Bioraznolikost entomofaune krumpira

Žganec, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:469722

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

BIORAZNOLIKOST ENTOMOFAUNE KRUMPIRA

DIPLOMSKI RAD

Kristina Žganec

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Fitomedicina

BIORAZNOLIKOST ENTOMOFAUNE KRUMPIRA

DIPLOMSKI RAD

Kristina Žganec

Mentor:

doc. dr. sc. Darija Lemić

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Kristina Žganec**, JMBAG 0178107779, rođena 10.09.1996. u Varaždinu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

BIORAZNOLIKOST ENTOMOFAUNE KRUMPIRA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

_____
Potpis studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Kristine Žganec**, JMBAG 0178107779, naslova

BIORAZNOLIKOST ENTOMOFAUNE KRUMPIRA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	doc. dr. sc. Darija Lemić	mentor	_____
2.	doc. dr. sc. Maja Čačija	član	_____
3.	doc. dr. sc. Ivana Pajač Živković	član	_____

Zahvala

Najsrdačnije se zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Dariji Lemić na strpljenju, pomoći i vodstvu tijekom istraživanja i izrade diplomskog rada.
Hvala mojim roditeljima, sestrama, stricu i ujaku na beskrajnoj pomoći i podršci.
Najveće hvala Nikoli na razumijevanju, motivaciji i ljubavi.

Sadržaj

Sažetak
Summary

1. Uvod 1

1.1. Cilj rada 2

2. Krumpir (*Solanum tuberosum* L.) 3

2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje krumpira 4
2.1.1. Oborine 4
2.1.2. Temperatura 4
2.1.3. Tlo 4
2.1.4. Duljina dana 5

2.2. Tehnologija proizvodnje krumpira 5
2.2.1. Plodored 5
2.2.2. Obrada tla 5
2.2.3. Gnojidba 5
2.2.4. Sadnja krumpira 6
2.2.5. Njega usjeva 7
2.2.6. Iskop/vađenje krumpira 7

2.3. Proizvodnja krumpira u svijetu 7

2.4. Proizvodnja krumpira u Hrvatskoj 7

3. Entomofauna krumpira 9

3.1. Štetnici krumpira 9
3.1.1. Rovac - *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758) 9
3.1.2. Lisne uši – Aphidoidea 10
3.1.3. Obični hrušt – *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) 11
3.1.4. Žičnjaci, klisnjaci – Elateridae 12
3.1.5. Sovice pozemljuše 14
3.1.6. Krumpirova zlatica – *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) 16
3.1.7. Krumpirov moljac – *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) 17

3.2. Korisni kukci (prirodni neprijatelji) na krumpiru 18
3.2.1. Grabežljive stjenice 19
3.2.2. Parazitske osice 21
3.2.3. Bubamare – Coccinellidae 22
3.2.4. Zlatooke – Chrysopidae 24
3.2.5. Pršilice (osolike muhe) – porodica Syrphidae 25

3.3. Kukci i biotski čimbenici 26
3.3.1. Intraspecijski odnosi 26
3.3.2. Interspecijski odnosi 26

4. Materijali i metode 28

4.1. Lokalitet istraživanja 28
4.2. Prikupljanje entomofaune 28
4.3. Pregled i determinacija ulova 30
4.4. Analiza podataka 31

5. Rezultati i rasprava 33

6. Zaključci 47

7. Popis literature 48

Životopis

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Kristine Žganec**, naslova

BIORAZNOLIKOST ENTOMOFAUNE KRUMPIRA

Krumpir je jedan od najznačajnijih poljoprivredno prehrambenih proizvoda, te se koristi u prehrani ljudi, industriji i ishrani stoke. Zbog njegove intenzivnije proizvodnje, dolazi do sve veće pojave štetnika. Uz krumpirovu zlaticu, štete na krumpiru pričinjavaju rovac, žičnjaci, grčice hrušta, lisne uši, krumpirov moljac. Ishranom i aktivnošću na krumpiru, štetnici mogu značajno narušiti kvalitetu gomolja, te uništiti velik dio uroda. Osim štetnika, krumpir nastanjuju i brojne druge vrste, odnosno korisna i indiferentna fauna. Takve vrste imaju važnu ulogu u reguliranju populacije štetnika, stoga su važne u svakom usjevu. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi sastav, brojnost i cenološke karakteristike entomofaune krumpira na pokušalištu Agronomskog fakulteta. Entomofauna je prikupljana korištenjem malaise klopke. Malaise klopka specijalizirana je klopka (izgledom slična šatoru) za praćenje prvenstveno kukaca koji lete. Ulovi su pregledavani jednom tjedno tijekom cijelog perioda vegetacije krumpira (ukupno 15 pregleda počevši od sadnje pa do vađenja krumpira). Prikupljena entomofauna razvrstana je u redove i determinirana do vrste gdje je to bilo moguće. Kada je utvrđena brojnost redova, utvrđene su njihove cenološke karakteristike, dominantnost i učestalost. Kroz period istraživanja, ukupno je prikupljeno 12 890 jedinki člankonožaca. Najveći udio prikupljene faune činili su pripadnici razreda Insecta (12 790 jedinki). Osim njih, utvrđeni su pripadnici razreda Arachnida i to u brojnosti od 100 jedinki. Najveću brojnost prikupljene faune razreda Insecta činile su jedinke reda Diptera (6 469 jedinki). Sva utvrđena entomofauna svrstana je prema određenim karakteristikama u skupine štetnih, korisnih i indiferentnih jedinki. Od ukupnog broja utvrđene entomofaune najveći broj čine štetne jedinke (53 %), zatim korisne jedinke (38 %) i najmanje je bilo indiferentne faune (9 %).

Ključne riječi: krumpir, bioraznolikost, štetnici, korisna entomofauna, indiferentna entomofauna

Summary

Of the master's thesis – student **Kristina Žganec,** entitled

BIODIVERSITY OF POTATO ENTOMOFAUNA

Potatoes are one of the most important agricultural food products, used in human diet, industry and cattle feeding. Due to its more intensive production, there is growing occurrence of pests. In addition to the potato beetle, damage to potatoes is caused by mole crickets, wireworms, white grubs (cockchafer), aphids, and potato moth. By feeding and their activity on potatoes, pests can significantly impair the quality of tubers, and destroy much of the crop. Other than pests, potatoes are affecteced by many other species, useful and indifferent species. Such species play an important role in regulating the pest population, so they are important in every crop. The aim of this study was to determine the composition, abundance and ecological characteristics of potato entomofauna at the experimental area of the Faculty of Agriculture. Entomofauna was collected using a Malaise trap. The Malaise trap is a specialized trap (tent-like appearance) for tracking primarily flying insects. Catches were inspected once a week throughout the study period (a total of 15 inspections starting from planting to potato extraction). The collected entomofauna was sorted into orders and determined to species where possible. When the number of orders was determined, their ecological characteristics, dominance and frequency were determined. During the research period, a total of 12 890 arthropod individuals were identified. The largest share of the collected fauna were members of the class Insecta (12 790 individuals). In addition, members of the class Arachnida were identified in the number of 100 individuals. The largest number of collected insect fauna consisted of individuals of order Diptera (6 469 individuals). All identified entomofauna was classified according to certain characteristics into groups of harmful, beneficial and indifferent individuals. Of the total number of identified entomofauna, the largest number consisted of harmful individuals (53 %), followed by beneficial (38 %) and indifferent individuals (9 %).

Keywords: potato, biodiversity, insect pests, beneficials, indifferent entomofauna

1. Uvod

Krumpir (*Solanum tuberosum* (Linnaeus, 1753)) višegodišnja je zeljasta biljka iz porodice pomoćnica (Solanaceae). Porijeklom je iz Južne Amerike (Čile i Peru), a u Europu je najvjerojatnije uvezen 1565. godine. Uzgoj krumpira započinje u botaničkim vrtovima. Budući da je bio neprihvaćena nova kultura, trebalo je 200 godina kako bi se uzgoj iz botaničkog vrta preselio u polje. Nakon svih početnih nedoumica, krumpir postaje važna kultura u mnogim krajevima srednje i sjeverne Europe (Pospišil, 2010).

Krumpir je jedan od značajnijih poljoprivredno prehrambenih proizvoda (Korunek i Pajić, 2007). Sadrži oko 22-25 % suhe tvari, a od toga oko 75 % čini škrob koji je glavni izvor energije. Kvaliteta ove namirnice vidljiva je u relativno niskom sadržaju kalorija, gotovo bez masti i s visokim sadržajem C vitamina, kalija, te vlakana. Osim što se koristi u prehrani ljudi, važan je u ishrani stoke, proizvodnji alkohola, bioetanola, farmaceutskoj, drvnoj, tekstilnoj industriji i industriji papira. Također, koristi se za proizvodnju kože, ljepila, glukoze i eksploziva (Pospišil, 2010). Zbog velike produktivnosti, koja je oko tri puta veća od one koju imaju žitarice, postaje zanimljiv usjev siromašnih krajeva (Lešić i sur., 2016).

Proizvodnja krumpira susreće se s brojnim izazovima, posebice štetnicima i uzročnicima bolesti. Ovisno o području proizvodnje krumpirova zlatica, lisne uši i krumpirov moljac, značajno utječu na usjev. Uz navedene kukce, štete pričinjavaju i polifagni štetnici (hrušt, rovac, žičnjaci i sovice pozemljuše) (Rondon i Goa, 2018).

Svi štetnici poljoprivrednih kultura u prirodi imaju svoje prirodne neprijatelje koji ne dopuštaju njihovo prenamnožavanje te time omogućuju uspostavu prirodne ravnoteže (Franin i Barić, 2011). Prirodne neprijatelje dijelimo na: predatore, parazite/parazitoide i uzročnike bolesti (gljive, bakterije, viruse, protozoe i fitoplazme) (Maceljski i Igrc Barčić, 2001). Prirodni neprijatelji koji su poželjni i korisni kroz sezonu uzgoja krumpira su: bubamare, zlatooke, grabežljive stjenice, pršilice i parazitske osice (Potato Grower, 2016; Hein, 2020).

Utjecaj poljoprivrednih djelatnosti na bioraznolikost faune može biti pozitivan i/ili negativan. Neke djelatnosti poput obrade tla, primjene pesticida i gnojiva, neadekvatan plodored i navodnjavanje uzrokuju razne degradacije tla koje utječu na smanjenje brojnosti i sastava faune (Menta, 2012). Djelatnosti poput sijanja usjeva, plodoreda, sadnja voćaka i vinograda, kosidbe, održavanje živica, suhozida i lokvi, ispaša stoke, te racionalno korištenje pesticida, pozitivno utječu na održavanje genetskog materijala, biljnih i životinjskih vrsta, stanište, ekosustave i krajobraz (Pokos, 2016).

Kukci su prvi organizmi koji su razvili mehanizam leta i to 90 do 170 milijuna godina prije kralježnjaka. Let im omogućuje bijeg od predatora, široku rasprostranjenost i reprodukciju. Zbog takve prilagodljivosti postaju važan dio svakog ekosustava (Grimaldi i Engel, 2005 cit. Ćosić, 2011). Podrazred Pterygota obuhvaća sve leteće kukce, ali i poneke beskrilne kukce. Ti beskrilni kukci koji pripadaju podrazredu Pterygota krila gube naknadno ili su ona reducirana uslijed posebnog načina života. Također, beskrilnost može biti ograničena na jedan spol (Lepidoptera, Hymenoptera, Coccoidea) ili kod socijalnih kukaca, na jednu kategoriju (radnici termita) ili dolazi do odbacivanja krila nakon rojenja (Diptera, Hymenoptera, Isoptera). Dobrim

letačima smatraju se kukci iz reda Lepidoptera i Hymenoptera (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005). Poznato je oko milijun vrsta kukaca, a smatra se da ih ima oko 10 milijuna. Kako i štetni i korisni kukci imaju veliki utjecaj na cjelokupni okoliš, tako su vrlo važni i u uzgoju pojedine poljoprivredne kulture. Zbog gore spomenute brojnosti i svestranosti, fauna krumpira zapravo nije u potpunosti poznata. Kako svaki živi organizam u nekom području svojom aktivnošću ima određeni utjecaj na okoliš u kojem se nalazi, smatrali smo da bi za bolje razumijevanje bioraznolikosti u jednoj važnoj poljoprivrednoj kulturi poput krumpira poznavanje faune, koja u određenom trenutku obitava u toj kulturi, bilo od izuzetne važnosti za razumijevanje intraspecijskih (ista vrsta) i interspecijskih (različite vrste) odnosa kao što su: neutralizam, kompeticija, mutualizam, komensalizam, parazitizam, predatorstvo.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi sastav, brojnost i cenološke karakteristike entomofaune krumpira na pokušalištu Agronomskog fakulteta.

2. Krumpir (*Solanum tuberosum* L.)

U Europi se prvi puta spominje 1596. godine pod nazivom *Solanum tuberosum esculentum*. Kasnije Linnaeus uvođenjem binarne nomenklature imenuje krumpir kao *Solanum tuberosum* L. Različite divlje vrste krumpira rasprostranjene su diljem Južne, Centralne i Sjeverne Amerike. Krumpir je kultura koja se uzgaja više od 8 000 godina (Lešić i sur., 2016). Kroz povijest je prehranio, ali i iselio stanovništvo. Poznata je činjenica da je gljivična bolest krumpira (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, 1876) uništila sva krumpirišta u Irskoj i uzrokovala veliku seobu naroda. Pojavom ove bolesti, pokrenuta su prva selekcijska istraživanja za dobivanje nove otpornije sorte krumpira (Buturac i Bolf, 2000).

Krumpir (slika 2.1.) je jedna od najintenzivnijih ratarskih kultura. Takvu važnost dobiva zbog visokih reproduktivnih sposobnosti jer po jedinici površine daje visoke prinose s velikim sadržajem hranjivih tvari. Kako je krumpir intenzivna kultura, njegov uzgoj zahtijeva intenzivan ljudski rad. Također, krumpir je jedan od značajnijih poljoprivredno prehrambenih proizvoda (Korunek i Pajić, 2007). Sadrži oko 22-25 % suhe tvari, a od toga oko 75 % čini škrob koji je glavni izvor energije. Kvaliteta ove namirnice vidljiva je u relativno niskom sadržaju kalorija, gotovo bez masti i s visokim sadržajem C vitamina, kalija, te vlakana. Također, krumpir je dobar izvor lizina, stoga je važna njegova uloga u dopuni prehrane s namirnicama koje ga ne sadrže (riža, tjestenina). Sadrži relativno malu količinu bjelančevina (1,7-3 %), ali dovoljno za sastavljanje svih čovjeku nužnih aminokiselina (Pospišil, 2010).



