parella, M. P., Rowe, D. J., & Horsburgh, R. L. (1982.): Biology of Leptothrips mali, a common predator in Virginia apple orchards. Annals of the Entomological Society of America, 75(2), 130-135.
81. Pejnović, D., Ciganović, A., Valjak, A. (2012.): Ekološka poljoprivreda Hrvatske: problemi i mogućnosti razvoja. Hrvatski geografski glasnik, 74(1), 141-159.
82. Perdikis, D., Fantinou, A., Lykouressis, D. (2011.): Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. Biological Control, 59(1), 13 - 21.
83. Perveen, F., Khan, A., Habib, H. (2014.): Comparative Characterization of the Ladybird Beetles (Coleoptera: Coccinellidae) from Hazara University, Garden Campus, Mansehra, Pakistan. Advances in Entomology, 2(02), 61.
84. Petrošević, S. (2017.): Korisni kukci u poljoprivredi. Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 26.
85. Peusens, G., Moerkens, R., Beliën, T., Gobin, B. (2009.): Side effects of plant protection products and biological interactions on the European earwig Forficula auricularia L. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 74(2), 411-417.
86. Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L. A., Garrat, M. P. D., Howlet, B. G., Winfree, R., Cunningham, S. A., Mayfield, M. M., Arthur, A. D. Woyciechowski, M. (2016.): Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America., 113(1), 146-151.
87. Ravlić, M., Baličević, R. (2014.): Biološka kontrola korova biljnim patogenima. Poljoprivreda, 20(1), 34-40.
88. Renkema, J., M., Cutler, G. C., Blanchard, D., Hammermeister, A. (2014.): Using ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to control slugs (Gastropoda: Pulmonata) in

salad greens in the laboratory and greenhouse. The Canadian Entomologist, 146(5), 567-578.

89. Resh, V. H., Cardé, R. T. (2009.): Encyclopedia of insects. Academic Press, USA, 1168.
90. Rollin, O., Benelli, G., Benvenuti, S., Decourtye, A., Wratten, S. D., Canale, A., Desneux, N. (2016.): Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. Agronomy for Sustainable Development, 36(8), 3-22.
91. Saleh, A., Sengonca, C. (2001.): Development and longevity of the polyphagous mirid bug *Dicyphus tamaninii* Wagner (Het., Miridae) with different ages of *Aphis gossypii* Glover as a prey. Mitt Dtsch Ges Alg Angew Ent (Giessen), 13, 193-196.
92. Sarajlić, A. (2015.): Biološko suzbijanje štetnih kukaca. Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani . Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 487-494.
93. Schneider, F. (1969.): Bionomics and physiology of aphidophagous Syrphidae. Annual Review of Entomology, 14, 103-123.
94. Schuman, M. C., Kessler, D., Baldwin, I. T. (2013.): Ecological Observations of Native Geocoris pallens and G. punctipes Populations in the Great Basin Desert of Southwestern Utah. Hindawi Publishing Corporation, 2013(1-11).
95. Scott, E. I. (1939.): An account of the developmental stages of some aphidophagous Syrphidae and their parasites. Annals of Applied Biology, 26, 509-523.
96. Singh, Z., White, C. E., Luckmann, W. H. (1973.): Notes on *Amyotea malabarica*, a predator of *Nezara viridula* in India. Journal of Economic Entomology 66, 551-552.
97. Smith, H. A., Chaney, W. E. (2007.): A survey of syrphid predators of Nasonovia ribisnigri in organic lettuce on the Central Coast of California. Journal of Economic Entomology, 100(1), 39-48.
98. Speight, M. C. D. (2008.): Database of Irish Syrphidae (Diptera). Irish Wildlife Manuals, vol. 36, Dublin, 344.
99. Ševar, M. (1999.): Pčele samotarke Osmia cornuta i Osmia rufa, potencijalni oprašivači voćaka. Bilten HZPSS, 24, 7-8.
100. Ševar, M. (2005.): Solitarne pčele kao oprašivači voćaka. Zbornik radova 40-tog Znanstvenog skupa hrvatskih agronoma, Opatija, 311 - 312.
101. Ševar, M. (2008.): Problemi oprašivanja kruške. Pomologia Croatica, 14(1), 47-54.