Slika 2.1. Polje krumpira na Pokušalištu Maksimir
Snimila: Žganec K., 2019.

U prehrani ljudi, nakon kukuruza, riže i pšenice, četvrta je kultura po važnosti (Pospišil, 2010). Godišnje se ukupno proizvede oko 300 milijuna tona gomolja krumpira. Najviše krumpira troši se u nerazvijenim zemljama, dok je u razvijenim potrošnja smanjena. Također, potrošnja svježeg stolnog krumpira opada, a potrošnja prerađevina (čips, pomfrit) i poluprerađevina (rezani, vakumirani krumpir) raste. Od ukupne svjetske proizvodnje 52 %

opada na ljudsku prehranu, 21 % na ishranu stoke, 12 % za preradu (farmaceutska, tekstilna, drvna industrija, proizvodnja alkohola i bioetanola), 10 % za sjeme, a ostatak čine gubici (5 %) (Buturac, 2013).

Biljka krumpira sastoji se od cime, korijena, stolona i gomolja. Cimu tvore podzemne i nadzemne stabljike s listovima. Listovi su nepravilno perasti s cjelovitim rubom. Važnost listova ogleda se u fotosintezi tijekom koje nastaju ugljikohidrati. Novonastali šećeri skladište se u gomolje i njihov su glavni sastojak. Broj razvijenih stabljika ovisi o sorti i fiziološkoj dobi sjemenskog krumpira. Stabljike se razvijaju iz klice gomolja, a mogu biti glavne ili sekundarne. Cvjetovi mogu biti bijele, ružičaste ili ljubičaste boje, a razvijaju se u paštitastom cvatu. Iz njih nastaju zelene bobe s pravim sjemenom koje se koristi u oplemenjivanju. Za formiranje gomolja nisu važni. Na podzemnom dijelu stabljike razvijaju se stoloni (podzemne stabljike) i korijenje. Na vrhu stolona nastaju gomolji. Gomolji su morfološki izmijenjene stabljike koje služe za skladištenje škroba, prezimljenje i reprodukciju. Dio gomolja koji ima više okaca naziva se kruna, a nasuprot krune je pupčani dio, odnosno dio gdje je gomolj bio pričvršćen za stolon. Fiziološke zrele gomolje obavija čvrsta pokožica, a oko 0,5 cm ispod pokožice nalaze se kora i meso (Buturac i Bolf, 2000).

2.1. Agroekološki uvjeti proizvodnje krumpira

2.1.1. Oborine

U proizvodnji krumpira, klimatski uvjeti, posebice količina i raspored oborina, imaju važnu, pa čak i presudnu ulogu. Oborine tijekom vegetacije utječu na prinos, krupnoću, broj i kvalitetu gomolja. Najveći i najkvalitetniji prinos dobiva se kada tijekom cijele vegetacije imamo ujednačene oborine. U slučaju obilnih oborina u prvoj polovici vegetacije, a suše u drugoj, dolazi do formiranja velikog broja gomolja koji ostaju sitni. Ako pak u prvoj polovici vegetacije vlada suša, a kasnije obilnost oborina, gomolji su krupniji i ujednačeniji, no manje brojnosti (Korunek i Pajić, 2007).

2.1.2. Temperatura

Prema temperaturnim zahtjevima, krumpir je specifična kultura. Ne podnosi velika temperaturna kolebanja tijekom vegetacije, kao ni za vrijeme zimskog mirovanja u skladištu. Kod sadnje krumpira, minimalna temperatura tla mora iznositi 6-8 °C. Do smrzavanja nadzemnog dijela biljke dolazi na temperaturi od -1 °C do -2 °C. Optimalna temperatura za rast gomolja je 17-20 °C, dok se na višim temperaturama smanjuje formiranje gomolja, te prinos. Na temperaturama većim od 30 °C dolazi do prestanka rasta gomolja (Korunek i Pajić, 2007).

2.1.3. Tlo

Za uspješnu proizvodnju krumpira, pored klimatskih uvjeta, važno je zemljište (struktura tla, prisustvo minerala, mogućnost aeracije, pH tla,…). Najpogodnija su lakša tla (propusna, rastresita, pjeskovita i pjeskovito-ilovasta tla s mrvičastom strukturom) bogata humusom, mineralnim i organskim materijama, povoljnog vodozračnog odnosa i sa što dubljim oraničnim

slojem. Ne odgovaraju mu teška, močvarna, zbijena tla. Optimalni pH za uzgoj je 5,4-6,5, ali podnosi i kiselija tla (Korunek i Pajić, 2007).

2.1.4. Duljina dana

Krumpir je biljka kratkog dana, te se u takvim uvjetima stvara veći broj gomolja koji brže dozrijevaju. U uvjetima dugog dana dolazi do izduživanja stabljike, usporava se tuberizacija, te se smanjuje relativni udio suhe tvari u gomoljima (Pospišil, 2010).

2.2. Tehnologija proizvodnje krumpira

2.2.1. Plodored

Krumpir zahtjeva širi plodored, pa na istu površinu dolazi nakon tri do četiri godine. Korištenjem plodoreda u uzgoju osigurava se stabilniji prinos i smanjuje se nakupljanje štetnika i bolesti. O plodoredu ovisi i sortna čistoća usjeva krumpira. Najbolji predusjevi krumpira su zrnate mahunarke, djeteline, travnjaci i pašnjaci u uvjetima veće vlažnosti. Lucerna, djetelina i djetelinsko-travne smjese pogodno utječu na strukturu tla, te obogaćuju tlo s organskom tvari i dušikom. Međutim, ako krumpir dolazi iza ovih kultura, pažnju treba usmjeriti prema zemljišnim štetnicima. Najčešći predusjev krumpira su strne žitarice. One su također pogodan predusjev jer se ranije skidaju s tla pa je moguća pravovremena obrada tla za sadnju krumpira. Zaoravanjem strnih žitarica popravlja se humusna komponenta tla i vodozračni režim. Kukuruz i šećerna repa nisu pogodni predusjevi za krumpir (Pospišil, 2010).

Krumpir je dobar predusjev različitim kulturama, posebice strnim žitaricama, jer je tlo nakon njega čisto od korova i povoljnih je fizikalnih svojstava (Pospišil, 2010).

2.2.2. Obrada tla

Osnovni cilj obrade tla jest stvaranje mrvičastog sloja tla koji korijenju i gomoljima omogućuje nesmetan rast. U uzgoju krumpira radi se duboka (osnovna) i predsjetvena (dopunska) obrada tla (Pospišil, 2010). Duboko oranje obavlja se krajem ljeta ili početkom jeseni na dubinu 25-30 cm (lakša tla – 20-25 cm). Svrha dubokog oranja je omogućavanja smrzavanja dubljeg sloja tla i akumulacija zimske vlage. Oranje tla obavlja se kod optimalne vlažnosti tla. Dubokom obradom tla može se unijeti polovica fosfornih i kalijevih gnojiva (Pospišil, 2010). U predsjetvenoj pripremi obavlja se tanjuranje i drljanje. Predsjetvenom obradom tla unosi se druga polovica fosfornih i kalijevih gnojiva, te jedna polovica dušičnih. Svrha ove obrade je stvaranje rastresitog sloja tla, čuvanje akumulirane vlage i suzbijanje korova. Kvalitetno obavljena predsjetvena obrada omogućuje ujednačenu sadnju, što je uvjet ujednačenog nicanja i kasnije vađenja krumpira (Pospišil, 2010).

2.2.3. Gnojidba

Krumpir je kultura koja ima velike zahtjeve prema mineralnim tvarima pa traži obilniju gnojidbu. Kombinacijom mineralnih i organskih gnojiva postižu se najveći prinosi. Organska gnojiva (stajski gnoj, gnojavka, zelena gnojidba) omogućuju postizanje većeg prinosa,

poboljšavaju strukturu i fizikalno-kemijska svojstva tla, te potiču mikrobiološku aktivnost. Gnojenje stajskim gnojem obavlja se u jesen prije dubokog oranja u količini 30-35 t/ha. Krumpir ima velike zahtjeve prema mnogim elementima, no mineralna gnojidba temelji se na tri osnovna makroelementa, odnosno na dušiku (N), fosforu (P) i kaliju (K). Količina primijenjenog gnojiva ovisi o zahtjevima sorte i tipu proizvodnje (tablica 2.1.). Odnos NPK gnojiva morao bi biti 1:0,9:1,6 (Korunek i Pajić, 2007).

Tablica 2.1. Potrebna količina NPK gnojiva u kg/ha za prinos krumpira od 30-35 t/ha

Makroelement (kg/ha)	**Tip proizvodnje**	
	Rani krumpir	Kasni krumpir
Dušik (N)	100-140	140-200
Fosfor (P)	110-150	110-150
Kalij (K)	160-260	200-350

Izvor: Buturac i Bolf, 2000.

2.2.4. Sadnja krumpira

Za ostvarivanje većeg prinosa, potrebno je odabrati dobru sortu i koristiti kvalitetno sjeme (Pospišil, 2010). Na Sortnoj listi Republike Hrvatske (2020) nalazi se 44 sorte krumpira. Sve domaće i strane sorte prethodno su ispitane službenim sortnim pokusima. Svaku sortu obilježava određena boja pokožice, veličina i oblik gomolja, trajanje vegetacije, oblik busa i cvijeta i dr. (Glasnik zaštite bilja, 2001).

Ovisno o dužini vegetacije, sorte krumpira mogu se podijeliti u skupine:

1. Rane sorte krumpira – 60-80 dana vegetacije;
2. Srednje rane sorte – 80-100 dana vegetacije;
3. Srednje kasne sorte – 100-130 dana vegetacije;
4. Kasne sorte – 130-150 dana vegetacije.

Ovisno o namjeni krumpira, sorte se razlikuju ovisno o tipu: A, B, C i D. Sorte A tipa imaju vlažno meso, sitnozrnate strukture i ne raskuhavaju se. Sorte B tipa imaju slabo brašnasto meso, sitnozrnate strukture i ne raskuhavaju se. Sorte C tipa imaju brašnasto meso, zrnate strukture, sadrže više škroba, te se poprilično raskuhavaju. Sorte D tipa imaju brašnasto, krupnozrnato i suho meso, te se jako raskuhavaju (Pospišil, 2010).

Za sadnju se koristi sjemenski krumpir koji mora biti zdrav, neoštećen, zreli, sortiran po krupnoći. Sortiranje gomolja obavlja se pomoću sita s otvorima 28/35, 35/45 i 45/55 mm. Najpogodniji za sadnju su gomolji srednje krupnoće. Ukoliko su gomolji krupni, oni se mogu rezati na 2-3 dijela, ali takav postupak se ne primjenjuje u intenzivnoj proizvodnji. Gomolje je moguće saditi naklijale ili nenaklijale. Naklijali gomolji brže niču, brži je razvoj korijenja i razvijaju bujnije stabljike, no prilikom sadnje dolazi do oštećenja kojim se gube klice (Pospišil, 2010). Sadnja krumpira obavlja se kada se tlo na dubini od 10 cm zagrije na 6-8 °C. Rokovi sadnje kod nas se razlikuju ovisno o području uzgoja. Uz obalu i na otocima sadnja je najranija, odnosno obavlja se u siječnju i veljači. U kontinentalnom dijelu sadnja se obavlja od 15. ožujka

do 15. svibnja, ovisno o uvjetima. Na području Like i Gorskog kotara sadnja se obavlja najkasnije, odnosno u travnju i svibnju. Sadnja se može obaviti ručno, poluautomatskim i automatskim sadilicama i specijaliziranim sadilicama za naklijalo sjeme. Prosječan sklop je oko 40 000 gomolja/ha, uz razmak redova od 70 cm i razmak unutar reda 35 cm. Dubina sadnje ne smije prijeći 7-8 cm (Lešić i sur, 2016).

2.2.5. Njega usjeva

Kroz vegetaciju, krumpir se okopava i nagrće. Svrha ovih mjera je prozračivanje zemljišta, prekid evaporacije, mehaničko uništavanje korova u početnoj fazi razvoja krumpira i gomoljima omogućiti prostor za formiranje više etaža (Glasnik zaštite bilja, 2001). Nagrtanje se može obaviti tijekom sadnje, odmah nakon sadnje ili kroz vegetaciju u više navrata. Dubina nagrtanja ovisi o tipu tla, klimatskim uvjetima i dubini sadnje. Na području suhog tla gomolji se moraju nalaziti do 18 cm ispod tla, a na vlažnijem tlu do 12 cm. Ukoliko je moguće, krumpir treba navodnjavati. Najveće potrebe za vodom krumpir ima od faze formiranja gomolja pa do njihove fiziološke zriobe. Navodnjavanjem se povećava prinos i kvaliteta krumpira (Pospišil, 2010).

2.2.6. Iskop/vađenje krumpira

Rane sorte krumpira vade se u tehnološkoj zrelosti, kad je cima još zelena, a kožica na gomoljima se guli, odnosno kada su gomolji dosegli traženu težinu. Iskop srednje kasnih sorata obavlja se u fiziološkoj zrelosti tj. nakon sazrijevanja i desikacije cime, te nakon očvršćivanja kožice gomolja (Buturac, 2013).

2.3. Proizvodnja krumpira u svijetu

Proizvodnja krumpira rasprostranjena je na svim geografskim širinama, a najčešća je na području između 40° i 60° sjeverne geografske širine, u umjerenom pojasu (Buturac i Bolf, 2000). Najveći svjetski proizvođači krumpira su Kina, Rusija, Indija i Sjedinjene Američke Države, a u Europi su to Njemačka, Nizozemska, Belgija i Ujedinjeno Kraljevstvo. Prema FAO podacima u 2018. godini u svijetu je ukupno požnjeveno 17 578 672 ha krumpira, a ukupan prinos iznosio je 368 168 914 t krumpira.

2.4. Proizvodnja krumpira u Hrvatskoj

U RH krumpir je široko rasprostranjen te se može uzgajati od najnižih ravnica (Međimurska, Varaždinska i Bjelovarsko-bilogorska županija – vodeće u proizvodnji kontinentalnog dijela) sve do brdsko-planinskih krajeva (Lika, Gorski kotar). Na području Like i Gorskog kotara, uz proizvodnju merkantilnog krumpira, prisutna je i proizvodnja sjemenskog krumpira. Mediteranski dio Hrvatske, osobito Istra, Ravni Kotari i područje oko Metkovića, značajan je zbog proizvodnje ranog krumpira (Korunek i Pajić, 2007).

Gugić i sur. (2014) navode da u RH u razdoblju od 2005. do 2012. godine kontinuirano opada požnjevena površina krumpira. U 2005. godini ukupno je požnjeveno 18 903 ha krumpira, dok je u 2012. požnjeveno svega 10 232 ha. Također, navode da je ukupna proizvodnja krumpira u tom razdoblju bila od 296 302 t (2007.) do 151 278 t (2012.) što je ukazalo na značajno smanjenje obujma proizvodnje. Opadanje površina pod krumpirom nastavlja se i dalje, te je prema FAO podacima iz 2018. godine, u RH ukupno požnjeveno 9 272 ha. Ukupna je proizvedeno 182 261 t krumpira.

Prema podacima Statističkog ljetopisa Republike Hrvatske (2018) prosječan prirod krumpira u 2017. godini bio je 15,9 t/ha.

3. Entomofauna krumpira

Kukci su najbrojnija grupa životinja, brojnošću dominiraju na zemlji, no samo manji dio kukaca ubraja se u štetnike poljoprivrednih kultura. Kod nas je registrirano oko 1 000 štetnika. Još je veći broj kukaca koji se hrane poljoprivrednim kulturama, no ne ubrajaju se u štetnike. Također, mnogo je vrsta koje su prirodni neprijatelji drugih kukaca (predatori i paraziti), pa su od iznimne važnosti za regulaciju brojnosti štetnika (Oštrec, 1998). Krumpir je kultura koja se uzgaja od proljeća do jeseni te je tijekom svoga rasta i razvoja podložan napadu brojne štetne entomofaune. Kako su listovi krumpira veliki, a stabljika bujna, privlačan je osim štetnicima i brojnim korisnim člankonošcima te indiferentnoj fauni. Kratak prikaz štetne i korisne entomofaune krumpira prikazan je prema sistematici u nastavku.

3.1. Štetnici krumpira

Krumpirova zlatica jedan je od najznačajnijih štetnika krumpira u merkantilnoj proizvodnji. Osim krumpirove zlatice, štete još pričinjavaju polifagni štetnici (žičnjaci, sovice pozemljuše, rovac i hrušt). U sjemenskoj proizvodnji krumpira, velik problem su lisne uši. Upravo zbog tih štetnika, sjemenska proizvodnja smještena je u brdska područja gdje je glavna pojava krilatih ušiju odgođena zbog nedostatka zimskih domaćina i hladnijeg klimata. U skladišnom prostoru bitno je spriječiti pojavu krumpirovog moljca, koji je za sada prisutan samo u Dalmaciji (Bažok, 2009).

3.1.1. Rovac - *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758)

Rovac je jedan od najvećih kukaca naših krajeva (Bažok, 2009). Tijelo mu je smeđe boje (slika 3.1.) i dugo 35-50 mm. Prednje noge građene su za kopanje (Frolov, 2015). Prisutan je u svim područjima, naročito u vrtovima i vlažnim tlima bogatim humusom. Najveće štete uzrokuje na povrtlarskim kulturama, no na području četverokuta Zagreb – Ivanić Grad – Bjelovar – Križevci, značajan je štetnik u ratarstvu (Maceljski, 2002).

Rovac živi u hodnicima koje kopa u tlu. Ženka pravi komoricu u koju odlaže jaja. Mlade ličinke prvo se hrane organskom tvari u raspadanju, a kasnije i korijenjem biljaka. Ličinke prezimljuju u hrpicama stajskog gnoja ili u tlu na većim dubinama. Krajem proljeća ličinke završavaju svoj razvoj te tijekom lipnja i srpnja iz tla izlaze odrasli oblici koji kopuliraju. Rovac se često kreće uzduž zasijanog reda biljaka, pa pregriza vrat korijena mladih biljaka koje mu smetaju u prolazu. Također, tipične štete uzrokuje i gomoljima krumpira u kojima izgriza duboke rupe (Maceljski, 2002; Bažok, 2009).

Rovca je moguće suzbiti metodama privlačenja u hrpice stajnjaka ili komposta. Ako se nakon provedene prognoze (iste metode kao i za žičnjake) utvrdi prisutnost jednog rovca na 2-3 m^2 ratarskog usjeva ili 4 m^2 povrtlarskog usjeva, potrebno je pristupiti suzbijanju (Maceljski, 2002; Bažok, 2009).



Slika 3.1. Rovac – *Gryllotalpa gryllotalpa*
Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Rovac_podzemni

3.1.2. Lisne uši – Aphidoidea

Lisne uši sitni su kukci (slika 3.2.) različitih boja (zelena, crvena, crna, žuta…). Zbog nepostojanih kutikularnih boja koje nestaju u alkoholu, kod determinacije vrste ne gleda se boja, već morfološka obilježja (rinarije na antenama, žile na krilima, sifoni, kauda, dlake,..). Postoje krilati (2 para opnastih krila) i beskrilati oblici uši. Prema razvojnom ciklusu, uši mogu imati potpuni razvoj, odnosno mogu biti holocikličke vrste ili nepotpuni razvoj, odnosno anholocikličke vrste. Postoji više vrsta ušiju koje rade štete na krumpiru, a neke od njih su: zelena breskvina uš - *Myzus persicae* (Sulzer, 1776), crna bobova uš - *Aphis fabae* (Scopoli, 1763), krumpirova lisna uš - *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843), zelena graškova lisna uš - *Acyrthosiphon pisum* (Harris, 1776), sremzina lisna uš - *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) i dr. (Maceljski, 2002).



Slika 3.2. Lisna uš
Snimila: Žganec K., 2019.

Lisne uši široko su rasprostranjene, no na većim nadmorskim visinama (iznad 700 m) njihova brojnost znatno opada. Na usjevu krumpira štete uzrokovane lisnim ušima mogu biti izravne ili neizravne. Izravne štete nastaju ishranom uši na biljkama i uglavnom nisu velike. Neizravne štete uzrokovane su prenošenjem virusa koji su opasni uzročnici bolesti krumpira te mogu uzrokovati propadanje sjemenske proizvodnje. Uši mogu prenijeti više virusa od kojih su najvažniji: virus uvijenosti lista, Y virus, A virus i X virus. Na tek niknuli krumpir uši dolijeću nezaražene (izvor zaraze predstavljaju biljke koje su niknule iz zaraženih gomolja) ili zaražene (zaraza je ostvarena na zaraženim biljkama u susjednom polju). Biljke koje su niknule iz

zaraženih gomolja nose sekundarne zaraze i izvor su primarne zaraze koju uši sisanjem prenose na zdrave biljke. Sekundarne zaraze krumpira uzrokuju znatno veće smanjene prinosa nego primarne zaraze. Prenošenjem virusa na konzumnom krumpiru ne nastaju znatnije štete (Maceljski i sur., 2004).

Na početku vegetacije krumpira uši se nalaze na zimskom domaćinu, te je njihov dolet na ljetnog domaćina (krumpir) spor, a infekcije se mogu spriječiti suzbijanjem ušiju. U srpnju je brojnost ušiju na krumpiru toliko velika da je nemoguće spriječiti infekcije, pa se radi desikacija krumpira. Desikacijom krumpira sprječava se translokacija virusa iz cime u gomolje.

Brojnost krilatih uši može se pratiti upotrebom žutih posuda, žutih ljepljivih ploča, ljepljivih niti ili upotrebom aspiratora. Beskrilne uši prate se pregledom biljaka u usjevu. Dijagonalno hodajući po usjevu, pregleda se 100-200 biljaka, te se ocjeni intenzitet zaraze. U sjemenskom krumpiru najviše se koriste metoda „100 listova“ i metoda „otresanja 100 buseva“. Kod metode „100 listova“ sakupi se 33 lista iz gornjeg dijela busa, 34 iz srednjeg i 33 iz donjeg dijela. Kod metode „ otresanja 100 buseva“, busevi se otresu na bijelu ili žutu ploču te se ocjenjuje intenzitet zaraze (Maceljski, 2002).

3.1.3. Obični hrušt – *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758)

Odrasli oblik dug je 20-30 mm, a širok oko 10 mm. Tijelo je crne boje, dok su pokrilje, ticala i noge smeđe (Ivezić, 2008). Kod hrušta je prisutan spolni dimorfizam koji se očituje u duljini i širini ticala, te broju članaka zastavice. Mužjaci imaju 7 članaka zastavice, a ženke 6. U oba spola ticala su listasta (Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Ličinka hrušta, odnosno grčica (slika 3.3.), blijede je boje, svinuta tijela i tvrde smeđe glave (Huiting i sur., 2006).

Hrušt prezimljuje u stadiju ličinke ili imaga, a razvoj jedne generacije traje 3-4 godine, ovisno o klimatskim prilikama. Odrasli oblici javljaju se tijekom travnja i svibnja. Odlaze na rubove šuma gdje započinje intenzivna ishrana i rojenje. Ženka nakon parenja odlaže jaja u tlo na dubinu 15-25 cm. Nakon 30-40 dana izlaze ličinke. Žive u tlu te oštećuju korijenje različitih biljaka. U trećoj godini su najveće i najproždrljivije. Prorjeđuju sklop biljaka te usjev ostaje manji i slabije razvijeni. Također oštećuju i korijenje voćnih sadnica. Odrasli hruštevi mogu u godini jake pojave izazvati golobrst voćaka (Maceljski, 2002; Ivezić, 2008).

Suzbijanje odraslih oblika rijetko je potrebno. Uglavnom se suzbijaju u slučaju veće populacije na voćkama uz rub polja. Suzbijaju se trešnjom stabla u ranim jutarnjim satima, kada su još ukočeni od hladnoće. Nakon trešnje, svi sakupljeni hruštevi se mehanički uništavaju. Suzbijanje odraslih oblika mora se temeljiti na prognozi pojave i letnih godina. Prisutnost grčica u tlu provjerava se pregledom tla (ista metoda kao i za žičnjake). Pragom odluke za sadnju krumpira, druge okopavine i povrća, smatra se zaraza od 2-3 grčice u trećoj godini razvoja/m^2, odnosno 3-5 grčica u drugoj godini razvoja/m^2 (Bažok, 2009). Za suzbijanje grčica provodi se plitka obrada tla s ciljem izbacivanja grčica na površinu i njihovog uništenja. Također, u borbi protiv grčica važno je i suzbijanje korova (Huiting i sur., 2006).



Slika 3.3. Grčice hrušta - *Melolontha melolontha*

Snimila: Šupljika M., 2019.

3.1.4. Žičnjaci, klisnjaci – Elateridae

U središnjoj Europi utvrđeno je preko 150 vrsta klisnjaka, od kojih je 15-20 fitofagnih vrsta, odnosno štetnika poljoprivrednih kultura. Najčešći štetnici biljaka pripadnici su roda *Agriotes* (Kereši i sur., 2019). Značajne vrste roda *Agriotes* su: *Agriotes lineatus* (Linnaeus, 1767), *A. ustulatus* (Schaller, 1783*)*, *A. sputator* (Linnaeus, 1758), *A. brevis* (Candèze, 1863) i *A. obscurus* (Linnaeus, 1758) (Maceljski, 2002). U istraživanju učestalosti vrsta roda *Agriotes* u kontinentalnoj Hrvatskoj, navodi se da je vrsta *A. ustulatus* zabilježena u većem broju u većini istraženih područja. Također, navodi se da je vrsta *A. brevis*, koja je dokazano najštetnija, zastupljena u značajnom broju u Hrvatskoj te ukoliko nastavi sa širenjem, predstavlja prijetnju (Čačija, 2015). Od ostalih pripadnika porodice Elateridae, prisutne se još vrste iz rodova *Melanotus*, *Selatosomus, Athous* i dr. (Maceljski, 2002).

Odrasli kukci (klisnjaci) imaju izduženo, spljošteno tijelo, često krupnijih dimenzija i tamnijih boja. Naziv klisnjaci dobili su po sposobnosti da se s leđa odbace u zrak, odnosno skoče (pri čemu nastaje pucketanje) i postave se u normalan položaj. Imaga roda *Agriotes* duga su 7-12 mm, dok su predstavnici rodova *Melanotus* i *Selatosomus* znatno veći (11-19 mm). Ličinke klisnjaka (slika 3.4.) imaju izduženo, valjkasto tijelo, obavijeno čvrstim, hitiniziranim omotačem, slamnato žute do crvenkaste boje. Budući da izgledom i bojom tijela podsjećaju na bakrenu žicu, nazivaju se žičnjaci. Odrasle ličinke duge su 18-40 mm, dok su ličinke roda *Melanotus* najveće (Kereši i sur., 2019).



Slika 3.4. Ličinke klisnjaka = žičnjaci

Izvor: https://hr.blabto.com/5209-review-of-effective-agents-from-wireworm.html

Razvojni ciklus ovih štetnika je višegodišnji, te ovisno o vrsti, klimatskim prilikama i izvoru hrane, traje 2-5 godina. Najveći dio razvoja (2-4 godine) provede u obliku ličinke. Aktivnost žičnjaka kroz godinu uvelike ovisi o temperaturi i vlazi tla. Uslijed niskih temperatura, odnosno zimi, migriraju u dublje slojeve tla. Također, ljeti kada se površinski sloj tla zbog visokih temperatura osuši, odlaze u dublje slojeve tla (Kereši i sur., 2019). Osim navedenih vertikalnih migracija, žičnjaci migriraju i horizontalno. Horizontalna migracija rezultat je potrage za hranom i vlažnost tla. Ličinke privlači CO_2 kojeg izlučuje korijenje biljaka, a osjete ga i u malim količinama u tlu (Maceljski, 2002). Tijekom vegetacije imaju dvije faze aktivne ishrane, te se tada nalaze u površinskom sloju tla na dubini od 15-20 cm. Prva faza ishrane počinje u proljeće, od sredine travnja do polovice lipnja, a druga faza je u jesen, od sredine kolovoza do kraja listopada (Kereši i sur., 2019). Najveće štete rade u proljeće, kada nakon sjetve ili sadnje oštećuju sjemenke, gomolje i tek izniknule biljke. U usjevima rijetkog sklopa dolazi do propadanja mladih biljaka i pojavu plješina (Bažok, 2007). Naročito su štetni za vrijeme toplog i sušnog proljeća (Kereši i sur, 2019).