102. Špigl, D. (2015.): Važnost oprašivača u poljoprivredi. Završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 24.
103. Tamaki, G., Weiss, M. A., Long, E. (1981.): Evaluation of plant density and temperature in predator-prey interactions in fi eld cages. Environ. Entomol. 10, 716-720.
104. Thomas, R. S., Harwood, J. D., Glen, D. M., Symondson, W. O. C. (2009.): Tracking predator density dependence and subterranean predation by carabid larvae on slugs using monoclonal antibodies. Ecological Entomology, 34(5), 569-579.
105. Tourtois, J., Grieshop, M., J. (2015.): Susceptibility of Dalotia coriaria (Kraatz) (Coleoptera: Staphylinidae) to Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae). Insects. 6, 224-235.
106. Vacante, V., Cocuzza, G. E., De Clercq, P., Van de Veire, M., Tirry, L. (1997.): Development and survival of *Orius albidipennis* and *O. laevigatus* (Het.: Anthocoridae) on various diets. Entomophaga, 42(4), 493-498.
107. Vandenberg, N. J. (2002.): Coccinellidae Latreille 1807. In American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. 2, 371-389.
108. Velikanović, T. (2015.): Značaj oprašivača u voćarskoj proizvodnji. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 40.
109. Williams, I. H. (1994.): The dependences of crop production within the European Union on pollination by honey bees. Agricultural Zoology Reviews, 6, 229–257.
110. Williams, I. H. (2002.): Insect Pollination and Crop production: A European Perspective. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca, Crop Production: A European Perspective- Pollinating Bees- The Conservation Link Between Ag riculture and Nature, Ministry of Environment / Brasília, 59-65.
111. Wratten, S., Berndt, L., Gurr, G., Tylianakis, J., Fernando, P., Didham, R. (2002.): Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. In Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. Honolulu, Hawaii, 211-214.
112. Znaor, D. (1996.): Ekološka poljoprivreda. Nakladni zavod Globus, Zagreb, 469.

5. Sažetak

Korisni kukci u integriranoj, a posebno ekološkoj proizvodnji imaju neizmjeran značaj. Prvenstveno kao oprašivači ali i prirodni neprijatelji (predatori i parazitoidi) velikog broja poljoprivrednih kultura. U ovom radu opisane su neke od najznačajnijih skupina korisnih kukaca u poljoprivrednoj proizvodnji. Od oprašivača kao posebno značajne navedene su medonosne pčele ali i nekoliko vrsta solitarnih pčela i bumbara. Prirodni neprijatelji podijeljeni su u dvije skupine, predatori i parazitoidi. Iako obuhvaćaju veliki broj različitih vrsta, među predatorima osobitu važnost imaju božje ovčice, stjenice, zlatooke, trčci i osolike muhe. Od parazitoida kao najčešće korištene prirodne neprijatelje poljoprivrednih štetočinja ubrajamo nekoliko porodica parazitskih osica. Korisni kukci osim što sudjeluju u oprašivanju mogu reducirati populaciju štetnih kukaca i time doprinose manjoj upotrebi kemijskih sredstava za zaštitu bilja ali i povećanju biološke raznolikosti agroekosustava.

Ključne riječi: benefitini kukci, biološka zaštita, bioraznolikost, oprašivanje, prirodni neprijatelji

6. Summary

In integrated and in particular organic production beneficial insects have an immeasurable importance. Primarily as pollinators but also as natural enemies (predators and parasites) of large number of crops. This paper describes some of the most important groups of beneficial insects in agriculture. Between pollinators, the honey bees, as well as several types of solitary bees and bumblebees, are particulary important. Natural enemies are divided into two groups, predators and parasites. Though they include large number of different species, main importance have ladybird beetles, predatory lacewings, ground beetles and hoverflies.. As the most comonly used several families of parasitic wasps were mentioned in this paper. Besides taking part in the pollination useful insects can also reduce the population of agricultural pests, thereby contribute to the lower use of chemical agents and increase the biodiversity of the agroecosystem.