U usjevu krumpira, štete u proljeće nisu značajne zbog manjih napada. Glavne štete na krumpiru nastaju krajem ljeta kada se ličinke hrane gomoljima sve do berbe. Na pokožici gomolja nastaju mali otvori, a unutar gomoljima vidljivi su uski hodnici (Bažok, 2007; Kereši i sur., 2019).

Suzbijanje žičnjaka provodi se preventivno, odnosno prije sjetve ili sadnje jer se kasnije insekticidi ne mogu unijeti do ličinaka koje se nalaze u zoni korijenja biljaka. Stoga je bitno pravovremeno utvrditi zarazu tla. Zaraza tla utvrđuje se pregledom tla na prisutnost žičnjaka ili korištenjem mamaca, dok se odrasli mogu pratiti pomoću feromona (Maceljski, 2002).

Pregled tla obavlja se u jesen ili proljeće kopanjem jama. Na težim tlima kopaju se jame 25 × 25 cm, a na lakšim 50 × 50 cm. Broj jama ovisi o veličini parcele na kojoj se radi pregled tla. Na parcelama manjim od 1 ha, kopa se 5-8 jama, na parcelama od 1 do 5 ha, kopa se 8-10 jama, dok se na parcelama veličine od 5 do 10 ha, kopa 10-15 jama. Tlo iz jame se usitnjava, stavlja se na foliju i pregledava. Pronađeni žičnjaci spremaju se u bočice sa 70 %-tnim alkoholom. Ukoliko su kopane jame 25 × 25 cm, broj pronađenih žičnjaka pomnoži se s 16, dok se kod jama 50 × 50 cm, broj pronađenih žičnjaka pomnoži s 4. Broj pronađenih žičnjaka množi se s 16 ili 4 kako bi se dobio prosječan broj po m^2 (Maceljski, 2002).

Zrnati mamci, odnosno sjeme pšenice ili kukuruza, ukopava se u tlo 10-15 dana prije sjetve. Naklijalo sjeme pšenice i kukuruza luči CO_2 pa se tako privlače ličinke. Nakon 7-10 dana provjeravaju se mamci na prisutnost žičnjaka. Ukoliko su na parceli prisutni korovi, broj ulovljenih žičnjaka bit će smanjen, pa ova metoda ne daje jasnu sliku o brojnosti populacije. Ova metoda nije radno zahtjevna te se koristi manji broj mamaca po ha (Bažok i sur., 2018).

Također, postoji i metoda slična prethodno opisanoj. Razlika je jedino u tome da se zrnati mamci stavljaju u posudu s izbušenim dnom, te se posuda ukopava u tlo. Po jednom ha stavlja se prosječno 10 posuda s mamcima. Nakon 7-10 dana prikupljaju se ulovi žičnjaka i stavljaju se na mrežicu Berlese-Tulgrenove lijevka (Bažok i sur., 2018). Ispod lijevka stavlja se posuda s alkoholom u koju padaju žičnjaci jer ih prema dolje tjera svjetlo i zagrijavanje površine (Maceljski, 2002).

Seksualni feromoni za praćenje imaga koriste se za prognoziranje šteta u idućoj godini. Iako korištenje feromona ima značajne prednosti, nedostatak ove metode je privlačenje i ulov samo mužjaka, što ne daje sliku o brojnosti ženki i gdje su one odložile jaja (Bažok i sur., 2018).

Pragovi odluka za suzbijanje žičnjaka razlikuju se ovisno o kulturi i količini vlage. Na okopavinama, gdje zbog dovoljnih količina vlage nastaju manje štete, pragom odluke smatra se 3-5 ličinki/m^2, dok je u području s manje oborina, prag odluke 1-3 ličinke/m^2. Za kulture gustog sklopa prag odluke je 20-30 ličinki/m^2 (Bažok i sur., 2018).

3.1.5. Sovice pozemljuše

U Hrvatskoj je zabilježeno više od 500 vrsta sovica, a najvažnije vrste su: usjevna sovica (*Agrotis segetum*), sovica ipsilon (*Agrotis ipsilon*) i proljetna sovica (*Euxoa temera*) (Maceljski, 2002; Ivezić, 2008).

Usjevna sovica - *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775)

Leptir usjevne sovice je sive do tamno sive boje, zdepastog tijela i srednje veličine. U početku su jaja bijele boje, a kasnije postaju tamno-siva. Odrasla gusjenica (slika 3.5.) zemljane je boje i veličine od 40-50 mm. Gusjenica prvog stadija ima 3 para trbušnih nogu. U drugom stadiju gusjenica ima 4 para nogu, dok u petom stadiju ima 5 para nogu. Kukuljica je tamnocrvene boje i veličine od 16-20 mm (Ivezić, 2008).



Slika 3.5. Razvojni stadiji sovica pozemljuša

Izvor: https://www.gospodarstvo-petricevic.hr/kor/index.php?/category/55

Usjevna sovica godišnje ima dvije generacije, no u nekim godinama može razviti i tri. Prezimi kao odrasla gusjenica u komorici u tlu. Krajem ožujka gusjenica se kukulje, te nakon mjesec dana iz kukuljice izlazi leptir. Leptiri se hrane nektarom biljaka jer je ishrana bitna za razmnožavanje. Ženka odlaže jajašca na naličje donjih listova, najčešće zakorovljenih okopavina. Razvoj jaja traje oko 10 dana (Kereši i sur., 2019).

Sovica ipsilon - *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766)

Sovica ipsilon jedna je od štetnijih vrsta pozemljuša te je izraziti migrant (Ivezić, 2008). Iz sjevernijih krajeva migrira u Mediteranska područja. Kao i kod usjevne sovice, leptiri su tamno sive boje, a gusjenice zemljane (Kereši i sur., 2019).

Ova sovica ima 2-3 generacije godišnje, a prezimljuje u stadiju kukuljice ili gusjenice. Veći broj generacija ima u vlažnim godinama jer je higrofilna vrsta. Najveće štete rade gusjenice prve generacije, a najviše stradaju kukuruz, šećerna repa, žitarice, povrće itd. (Ivezić, 2008; Kereši i sur.,, 2019).

Proljetna sovica - *Euxoa temera* (Hübner, 1808)

Proljetna sovica je najranija vrsta sovica, a javlja se od travnja do svibnja. Godišnje ima jednu generaciju, a prezimi u obliku jajnih gusjenica. Iznimno je polifagna vrsta. Tijekom lipnja i srpnja nalazi se u dijapauzi, a krajem srpnja se kukulji. Leptiri lete u kolovozu i rujnu, te tada ženke odlažu jaja na lucerništa, ozime usjeve i zakorovljene parcele (Kereši i sur.,, 2019).

Najveće štete rade gusjenice sovica prve generacije. Mlade gusjenice (od 1.-3. stadija) oštećuju donje listove, dok starije (od 4.-6. stadija) pregrizaju biljke ispod površine ili u zoni korijenovog vrata. Ova generacija gusjenica štete radi od lipnja sve do polovice srpnja. Oštećene biljke zaostaju u rastu i razvoju, suše se i propadaju. Dolazi do pojave plješina ili potpunog propadanja biljaka na parceli. Na korjenastom i gomoljastom povrću izgrizaju rupice te takvi proizvodi gube na tržišnoj vrijednosti. Štete na gomoljima krumpira mogu iznositi i više od 50 %. Najveće štete rade na šećernoj repi, kukuruzu, duhanu i drugim okopavinama. Gusjenice druge generacije oštećuju biljke od sredine kolovoza, u rujnu i u listopadu. Kod nas, za sada, štete od druge generacije nisu značajne (Kereši i sur., 2019).

Pregledom tla (iste metode kao i za žičnjake) utvrđuje se broj kukuljica ili gusjenica usjevne sovice i sovice ipsilon i jajnih gusjenica proljetne sovice. Podatak o brojnosti usjevne sovice i sovice ipsilon ukazuje na visinu populacije nekog područja, ali ne i napad u usjevu. Podatak o brojnosti proljetne sovice, ukazuje na zarazu koja će se rezultirati napadom u proljeće.

Napad sovica moguće je prognozirati praćenjem brojnosti leptira. Brojnost leptira prati se pomoću lovnih svjetiljka ili feromona. Lovnim svjetiljkama hvataju se i druge vrste leptira, pa je za ovu prognozu potrebno poznavanje morfologije sovica i točna determinacija (Kozina i Bažok, 2013).

Seksualni feromoni specijalizirani su za određenu vrstu, čime je praćenje olakšano. Prognoziranje napada pomoću lovnih lampi ili feromona ne daje dovoljno podataka o brojnosti, stoga je potrebno redovito obavljati vizualne preglede biljaka. Pregled se radi na više mjesta unutar usjeva na površini od 1 m^2. Kemijsko suzbijanje opravdano je kod zaraze s

0,5-1 gusjenice/m^2 (Kozina i Bažok, 2013). Također, kemijsko suzbijanje opravdano je kada su gusjenice još male, odnosno prije nego prerastu 3. stadij (Bažok, 2009).

3.1.6. Krumpirova zlatica – *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824)

Krumpirova zlatica jedan je od najvažnijih štetnika krumpira. Rasprostranjena je u svim područjima, pa je praktički nemoguća proizvodnja krumpira bez njenog suzbijanja. Zlatica je oligofagna vrsta jer se hrani lišćem krumpira, rajčice, paprike, patlidžana, duhana i korovima iz porodice pomoćnica (Kereši i sur., 2019).

Tijelo odrasle zlatice (slika 3.6.) ovalnog je oblika, dužine oko 9,5 mm. Žuto-narančaste je boje, a na pokrilju ima 10 crnih uzdužnih pruga (Kennedy, 2009). Jaja su eliptičnog oblika, veličine oko 1,5 mm i narančasto žute boje. Ličinka zlatice je narančasto crvene boje i naraste od 11-12 mm. Ličinka ima 4 razvojna stadija. Kukuljica je crvenkasta, duga oko 1 cm, te se nalazi u tlu (Raspudić i sur., 2009).



Slika 3.6. Odrasla jedinka vrste *Leptinotarsa decemlineata*
Snimila: Šupljika M., 2019.

Godišnje ima dvije generacije, a prezimi kao imago u tlu. U proljeće, kada je temperatura tla nekoliko dana viša od 12 °C, a srednje dnevne temperature veće od 14 °C (travanj, svibanj), imago izlazi iz tla i započinje ishranu na krumpiru. Ženka odlaže jaja u skupinama na naličje listova (Kereši i sur., 2019). Broj odloženih jajašaca, kao i izlazak ličinki ovisi o temperaturi. Kod većih temperatura, broj odloženih jaja je veći, te je izlazak ličinaka i njihov razvoj brži (Raspudić i sur., 2009). Ličinke nakon izlaska započinju ishranu na lišću (slika 3.7.), pa i peteljkama krumpira. Njihova ishrana i razvoj traju 2-3 tjedana, te za to vrijeme mogu prouzrokovati golobrst krumpira. Odrasla ličinka zavlači se u zemlju na kukuljenje, a tijekom srpnja, iz tla izlaze odrasli oblici. Zatim se razvija nova generacija koja obično ne uzrokuje značajne štete. Štete nisu značajne jer je krumpir razvio bujniju lisnu masu, a formiranje gomolja je uvelike napredovalo (Kereši i sur. 2019).



Slika 3.7. Štete na lišću krumpira nastale ishranom ličinaka krumpirove zlatice
Snimila: Šupljika M., 2019.

Prva generacija oštećuje krumpir od nicanja pa sve do cvatnje, a druga generacija od cvatnje do kraja vegetacije. Kod nedostatka nadzemnog dijela krumpira i kod velike brojnosti imaga, hrane se i gomoljima (Kereši i sur., 2019).

Napad zlatice prije cvatnje štetniji je od napada nakon cvatnje, te smanjuje prinos za 30-50 %. Rani napad 10-12 ličinki po busu smanjuje prirod za 5-10 %, dok kasniji napad od 30 ličinaka po busu smanjuje prirod u istim postocima. Na ranim sortama krumpira nastaju veće štete (Maceljski i sur., 2004).

Redovnim pregledom usjeva može se prognozirati pojava i potreba za suzbijanjem zlatice. Potrebno je pregledati određen broj biljaka u nizu, te prebrojiti sve utvrđene razvojne stadije (odrasli, jaja, ličinke). Zaraza se izračunava kao broj zlatica po biljci. Prezimjele zlatice često ne uzrokuju štete, pa je suzbijanje opravdano samo ako se na svakom busu nađu više od dvije zlatice. Prag odluke za suzbijanje ličinaka prije cvatnje je 10-15 ličinki na svakom šestom busu (prosječno dvije ličinke po busu). Nakon cvatnje pragovi su veći. Kemijsko suzbijanje opravdano do vremena kada iz 20 % jaja izađu ličinke. Ukoliko se zakasni sa suzbijanjem i ličinke prerastu 4 mm, djelovanje insekticida je lošije, a šteta će već biti učinjena (Bažok, 2013).

Jedan od glavnih izazova u suzbijanju krumpirove zlatice je njezina prilagodljivosti i stvaranje rezistentnosti na insekticide kojima se suzbija (Alyokhin i sur., 2007). Prema podacima Arthropod Pest Resistance Database (APRD, 2020) do danas je zabilježeno 300 slučajeva rezistentnosti krumpirove zlatice, a rezistentna je na 56 aktivne tvari insekticida. Za izbjegavanje i usporavanje rezistentnosti, kod suzbijanja je potrebno koristiti insekticide različitog mehanizma djelovanja. Svake godine potrebno je izmijeniti insekticide, a ukoliko se u jednoj godini zlatica tretirala više puta, te iste godine se izmjenjuju insekticidi. Također, preporuča se korištenje insekticida iz skupine ekološki prihvatljivih insekticida (Bažok, 2013).

3.1.7. Krumpirov moljac – *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873)

Ovaj štetnik kod nas je prisutan samo u Dalmaciji. Osim krumpira, na kojem radi značajne štete, napada još i rajčicu, patlidžan i duhan. Leptir je smeđe-žuti te na stražnjim krilima ima

duge rese. Raspon krila je od 10-14 mm. Gusjenice (slika 3.8.) su bijele sa smeđom glavom i svijetlo-ružičastim leđima (Maceljski i sur., 2004). Na dorzalnoj strani gusjenice nalazi se linija crnih točkica s čekinjama. Odrasla gusjenica naraste do 0,94 cm. Jaja su eliptičnog oblika i veličine oko 1 cm. U početku su prozirna, te kasnije postaju žućkasta do svijetlo smeđa. Kukuljica je duga oko 0,84 cm i smeđe je boje (Rondon i Goa, 2018).

Ženke odlažu jajašca u prirodi na biljke. Gusjenice miniraju listove ili se ubušuju u stabljiku iz koje kasnije odlaze u gomolje (Maceljski i sur., 2004). U gomolje ulaze kroz okca, te se najčešće zadržavaju odmah ispod pokožice (Raspudić i sur., 2009). Na tako napadnute gomolje nastanjuju se gljive koje uzrokuju gnjiloću i trulež, pa se gomolji ne mogu koristiti za prehranu. Štete od krumpirovog moljca mogu iznositi do 80 %, ovisno o sorti krumpira.

Budući da je krumpirov moljac u Hrvatskoj lokalno proširen i da štete u Dalmaciji nisu značajne, suzbijanje nije potrebno. Temperature za skladištenje krumpira (7-10 °C) pogoduju razvoju štetnika, stoga je bitno spriječiti unos zaraženih gomolja u skladište. Pojavu i brojnost štetnika moguće je pratiti pomoću feromona. Ukoliko je utvrđena zaraza u polju, prije skladištenja krumpira, potrebno je skladište tretirati s dozvoljenim insekticidima (Lemić, 2013).



Slika 3.8. Gusjenica i kukuljica krumpirovog moljca *Phthorimaea operculella*
Izvor: https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5368077

3.2. Korisni kukci (prirodni neprijatelji) na krumpiru

Svi štetnici poljoprivrednih kultura u prirodi imaju svoje antagoniste, odnosno prirodne neprijatelje. Oni ne dopuštaju prenamnožavanje štetnika te time omogućuju uspostavu prirodne ravnoteže (Franin i Barić, 2011). Prirodne neprijatelje dijelimo na: predatore, parazite, parazitoide i uzročnike bolesti (gljive, bakterije, viruse, protozoe i fitoplazme) (Maceljski i Igrc Barčić, 2001).

Grabežljivci ili predatori pripadaju u grupu karnivornih kukaca. Napadaju žrtvu, ubijaju je i hrane se njome. Jedan grabežljivac u jednom danu može uništiti brojne štetnike. Stoga su od velike važnosti u održavanju prirodne ravnoteže. Budući da su predatori polifagni kukci, hrane se i korisnim kukcima (Maceljski i Igrc Barčić, 2001).

Prema Oštrec i Gotlin Čuljak (2005) grabežljivi kukci su: bogomoljka (*Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758*)*), zeleni konjic (*Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758)), neke vrste resičara (Thysanoptera), stjenice (Heteroptera), crveni mravi (Formicidae), trčci (Carabidae), kusokrilci

(Staphylinidae), božje ovčice (Coccinellidae), mekokošci (Cantharidae), mravojedi (Myrmelontidae), zlatooke (Chrysopidae), mušice šiškarice (Cecidomyiide), grabežljive muhe (Asilidae) i osolike muhe (Syrphidae).

Parazitski kukci mogu biti pravi paraziti ili parazitoidi. Glavna razlika između pravog parazita i parazitoida je ta da parazitoid nakon razvoja ubija žrtvu, a parazit uglavnom ne. Paraziti mogu živjeti u tijelu (endoparazit) ili na tijelu (ektoparazit) domaćina. Budući da parazitoidi žive na račun jednog razvojnog stadija domaćina, razlikujemo jajne parazitoide, parazitoide kukuljice, parazitoide ličinki i parazitoide imaga. Nakon napada domaćina, parazitoidi obilježe žrtvu da ga druge jedinke iste vrste ne napadaju. Najčešći parazitoidi su opnokrilci, odnosno ose najeznice (Trihogrammatidae, Ichneumonidae, Encyrtidae, Eulophidae, Braconidae) i muhe gusjeničarke (Tachinidae) (Maceljski i Igrc Barčić, 2001).

Zbog ekoloških i ekotoksikoloških učinaka insekticida, predatori i parazitoidi dobivaju sve veću važnosti, te se pripravci na bazi takvih organizama (biopesticidi) proizvode i prodaju širom svijeta (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Biološko suzbijanje štetnih kukaca moguće je provesti na tri načina:

1. Konzervativni način – očuvanje i stvaranje povoljnih uvjeta autohtonim prirodnim neprijateljima;
2. Augmentativni način – uzgoj, razmnožavanje i ispuštanje autohtonih prirodnih neprijatelja;
3. Klasičan način – unos prirodnih neprijatelja iz njihove postojbine (Maceljski i Igrc Barčić, 2001).

Prirodni neprijatelji koji su poželjni i korisni kroz sezonu uzgoja krumpira su: bubamare (Coccinellidae), zlatooke (Chrysopidae), grabežljive stjenice (Geocoridae, Nabidae, Pentatomidae i Anthocoridae), pršilice (Syrphidae) i parazitske osice (Potato Grower, 2016; Hein, 2020).

3.2.1. Grabežljive stjenice

Grabežljive stjenice zoofagne su vrste, no postoje i kombinacije zoo-fitofagnih i fito-zoofagnih vrsta. Takve vrste se u nedostatku plijena, hrane i biljnom hranom (pelud, nektar, biljne izlučevine). Biljna hrana im omogućuje produžavanje životnog vijeka, bolju plodnost, razvoj većih tjelesnih dimenzija i skraćeni razvojni ciklus. Usni ustroj je preobražen u rilo kojim bodu i sišu. Imaju tzv. vanjsku probavu, odnosno pomoću jedne cjevčice ubrizgavaju otrov i probavne enzime u štetnika, a kroz drugu sišu vodu i razgrađeni sadržaj plijena. Ovakva probava omogućuje im ishranu s plijenom većih tjelesnih dimenzija (Franin i Barić, 2012).

Porodica Geocoridae

Stjenice iz ove porodice su vrlo sitni kukci, veličine 2,7-5 mm. Tijelo im je ovalnog oblika s istaknutim velikim očima (slika 3.9.). Boja stjenica varira ovisno o području, a mogu biti blijedih, prugastih, išaranih pa sve do potpuno crnih oblika (Franin i Barić, 2012). U rano proljeće odlaze u polja krumpira i brzo se koloniziraju. Odrasli i ličinke hrane se sisanjem

tekućine iz tijela žrtve. Hrane se lisnim ušima, jajima krumpirove zlatice, grinjama, cvrčcima i stjenicama roda *Lygus* (Potato Grower, 2016).



Slka 3.9. Stjenica porodice Geocoridae
Izvor: https://bugguide.net/node/view/897060

Poljske stjenice – porodica Nabidae

Vrste ove porodice uglavnom žive na listovima biljaka, no postoje i vrste koje obitavaju isključivo na površini tla ili poluvodenim staništima (Franin i Barić, 2012). Imaju velika krila i prednje noge specijalizirane za hvatanje plijena (slika 3.10.). Usjev krumpira koloniziraju kasnije u proljeće. Hrane se lisnim ušima, ličinkama krumpirove zlatice, grinjama, malim gusjenicama i jajima (Potato Grower, 2016).



Slika 3.10. Stjenica porodice Nabidae
Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Nabidae

Štitaste stjenice – porodica Pentatomidae

Štitaste stjenice naseljavaju prirodna i poljoprivredna staništa, a primarno su vezane uz grmove, živice i rubove šuma. Hrane se ličinkama kornjaša, leptira i opnokrilaca. Većinom su polifagni kukci, no kod nekih vrsta uočena je specijalizacija prema staništu i plijenu (Franin i

Barić, 2012). U usjevu krumpira važna je vrsta *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (slika 3.11.) jer se hrani jajima, ličinkama i odraslima krumpirove zlatice (Hein, 2020).



Slika 3.11. *Perillus bioculatus*
Izvor: https://bugguide.net/node/view/1439646/bgimage

Cvjetne (plosnate) stjenice – porodica Anthocoridae

Cvjetne stjenice (slika 3.12.) sitni su kukci, veličine 1,5-3 mm. Većina vrsta cvjetnih stjenica su predatori, a hrane se grinjama, lisnim i štitastim ušima, lisnim buhama, tripsima, potkornjacima i jajima nekih leptira. Budući da su zoofagne, nekad napadaju i korisne kukce (zlatooke i bubamare). Vrste roda *Orius* uglavnom su vezane uz sloj niske vegetacije, odnosno jednogodišnje biljake, a vrste roda *Anthocoris* prednost daju grmlju i drveću (Franin i Barić, 2012).



Slika 3.12. Stjenica porodice Anthocoridae
Izvor: https://arthropodafotos.de/dbgesp.php?lang=eng&sc=0&ta=t_42_hem_het_ant&act=0

3.2.2. Parazitske osice

Parazitske osice najbrojnija su grupa prirodnih neprijatelja. Uglavnom su sitni kukci, uskog tijela. Usko su specijalizirane za domaćina, a u optimalnim uvjetima mogu biti zastupljene u velikoj brojnosti. Parazitske osice ubrajaju se u parazitoide jer većina vrsta na kraju svog razvoja ubija domaćina. Jaja uglavnom odlažu u tijelo odraslih kukaca, no mogu i u druge razvojne stadije. Iz jaja se većinom razvije jedna ličinka koja se hrani u unutrašnjosti domaćina

sve do kukuljenja. Iz parazitiranog domaćina izlazi odrasli oblik. Vrste iz porodica Braconidae i Ichneumonidae pri odlaganju jaja u domaćina unose i virus koji sprječava uništenje i odbacivanje jaja.

U parazitske osice ubrajaju se vrste iz porodica: Braconidae, Ichneumonidae (slika 3.13.), Trichogrammatidae, Eupelmidae, Encyrtidae, Drynidae, Eurytomidae, Mymaridae, Eulophidae, Cynipidae i dr. (Gotlin Čuljak i Juran, 2016).



Slika 3.13. Parazitska osica porodice Ichneumonidae
Snimila: Žganec K., 2019.

3.2.3. Bubamare – Coccinellidae

Imago bubamare ima okruglo ili ovalno tijelo, veličine oko 10 mm. Nadvratni štitić prekriva glavu, a pokrilje je obojano raznim bojama s ili bez karakterističnih točaka. Različita obojenost bubamara ukazuje na veliku raznolikost vrsta (Maceljski, 2002; Gotlin Čuljak i Juran, 2016). Odrasli oblici imaju razvijen obrambeni mehanizam, tzv. refleksno krvarenje kod kojeg iz nogu izlučuju hemolinfu (sadrži alkaloid kokcinel koji odbija neprijatelje). Ličinke karakterizira produženo tijelo s dugim nogama. Ličinke nekih vrsta izlučuju vosak koji im prekriva tijelo. Ženke jaja odlažu u blizini štetnika kojim se hrane kako bi uvijek bile u blizini izvora hrane (Gotlin Čuljak i Juran, 2016).

Bubamare se ubrajaju u najznačajnije predatore jer se štetnicima hrane i odrasli i ličinke, a napadaju jaja, ličinke, nekad kukuljice i imaga. Ovisno o štetniku kojim se hrane, bubamare mogu biti: afidifagne (hrane se biljnim ušima), kokcidifagne (hrane se štitastim ušima) i akarifagne (hrane se grinjama) (Maceljski, 2002).

Sedamtočkasta bubamara - *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758)

Sedamtočkasta bubamara (slika 3.14.) crvene je boje sa 7 karakterističnih točkica. Godišnje razvije 2-5 generacija. Prezimljuje odrasli oblik u pukotinama, ispod stijena, suhog lišća i sličnim mjestima. Rano u proljeće, nakon prezimljenja, odlazi na ozimu pšenicu i lucernu gdje započinje prehranu i polaganje jajašca. U potrazi za novom hranom seli u polja krumpira gdje se hrani već prisutnim štetnicima, najčešće zelenom breskvinom uši i krumpirovom zlaticom. Jaja odlaže uz štetnike, odnosno na lišće i stabljiku krumpira. Ličinke iz jaja izlaze nakon 3-7

dana. Hrane se jajima krumpirove zlatice i nimfama zelene breskvine uši. Kroz razvoj koji traje od 2-4 tjedna pojedu 500-1000 uši (Hein, 2020).

Ova vrsta se u zapadnoj Europi uzgaja i ispušta, a pripravci sadrže od 1000-1500 jedinki (Maceljski i Igrc Barčić, 2001).



Slika 3.14. Sedamtočkasta bubamara *Coccinella septempunctata*
Izvor: https://influentialpoints.com/biocontrol/Coccinella_septempunctata_seven-spot_ladybird.htm

Dvotočkasta bubamara – *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758)

Imago dvotočkaste bubamare (slika 3.15.) crvene je boje s dvije crne točkice i dužine oko 6 mm. Nekad se može javiti i u crnoj varijanti. Prirodni su neprijatelji lisnim ušima, a javlja se u povrtlarskim i ratarskim kulturama (Maceljski, 2002; Kereši i sur., 2019. Ženka odloži oko 750 jaja, a razvoj ličinke traje 20-35 dana. Ličinka kroz svoj razvoj pojede oko 180 jedinki lisnih uši, a odrasli oblik u jednom danu oko 60 jedinki (Maceljski, 2002.). Prezimljuje kao odrasli oblik, a godišnje razvije 3 generacije (Martin, 2016).



Slika 3.15. Dvotočkasta bubamara *Adalia bipunctata*
Izvor: http://www.chovzvirat.cz/zvire/1192-slunecko-dvoutecne/

Desettočkasta bubamara – *Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)

Imaga desettočkaste bubamare (slika 3.16.) mogu biti različitih boja, od crne do žute, s različitim točkicama. Hrani se lisnim ušima, no u nedostatku njih, hranit će se i grinjama, polenom ili nektarom. Ova vrsta može se naći na listopadnom drveću, četinjačama, živicama i zeljastim biljkama (Turpeau i sur., 2011a).