Key words: beneficial insects, biodiversity, biological control, natural enemies, pollination

7. Popis slika

Red. br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Medonosna pčela na kupusnjači	12
Slika 2.	Natupol bumbarske košnice tvrtke Koppert	15
Slika 3.	Stjenica iz porodice Miridae	18
Slika 4.	Božja ovčica *C. septempunctata*	22
Slika 5.	Trčak *Pterostichus niger*	24
Slika 6.	Kusokrilac, *D. coriaria*	24
Slika 7.	Europska uholaža, *F. auricularia*	25
Slika 8.	Vrsta iz porodice Cecydomidae	26
Slika 9.	Muha gusjeničarka *E. larvarum*	27
Slika 10.	Osolika muha iz porodice Syrphidae	29
Slika 11.	Resičar *L. mali*	29
Slika 12.	Mrežokrilka, vrsta *C. perla*	30
Slika 13.	Bogomoljka, *M. religiosa*	31
Slika 14.	Vrsta iz porodice Braconidae	33
Slika 15.	*Trichogramma. evanescens*	34

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

Utjecaj benefitnih kukaca na prinos usjeva u ekološkoj poljoprivredi

Gabrijela Kuštera

Sažetak

Korisni kukci u integriranoj, a posebno ekološkoj proizvodnji imaju neizmjeran značaj. Prvenstveno kao oprašivači ali i prirodni neprijatelji (predatori i parazitoidi) velikog broja poljoprivrednih kultura. U ovom radu opisane su neke od najznačajnijih skupina korisnih kukaca u poljoprivrednoj proizvodnji. Od oprašivača kao posebno značajne navedene su medonosne pčele ali i nekoliko vrsta solitarnih pčela i bumbara. Prirodni neprijatelji podijeljeni su u dvije skupine, predatori i parazitoidi. Iako obuhvaćaju veliki broj različitih vrsta, među predatorima osobitu važnost imaju božje ovčice, stjenice, zlatooke, trčci i osolike muhe. Od parazitoida kao najčešće korištene prirodne neprijatelje poljoprivrednih štetnika ubrajamo nekoliko porodica parazitskih osica. Korisni kukci osim što sudjeluju u oprašivanju mogu reducirati populaciju štetnih kukaca i time doprinose manjoj upotrebi kemijskih sredstava za zaštitu bilja ali i povećanju biološke raznolikosti agroekosustava.

Ključne riječi: benefitini kukci, biološka zaštita, bioraznolikost, oprašivanje, prirodni neprijatelji

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Broj stranica: 48

Broj grafikona i slika: 15

Broj tablica: -

Broj literaturnih navoda: 112

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: benefitini kukci, biološka zaštita, bioraznolikost, oprašivanje, prirodni neprijatelji

Datum obrane: 27. lipnja 2018.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, predsjednik

2. Prof. dr. sc. Bojan Stipešević, mentor

3. Izv. prof. dr. sc. Ivana Majić, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip JurajStrossmayer University of Osijek Graduate thesis

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Organic agriculture

The effects of beneficial insects on crop yields in organic agriculture

Gabrijela Kuštera

Abstract

In integrated and in particular organic production beneficial insects have an immeasurable importance. Primarily as pollinators but also as natural enemies (predators and parasites) of large number of crops. This paper describes some of the most important groups of beneficial insects in agriculture. Between pollinators, the honey bees, as well as several types of solitary bees and bumblebees, are particulary important. Natural enemies are divided into two groups, predators and parasites. Though they include large number of different species, main importance have ladybird beetles, predatory lacewings, ground beetles and hoverflies.. As the most comonly used several families of parasitic wasps were mentioned in this paper. Besides taking part in the pollination useful insects can also reduce the population of agricultural pests, thereby contribute to the lower use of chemical agents and increase the biodiversity of the agroecosystem.

Key words: beneficial insects, biodiversity, biological control, natural enemies, pollination

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: PhD Bojan Stipešević, Full Professor, mentor

Number of pages: 48

Number of figures: 15

Number of tables: -

Number of references: 112

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: beneficial insects, biodiversity, biological control, natural enemies, pollination

Thesis defended on date: June 27, 2018

Reviewers:

1. PhD. Zlatko Puškadija, chair

2. PhD. Bojan Stipešević, mentor

3. PhD. Ivana Majić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1