Slika 3.16. Desettočkasta bubamara *Adalia decempunctata*
Izvor: https://influentialpoints.com/biocontrol/Adalia_decempunctata_ten-spot_ladybird.htm

Četrnaesttočkasta bubamara – *Propylea quatuordecimpunctata* (Linnaeus, 1758)

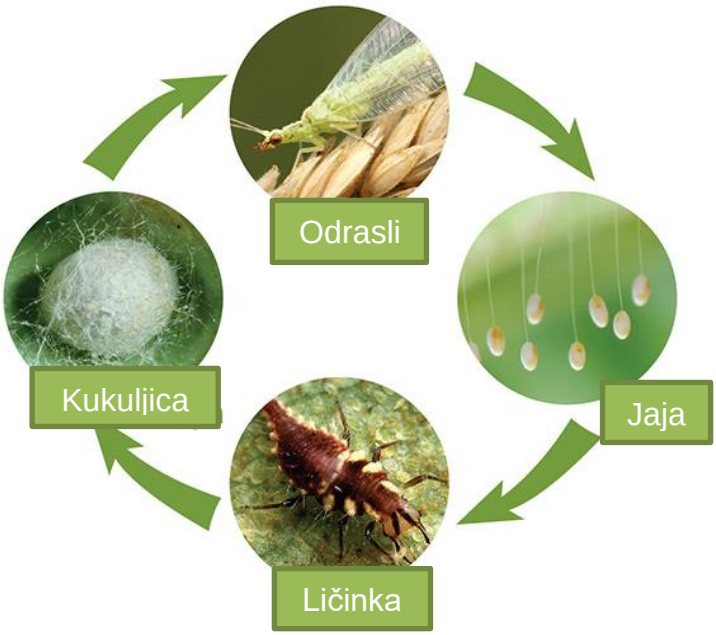
Tijelo četrnaesttočkaste bubamare (slika 3.17.) je crno-žute boje i dugo 3-5 mm. Na leđnoj strani ima široku liniju koja razdvaja krila. Točkice na nadvratnom štitu tvore neku vrstu krune, a točkice na krilima, zbog kvadratne konture, podsjećaju na šahovsku ploču. Ličinka je duga 5-6 mm. Hrani se lisnim ušima i česta je na zeljastim biljkama, vrbi, lješnjaku, hrastu i voćkama. Prisutna je od kraja travnja do početka listopada (Turpeau i sur., 2011b).



Slika 3.17. Četrnaesttočkasta bubamara *Propylea quatuordecimpunctata*
Izvor: https://www.flickr.com/photos/90985998@N05/42450166171/

3.2.4. Zlatooke – Chrysopidae

Odrasla zlatooka zelene je boje, vitkog tijela s dva para mrežastih krila i velikim, zlatnim očima. Imago se hrani s nektarom, peludom i mednom rosom. Ženka odloži više stotina jaja na dugim nosačima koje uvijek postavi na naličje lista, u blizini kolonija uši. Razvoj ličinke traje od 2-6 tjedna. Ličinka je crveno-smeđe boje i na bokovima ima dlačice. Naraste od 8-15 mm. Hrani se ušima, jajima grinja, krumpirove zlatice i leptira, te štitastim ušima i tripsima. Ličinka prolazi kroz tri razvojna stadija, a najintenzivnije se hrani u trećem stadiju. Kroz razvoj pojede 200-500 uši ili 300-400 jaja krumpirove zlatice. Žrtvu ubija zabadajući svoje tijelo u njeno, te na kraju ostavi samo praznu košuljicu od nje. Ovisno o temperaturi, preobrazba u kukuljicu traje 10-20 dana. Zbog nedostatka lisnih ušiju, opstanak zlatooka u proljeće može biti upitan (Maceljski, 2002; Ševar, 2004). Najčešća vrsta je *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (slika 3.18.) (Maceljski, 2002).



Slika 3.18. Životni ciklus zlatooke *Chrysoperla carnea*

Izvor: https://arbico-organics.blogspot.com/2018/08/nature-abhors-vacuum-why-continuity.html

3.2.5. Pršilice (osolike muhe) – porodica Syrphidae

Ženke osolikih muha (slika 3.19.) odlažu jaja u blizini kolonija lisnih uši. Ličinke nakon izlaska iz jaja počinju ishranu s lisnim ušima. Učinkovite su kao prirodni neprijatelji, odnosno brzo savladaju plijen, ali se javljaju tek kada je kolonija lisnih uši prisutna u većem broju. Ličinke osolikih muha obično su zelenkaste boje. Odrasli oblici imaju karakterističan način letenja, odnosno lebdenja u zraku (Hein, 2020).



Slika 3.19. Osolika muha porodice Syrphidae

Snimila: Žganec K., 2019.

3.3. Kukci i biotski čimbenici

U biotske čimbenike ubrajaju se svi živi organizmi neke sredine koji utječu na život jedinke. Biotski čimbenici proučavaju se kao intraspecijski odnosi (odnosi između jedinki iste vrste koji su u funkciji razmnožavanja) i interspecijski odnosi (odnosi između jedinki različitih vrsta) (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005; Krčmar, 2011).

3.3.1. Intraspecijski odnosi

U održavanju neke vrste važnu ulogu ima više čimbenika: prostor, klimatski čimbenici, duljina života vrste, uspješnost kopulacije, biološke karakteristike vrste, fiziološko stanje i dr. Promjena gustoće populacije uzrokuje promjenu međusobnih odnosa unutar vrste. Svakim povećanjem brojnosti populacije smanjuje se kapacitet sredine na kojem populacija obitava. Do smanjenja kapaciteta sredine dolazi uslijed smanjena prostora, hrane, uvjeta preživljavanja i razmnožavanja. Na taj način dolazi do pojave konkurentnosti između jedinki iste vrste. Kod jedinki istih vrsta razlikuju se kompetencija za hranu, kompetencija za životni prostor, kanibalizam i promjena sredine (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Kompetencija za hranu javlja se uslijed ograničene količine hrane i velikog porasta populacije. Tijekom prenamnoženja vrste, gusjenice gubara (*Lymantria dispar*, Linnaeus, 1758) mogu uzrokovati golobrst šume. Nedostatak hrane uzrokuje veliki mortalitet gusjenica, a neke postaju aktivnije i sele se u potrazi za hranom (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Kompetencija za prostor javlja se uslijed ograničenog životnog prostora. Povećanjem brojnosti populacije, ženka rižinog žiška (*Sitophilus oryzae*, Linnaeus, 1763) odlaže manji broj jaja (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Kanibalizam je česta pojava koja prati gustoće populacija mnogih vrsta. Najpoznatiji primjer kanibalizma je kod bogomoljke (*Mantis religiosa*, Linnaeus, 1758) kada ženka nakon kopulacije pojede mužjaka (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Promjena sredine jedna je od najvažnijih posljedica porasta gustoće populacije. Hraneći se brašnom, mali brašnar (*Tribolium confusum*, Jaqcquelin du Val, 1868) na njemu ostavlja brojne produkte metabolizma. Porastom gustoće populacije produkti metabolizma uzrokuju smanjenu plodnost ženki, povećavajući mortalitet i razvoj ličinki, te mortalitet odraslih oblika (Krčmar, 2014).

3.3.2. Interspecijski odnosi

Odnosi između populacija dviju različitih vrsta mogu biti: kompetencija, neutralizam, komensalizam, mutualizam, amensalizam, predatorstvo i parazititam (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005). Ti interspecijski odnosi između populacija grupirani su prema njihovom pozitivnom (+), negativnom (-) ili neutralnom (0) djelovanju te su prikazani u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Mogući oblici međusobnih odnosa u ekološkom sustavu

	Negativan (-)	**Neutralan (0)**	**Pozitivan (+)**
Pozitivan (+)			Mutualizam (++)
Neutralan (0)		Neutralizam (00)	Komensalizam (0+)
Negativan (-)	Kompetencija (--)	Amensalizam (-0)	Predatorstvo (-+) Parazitizam (-+)

Izvor: Starr, 1975, cit. Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005

Kompetencija je odnos između dvije vrste koje imaju slične ili iste zahtjeve prema prostoru, hrani i ostalim životnim potrebama. To je negativan odnos i ukoliko traje dulje, jedna vrsta pritišće drugu sve do njezinog nestanka u tom biotopu (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Neutralizam je odnos između dviju vrsta bez aktivnog utjecaja jedne vrste na drugu. Ovakav odnos u prirodi je rijetka pojava (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005; Krčmar, 2014).

Komensalizam je odnos između dviju vrsta od kojih jedna ima korist (komenzal), a za drugu je taj odnos neutralan. Komenzal iz tog odnosa dobiva hranu, zaklon, pokretanje ili potporu. Primjer za komensalizam je prisutnost bakterije *Escherichia coli* (Migula 1895) Castellani and Chalmers 1919 u crijevima čovjeka i drugih sisavaca. Njena prisutnost je normalna i bez posljedica, no u slučaju prenamnoženja uzrokuje upalu crijeva (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Mutualizam je pozitivan odnos za obje vrste, pri čemu se jedinke nalaze u bliskom fizičkom kontaktu. Takav odnos može biti povremen ili obvezatan. Ovaj odnos ponekad se naziva i simbioza, iako on označava širi pojam. Najvažniji i najrasprostranjeniji mutualistički odnos je oprašivanje biljaka pomoću kukaca (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005; Krčmar, 2014).

Amensalizam je odnos negativan za jednu, a neutralan za drugu vrstu. Odnos se temelji na lučenju sekundarnih metabolita (alelokemikalija) u okolinu. Alelokemikalije negativno djeluju na drugu vrstu, odnosno inhibiranju njezin rast ili razmnožavanje, ili djeluju stimulirajuće (alelopatija). Ovakav utjecaj utvrđen je na biljkama, ali i kukcima, te je od velike važnosti zbog pretpostavke da će se štetnici i korovi suzbijati pomoću alelokemikalija. U ovu skupinu ubrajaju se i insekticidne (neprijateljske) biljke koje svojim korijenovim sustavom, prirodno ili pod stresom, izlučuju tvari štetne za kukce (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

Predatorstvo je pozitivan odnos za jednu, a negativan za drugu vrstu. Predator svoju žrtvu napada, ubija i pojede (Krčmar, 2014).

Parazitizam je pozitivan i obvezatan odnos za jednu vrstu, a negativan za drugu. Paraziti žive na račun domaćina, ali ga nužno ne ubijaju. Paraziti koji žive na domaćinu (ektoparaziti) ne ubijaju svog domaćina, dok paraziti unutar domaćina (endoparaziti) i poneki ektoparazit, nakon završetka razvoja ubijaju domaćina. Ti se paraziti nazivaju parazitoidi. Većina parazitskih kukaca, paraziti su u stadiju ličinke, a ne odraslog oblika (Oštrec i Gotlin Čuljak, 2005).

4. Materijali i metode

4.1. Lokalitet istraživanja

Istraživanje je provedeno 2019. godine na pokušalištu Maksimir na usjevu krumpira kroz cijelu njegovu vegetaciju, od sjetve krumpira 1.4.2019. do vađenja krumpira 20.7.2019. Pokušalište Maksimir (slika 4.1.) nalazi se uz Agronomski fakultet, a služi za nastavni rad i znanstvena istraživanja vezana uz tehnologiju proizvodnje ratarskih, povrtlarskih, industrijskih i ukrasnih kultura. Također, na pokušalištu se nalaze objekti namijenjeni istraživanju uzgoja povrća i cvijeća u zaštićenom prostoru.



Slika 4.1. Pokušalište Maksimir

Izvor: http://www.agr.unizg.hr/hr/category/poku%C5%A1ali%C5%A1te_maksimir/59

4.2. Prikupljanje entomofaune

Entomofauna je prikupljana korištenjem malaise klopke (slika 4.2.). Malaise klopka specijalizirana je klopka za praćenje prvenstveno kukaca koji lete. Izgledom podsjeća na šator, a izrađena je od poliesterske mreže. Dužina klopke iznosi 165 cm, a širina 115 cm. Po visini se razlikuju prednji i stražnji dio klopke. Prednji dio je veći (190 cm) u odnosu na stražnji (110 cm). Krov klopke obojen je u bijelu boju, a ostatak u crnu. Klopka je različito obojena kako bi leteće kukce, prilikom udarca u crni dio, privukla svjetlost krova. Na krovu klopke nalazi se plastična boca (slika 4.3.) u koju padaju kukci prilikom traženja izlaza i puta prema svjetlu. U bocu se stavlja 96 %-tni alkohol koji služi za usmrćivanje kukaca. Sva entomofaune iz boce, premještena je u označene bočice (po datumu) (slika 4.4.) kako bi se provela determinacija u laboratoriju.

Prikupljanje uzoraka provedeno je od 10.4.2019. do 19.7.2019. Ulovi su prikupljani jednom tjedno tijekom cijelog perioda istraživanja, a ukupno je provedeno 15 pregleda.



Slika 4.2. Malaise klopka

Snimila: Žganec K., 2019.



Slika 4.3. Plastična boca na vrhu klopke za sakupljanje entomofaune

Snimila: Žganec K., 2019.

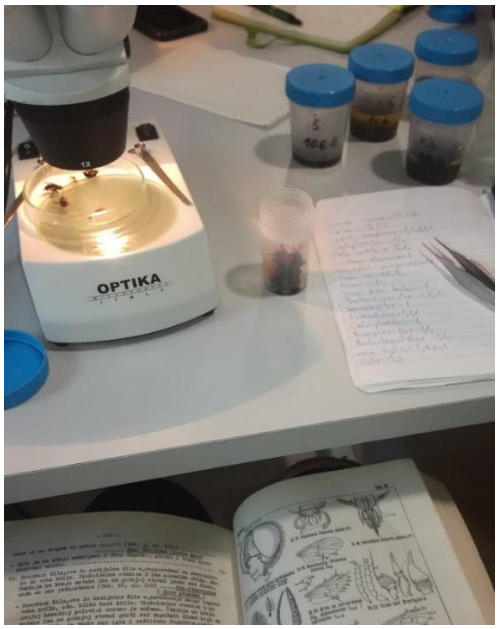


Slika 4.4. Prikupljena entomofauna krumpira

Snimila: Žganec K., 2019.

4.3. Pregled i determinacija ulova

Nakon prikupljanja entomofaune u usjevu krumpira na pokušalištu Maksimir, daljnje istraživanje nastavljeno je u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Prikupljena entomofauna razvrstana je u redove i determinirana do vrste gdje je to bilo moguće. Za determinaciju korišten je binokularni laboratorijski mikroskop (slika 4.5.), determinacijski ključevi Zavoda za poljoprivrednu zoologiju (Schmidt, 1970; Booth i sur., 1990) te determinacijski ključevi dostupni na internetu (Goulet i Hubert, 1993; Broad, 2011; Oldroyd, 2012; Drawwing.org for insects identification , 2020; Kerbtier.de beetle fauna of Germany , 2020).



Slika 4.5. Determinacija entomofaune

Snimila: Žganec K., 2019.

4.4. Analiza podataka

Kada je utvrđena brojnost redova, porodica, rodova i vrsta utvrđene su njihove cenološke karakteristike, dominantnost i učestalost.

Dominantnost služi za izražavanje postotka jednog reda/porodice/roda/vrste na ukupan broj ulovljenih kukaca u određenom biotopu. Za izračun dominantnosti korištena je formula Balogh-a (Balarin, 1974):

$$\boldsymbol{D_1 = \frac{a_1}{\sum a1} * 100}$$

D_1 – indeks dominantnosti;
a_1 – broj uhvaćenih jedinki istog reda/porodice/roda/vrste;
Σ_{a1} – ukupan broj uhvaćenih jedinki.

Temeljem izračunate dominantnosti, prema Tischler-u i Heydeman-u (Balarin, 1974), redovi/porodice/rodovi/vrste mogu se svrstati u sljedeće grupe:

1. Eudominantni redovi/porodice/rodovi/vrste – udio veći od 10 %;
2. Dominantni redovi/porodice/rodovi/vrste – 9,99-5 %;
3. Subdominantni redovi/porodice/rodovi/vrste – 4,99-1,00 %;
4. Recedentni redovi/porodice/rodovi/vrste – 0,99-0,50 %;
5. Subrecedentni redovi/porodice/rodovi/vrste – 0,49-0,01 %.

Učestalost prikazuje točan broj u kojem se neki red/porodica/rod/vrsta pojavljuje na nekoj plohi unutar biotopa. Za izračun učestalosti korištena je formula Balogh-a (Balarin, 1974):

$$\boldsymbol{C = \frac{nsA}{\sum Ns} * 100}$$

C – indeks učestalosti;
NsA – broj uzoraka s pronađenim redom/porodicom/rodom/vrstom;
ΣNs- ukupni broj uzoraka.

Prema Tischler-u (Balarin, 1974) dobiveni rezultate učestalosti mogu se svrstati u 4 grupe:

1. Slučajni ili akcidentni redovi/porodice/rodovi/vrste – manje od 24,99 % učestalosti;
2. Akcesorni redovi/porodice/rodovi/vrste – 25-49,99 % učestalosti;
3. Konstantni redovi/porodice/rodovi/vrste – 50-74,99 % učestalosti;
4. Eukonstantni redovi/porodice/rodovi/vrste – više od 75 % učestalosti.

Na temelju dobivenih parametara izračunat je ekološki značaj (W). Ekološki značaj je sintetički indeks koji predstavlja odnos između indeksa učestalosti (C) i indeksa dominantnosti (D) (Varvara i sur., 2001).

$$W = (CA * DA) * 100$$

CA – učestalost reda/porodice/roda/vrste;
DA – dominantnost reda/porodice/roda/vrste.

5. Rezultati i rasprava

Ukupna brojnost faune prikupljene tijekom istraživanja, iznosila je 12 890 jedinki. Najveći udio prikupljene faune činili su pripadnici razreda Insecta, njih 12 790. Osim pripadnika razreda Insecta, utvrđeni su pripadnici razreda Arachnida i to u brojnosti od 100 jedinki.

Prikupljenu faunu razreda Insecta činilo je više različitih redova, ukupno 10 njih (Orthoptera, Thysanoptera, Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Lepidoptera, Mecoptera, Diptera).

Utvrđeno je osam jedinki reda Orthoptera, te su determinirane dvije porodice (Acrididae i Tettigonidae) i jedna vrsta (*Tettigonia viridissima)*. Utvrđene su tri jedinke reda Dermaptera, te je determinirana jedna vrsta (*Forficula auricularia*). Iz reda Thysanoptera ukupno je utvrđeno 13 jedinki. Utvrđeno je 2 135 jedinki reda Hemiptera od čega je 268 jedinki iz podreda Heteroptera i 1 867 jedinki iz podreda Homoptera. Iz podreda Heteroptera determinirano je pet porodica (Tingidae, Miridae, Nabidae, Reduviidae, Pentatomidae), dva roda (*Lygus* i *Eurydema)* i dvije vrste (*Nazara viridula* i *Coreus marginatus)*. Iz podreda Homoptera determinirane su tri porodice (Aphidoidea, Cicadellidae, Jassidae), jedan rod (*Stictocephala)* i jedna vrsta (*Cercopis sanguinolenta)*. Utvrđeno je 2 105 jedinki reda Coleoptera. Ukupno je determinirano deset porodica (Staphylinidae, Cantharidae, Bostrychidae, Oedemeridae, Leodidae, Elateridae, Coccinelidae, Meloidae, Chrysomelidae i Curculionidae), 1 rod (*Phyllotreta*) i 6 vrsta (*Bembidion* sp., *Poecilus cupreus*, *Brachinus psophia, Harpalus rufipes*, *Lytta vesicatoria* i *Leptinotarsa decemlineata*). Brojnošću se ističu porodica Coccinellidae i rod *Phyllotreta*. Utvrđeno je 1 896 jedinki reda Hymenoptera. Iz toga reda determinirano je ukupno 28 porodica (Platygasteridae, Eulophidae, Eupelmidae, Proctotrupidae, Drynidae, Encyrtidae, Tiphiidae, Ichneumonidae, Braconidae, Halictidae, Cynipidae, Melittidae, Tenthredinidae, Mymaridae, Charipinae, Tomyridae, Colletidae, Cephidae, Chrysididae, Crabronidae, Sapygidae, Garteruptidae, Megalichidae, Agaonidae, Apidae, Vespidae, Sphecidae i Formicidae), tri roda (*Platygaster, Bombus i Anthidium*) i jedna vrsta (*Athalia cordata)*. Po brojnosti, ističu se porodica Ichneumonidae, porodica Eulophidae, porodica Eupelmidae, porodica Proctotrupidae, porodica Drynidae i porodica Formicidae. Ukupno 46 jedinki nije bilo moguće determinirati preciznije od reda. Utvrđeno je sedam jedinki reda Neuroptera, te je determinirana jedna vrsta (*Chrysoperla carnea)*. Osim navedenih redova, utvrđeno je 100 jedinki reda Lepidoptera. Ukupno je utvrđeno 13 jedinki reda Mecoptera, te je determiniran jedan rod (*Panorpa).* Najveću brojnost prikupljene faune razreda Insecta čine su jedinke reda Diptera (6 469 jedinki), a unutar tog reda najvećom brojnošću ističu se porodica Sciaridae i porodica Dolichopodidae. Ukupno su determinirane 24 porodice dvokrilaca (Muscidae, Empididae, Psilidae, Calliphoridae, Syrphidae, Piophilidae, Chloropidae, Dolichopodidae, Rhinophoridae, Sarcophagidae, Stratiomydae, Pipunculidae, Ephydidae, Tephritidae, Xylophagidae, Sciaridae, Phoridae, Chironomidae, Cecidomydae, Mycetophilidae, Culicidae, Tipulidae, Simulidae i Dixidae) i dva roda (*Musca* i *Hydrotaea*). Ukupno 8 jedinki nije determinirano dalje od reda.

U tablici 5.1. prikazan je detaljan sastav prikupljene i determinirane faune tijekom istraživanja, te su ulovi prikazani po sistematici.

Tablica 5.1. Brojnost i sastav faune krumpira prikupljene tijekom cijelog perioda istraživanja

Razred	Red		Porodica	Rod/vrsta	Ukupno
Insecta	Orthoptera		Acrididae	-	5
			Tettigoniidae	*Tettigonia viridissima*	3
	Dermaptera		Forficulidae	*Forficula auricularia*	3
	Thysanoptera		-	-	13
	Hemiptera	Heteroptera	Tingidae	-	190
			Miridae	-	25
				Lygus	15
			Nabidae	-	5
			Reduviidae	-	7
			Pentatomidae	-	3
				Eurydema	3
				Nazara viridula	11
			Coreidae	*Coreus marginatus*	9
		Homoptera	Aphidoidea	-	534
			Cicadellidae	-	1251
			Jassidae	-	76
			Cercopidae	*Cercopis sanguinolenta*	5
			Membracidae	*Stictocephala*	1
	Coleoptera		Carabidae	*Bembidion sp.*	23
				Poecilus cupreus	15
				Carabus corniceus	1
				Brachinus psophia	1
				Harpalus rufipes	1
			Staphylinidae	-	7
			Leiodidae	-	6
			Elateridae	-	24
			Chrysomelidae	*Leptinotarsa decemlineata*	118
				Phyllotreta	1337
			Curculionidae	-	189
			Cantharidae	-	32
			Coccinellidae	-	338

		Bostrichidae	-	1
		Oedemeridae	-	11
		Meloidae	*Lytta vesicatoria*	1
	Hymenoptera	-	-	46
		Platygastridae	*Platygaster*	83
		Eulophidae	-	227
		Eupelmidae	-	165
		Encyrtidae	-	26
		Drynidae	-	137
		Tiphiidae	-	22
		Ichneumonidae	-	541
		Braconidae	-	69
		Halictidae	-	49
		Cynipidae	-	3
		Melittidae	-	13
		Tenthredinidae	-	6
			Athalia cordata	40
		Mymaridae	-	30
		Charipinae	-	3
		Tomyridae	-	46
		Proctotrupidae	-	149
		Colletidae	-	27
		Cephidae	-	2
		Chrysididae	-	7
		Crabronidae	-	23
		Sapygidae	-	20
		Gasteruptiidae	-	2
		Megachilidae	-	5
			Anthidium	9
		Agaonidae	-	1
		Apidae	-	9
			Bombus	1
		Vespidae	-	25
		Sphecidae	-	8
		Formicidae	-	102
	Neuroptera	Chrysopidae	*Chrysoperla carnea*	7
	Lepidoptera	-	-	141
	Mecoptera	Panorpidae	*Panorpa*	13
	Diptera	-	-	8
		Empididae	-	197
		Muscidae	*Musca*	248
			Hydrotaea	430
		Psilidae	-	106
		Calliphoridae	-	114

		Syrphidae	-	319
		Piophilidae	-	3
		Chloropidae	-	3
		Dolichopodidae	-	1034
		Rhinophoridae	-	85
		Sarcophagidae	-	142
		Stratiomydae	-	72
		Pipunculidae	-	62
		Ephydridae	-	21
		Tephritidae	-	10
		Xylophagidae	-	6
		Sciaridae	-	2424
		Phoridae	-	645
		Chironomidae	-	189
		Cecidomydae	-	63
		Mycetophilidae	-	36
		Culicidae	-	12
		Tipulidae	-	33
		Simulidae	-	201
		Dixidae	-	6
Arachnida	-	-	-	100

Nakon izračunate dominantnosti, redovi/porodice/rodovi/vrste svrstani su u odgovarajuće grupe. Najviše je utvrđeno subrecedentnih jedinki (64 reda/porodice/roda/vrste), zatim subdominantnih jedinki (17 reda/porodice/roda/vrste), pa recedentnih jedinki (10 reda/porodica/roda/vrsti), dominantnih jedinki (tri reda/porodice/roda/vrste) i najmanje eudominantnih jedinki (dva reda/porodice/roda/vrste).

Subrecedentni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Acrididae, *Tettigonia viridissima*, *Forficula auricularia*, Thysanoptera, Miridae, *Lygus*, Nabidae, Reduviidae, Pentatomidae, *Eurydema*, *Nazara viridula*, *Coreus marginatus*, *Cercopis sanguinolenta*, *Stictocephala*, *Bembidion sp*., *Poecilus cupreus*, *Carabus corniceus*, *Brachinus psophia*, *Harpalus rufipes*, Staphylinidae, Leiodidae, Elateridae, Cantharidae, Bostrichidae, Oedemeridae, *Lytta vesicatoria*, Hymenoptera, Encyrtidae, Tiphiidae, Halictidae, Cynipidae, Melittidae, Tenthredinidae, *Athalia cordata*, Mymaridae, Charipinae, Tomyridae, Colletidae, Cephidae, Chrysididae, Crabronidae, Sapygidae, Gasteruptiidae, Megalichidae, *Anthidium*, Agonidae, Apidae, *Bombus*, Vespidae, Sphecidae, *Chrysoperla carnea*, *Panorpa,* Diptera, Piophilidae, Chloropidae, Pipunculidae, Ephydidae, Tephritidae, Xylophagidae, Cecidomydae, Mycetophilidae, Culicidae, Tipulidae i Dixidae.

Subdominantni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Tingidae, Aphidoidea, Curculionidae, Coccinellidae, Eulophidae, Eupelmidae, Drynidae, Ichneumonidae, Proctotrupidae, Lepidoptera, Empididae, *Musca*, *Hydrotaea*, Syrphidae, Sarcophagidae, Simulidae i Chironomidae.

Recedentni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Jassidae, *Leptinotarsa decemlineata*, *Platygaster*, Braconidae, Formicidae, Psilidae, Calliphoridae, Rhinophoridae, Stratiomydae i Arachnida.

Dominantni porodice su: Cicadellidae, Phoridae i Dolichopodidae.

Eudominantni su rod *Phyllotreta* i porodica Sciaridae.

Nakon izračunate učestalosti, redovi/porodice/rodovi/vrste svrstani su u odgovarajuće grupe. Najviše je utvrđeno slučajnih jedinki (39 reda/porodice/roda/vrste), zatim slijede akcesorne jedinke (31 red/porodica/rod/vrste), pa eukonstantne jedinke (14 reda/porodica/roda/vrsta) i konstantne jedinke (12 reda/porodica/roda/vrsta).

Slučajni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Acrididae, *Tettigonia viridissima*, *Forficula auricularia*, Thysanoptera, *Lygus*, Nabidae, Reduviidae, Pentatomidae, *Eurydema*, *Nazara viridula*, Thysanoptera, *Cercopis sanguinolenta*, *Stictocephala*, *Carabus corniceus*, *Brachinus psophia*, *Harpalus rufipes*, Leiodidae, Elateridae, Bostrichidae, *Lytta vesicatoria*, Cynipidae, Tenthredinidae, Charipinae, Cephidae, Chrysididae, Sapygidae, Gasteruptiidae, Megalichida, Agonidae, *Bombus*, Sphecidae, Formicidae, *Chrysoperla carnea,* Diptera, Piophilidae, Chloropidae, Ephydidae, Tephritidae i Xylophagidae.

Akcesorni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Miridae, *Coreus marginatus*, Jassidae, *Bembidion sp*., *Poecilus cupreus*, Staphylinidae, Cantharidae, Oedemeridae, Hymenoptera, Encyrtidae, Tiphiidae, Melittidae*, Athalia cordata*, Mymaridae, Colletidae, Crabronidae, *Anthidium*, Apidae, Vespidae, *Panorpa,* Calliphoridae, Rhinophoridae, Sarcophagidae, Stratiomydae, Pipunculidae, Cecydomidae, Mycetophilide, Culicidae, Tipulidae, Simulidae i Dixidae.

Konstantni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Tingidae, *Leptinotarsa decemlineata*, Coccinellidae, *Platygaster*, Braconidae, Halictidae, Tomyridae, Proctotrupidae, Empididae, Psilidae, Dolichopodidae i Chironomidae.

Eukonstantni redovi/porodice/rodovi/vrste su: Aphidoidea, *Phyllotreta*, Curculionidae, Eulophidae, Eupelmidae, Drynidae, Ichneumonidae, Lepidoptera, *Musca, Hydrotaea*, Syrphidae, Sciaridae, Phoridae i Arachnida.

U tablici 5.2. detaljno su prikazani izračunati opisani parametri te klasifikacija prikupljene faune u provedenom istraživanju.

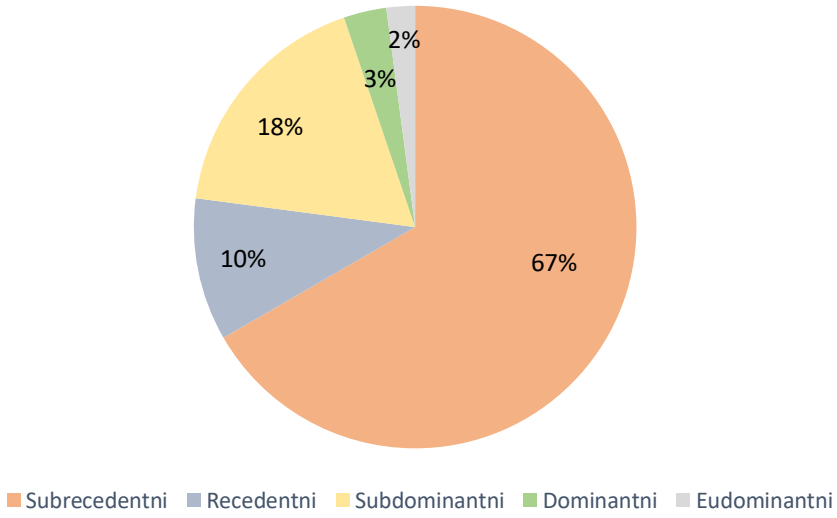
Tablica 5.2. Klasifikacija dominacije, učestalosti i ekološkog značaja utvrđenih redova/rodova/porodica/vrsta

Red/porodica/rod/vrsta	**D (%)**	**Klasifikacija**	**C (%)**	**Klasifikacija**	**W**
Acrididae	0,04	Subrecedentna	20	Slučajna	80
Tettigonia viridissima	0,02	Subrecedentna	13,33	Slučajna	26,66
Forficula auricularia	0,02	Subrecedentna	13,33	Slučajna	26,66
Thysanoptera	0,10	Subrecedentan	20	Slučajna	200
Tingidae	1,47	Subdominantna	60	Konstantna	8820
Miridae	0,19	Subrecedentna	33,33	Akcesorna	633,27
Lygus	0,12	Subrecedentan	20	Slučajna	240
Nabidae	0,04	Subrecedentna	20	Slučajna	80
Reduviidae	0,05	Subrecedentna	20	Slučajna	100
Pentatomidae	0,02	Subrecedentna	6,67	Slučajna	13,34
Eurydema	0,02	Subrecedentna	20	Slučajna	40
Nazara viridula	0,09	Subrecedentna	13,33	Slučajna	119,97
Coreus marginatus	0,07	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	186,69
Aphidoidea	4,14	Subdominantna	93,33	Eukonstantna	386,39
Cicadellidae	9,71	Dominantna	86,67	Eukonstantna	841,57
Jassidae	0,59	Recedentna	46,67	Akcesorna	2753,53
Cercopis sanguinolenta	0,04	Subrecedentna	20	Slučajna	80
Stictocephala	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Bembidion sp.	0,18	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	480,06
Poecilus cupreus	0,12	Subrecedentna	40	Akcesorna	480
Carabus corniceus	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Brachinus psophia	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Harpalus rufipes	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Staphylinidae	0,05	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	133,35
Leiodidae	0,05	Subrecedentna	13,33	Slučajna	66,65
Elateridae	0,19	Subrecedentna	20	Slučajna	380
Leptinotarsa decemlineata	0,92	Recedentna	60	Konstantna	5520
Phyllotreta	10,37	Eudominantan	100	Eukonstantni	103700
Curculionidae	1,47	Subdominantan	86,67	Eukonstantna	12749,49
Cantharidae	0,25	Subrecedentna	46,67	Akcesorna	1166,75
Coccinellidae	2,62	Subdominantna	73,33	Konstantna	19212,46
Bostrichidae	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Oedemeridae	0,09	Subrecedentna	33,33	Akcesorna	299,97
Lytta vesicatoria	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Hymenoptera	0,36	Subrecedentan	46,67	Akcesorni	1680,12
Platygaster	0,64	Recidentan	53,33	Konstantni	3413,12
Eulophidae	1,76	Subdominantna	93,33	Eukonstantna	16426,08
Eupelmidae	1,28	Subdominantna	86,67	Eukonstantna	11093,76
Encyrtidae	0,20	Subrecedentna	46,67	Akcesorna	922,4
Drynidae	1,06	Subdominantna	86,67	Eukonstantna	9187,02
Tiphiidae	0,17	Subrecedentna	46,67	Akcesorna	793,39

Ichneumonidae	4,20	Subdominantna	93,33	Eukonstantna	39198,6
Braconidae	0,54	Recedentna	60	Konstantna	3240
Halictidae	0,38	Subrecedentna	73,33	Konstantna	2786,54
Cynipidae	0,02	Subrecedentna	13,33	Slučajna	26,66
Melittidae	0,10	Subrecedentna	46,67	Akcesorna	466,7
Tenthredinidae	0,05	Subrecedentna	20	Slučajna	100
Athalia cordata	0,31	Subrecedentna	40	Akcesorna	1240
Mymaridae	0,23	Subrecedentna	40	Akcesorna	920
Charipinae	0,02	Subrecedentna	2	Slučajna	40
Tomyridae	0,36	Subrecedentna	66,67	Konstantna	1400,12
Proctotrupidae	1,16	Subdominantna	60	Konstantna	6960
Colletidae	0,21	Subrecedentna	40	Akcesorna	840
Cephidae	0,02	Subrecedentna	13,33	Slučajna	26,66
Chrysididae	0,05	Subrecedentna	13,33	Slučajna	66,65
Crabronidae	0,18	Subrecedentna	33,33	Akcesorna	599,94
Sapygidae	0,16	Subrecedentna	20	Slučajna	320
Gasteruptiidae	0,02	Subrecedentna	13,33	Slučajna	26,66
Megalichidae	0,04	Subrecedentna	20	Slučajna	80
Anthidium	0,07	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	186,69
Agonidae	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Apidae	0,07	Subrecedentna	25,67	Akcesorna	189,69
Bombus	0,01	Subrecedentna	6,67	Slučajna	6,67
Vespidae	0,19	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	506,73
Sphecidae	0,06	Subrecedentna	13,33	Slučajna	79,98
Formicidae	0,79	Recedentna	73,33	Slučajna	5793,07
Chrysoperla carnea	0,05	Subrecedentna	20	Slučjna	100
Lepidoptera	1,09	Subdominantna	93,33	Eukonstantna	10172,97
Panorpa	0,10	Subrecedentna	33,33	Akcesorna	333,3
Diptera	0,06	Subrecedentna	13,33	Slučajna	79,98
Empididae	1,53	Subdominantna	73,33	Konstantna	11219,49
Musca	1,92	Subdominantna	86,67	Eukonstantna	16640,64
Hydrotaea	3,34	Subdominantna	100	Eukonstantna	3370394
Psilidae	0,82	Recedentna	66,67	Konstantna	5466,94
Calliphoridae	0,88	Recedentna	40	Akcesorna	3520
Syrphidae	2,47	Subdominantna	86,67	Eukonstantna	21407,49
Piophilidae	0,02	Subrecedentna	6,67	Slučajna	13,34
Chloropidae	0,02	Subrecedentna	6,67	Slučajna	13,34
Dolichopodidae	8,02	Dominantna	66,67	Konstantna	53469,34
Rhinophoridae	0,66	Recedentna	40	Akcesorna	2640
Sarcophagidae	1,10	Subdominantna	46,67	Akcesorna	5133,7
Stratiomydae	0,56	Recedentna	40	Akcesorna	2240
Pipunculidae	0,48	Subrecedentna	40	Akcesorna	1920
Ephydidae	0,16	Subrecedentna	13,33	Slučajna	213,28
Tephritidae	0,08	Subrecedentna	13,33	Slučajna	106,64
Xylophagidae	0,05	Subrecedentna	13,33	Slučajna	66,65
Sciaridae	18,81	Eudominantna	100	Eukonstantna	188100

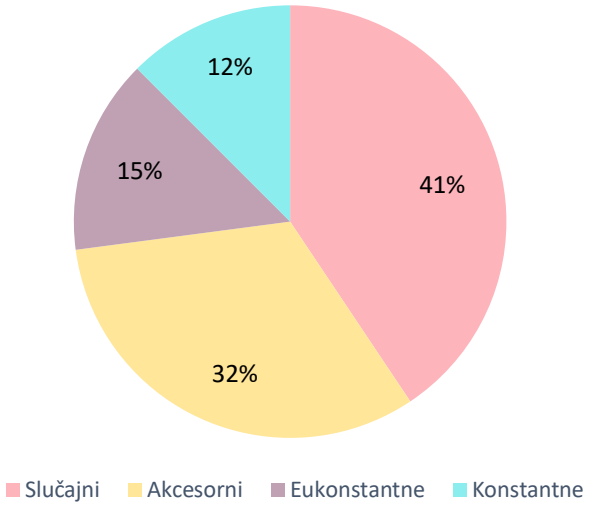
Phoridae	5	Dominantna	93,33	Eukonstantna	46665
Chironomidae	1,47	Subdominantna	66,67	Konstantna	9800,49
Cecidomydae	0,49	Subrecedentna	46,67	Akcesorna	2286,83
Mycetophilidae	0,28	Subrecedentna	33,33	Akcesorna	933,24
Culicidae	0,09	Subrecedentna	40	Akcesorna	360
Tipulidae	0,26	Subrecedentna	40	Akcesorna	1040
Simulidae	1,56	Subdominantna	46,67	Akcesorna	7280,53
Dixidae	0,05	Subrecedentna	26,67	Akcesorna	133,35
Arachnida	0,78	Recedentan	80	Eukonstantan	6240

Na slici 5.1. prikazani su udjeli dominantnosti entomofaune po kategorijama. Prema navedenoj slici vidljivo je da 67 % entomofaune pripada u kategoriju subrecedentnih jedinki, 18 % entomofaune pripada u skupinu subdominantnih jedinki, 10 % entomofaune pripada u skupinu recedentnih jedinki, 3 % entomofaune pripada u skupinu dominantnih jedinki i 2 % entomofaune pripada u skupinu eudominantnih jedinki.



Slika 5.1. Udjeli faune prema kategorijama dominantnosti

Na slici 5.2. prikazani su udjeli učestalosti entomofaune po kategorijama. Prema navedenoj slici vidljivo je da 41 % entomofaune pripada u kategoriju slučajnih jedinki, 32 % entomofaune pripada u kategoriju akcesornih jedinki, 15 % entomofaune pripada u kategoriju eukonstantnih jedinki i 12 % entomofaune pripada u kategoriju konstantnih jedinka.

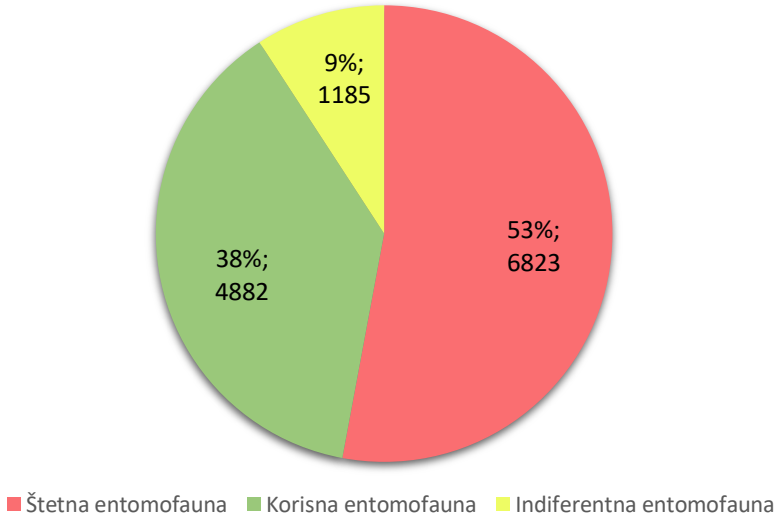


Slika 5.2. Udjeli faune prema kategorijama učestalosti

Sva utvrđena entomofauna svrstana je prema određenim karakteristikama u skupine štetnih jedinki, korisnih i indiferentnih. Od ukupnog broja utvrđene entomofaune (12 890) najveći broj odnosi se na štetne jedinke (6 823 jedinke; 53 %), zatim na korisne jedinke (4 882 jedinki, 38 %) i najmanji na indiferentne jedinke (1 185 jedinki; 9 %) (slika 5.3.). U skupinu štetnih jedinka svrstani su sljedeći redovi/porodice/rodovi/vrste: Thysanoptera, Tingidae, Pentatomidae, *Eurydema*, *Nazara viridula*, *Coreus marginatus*, Aphidoidae, Cicadellidae, Jassidae, *Cercopis sanguinolenta*, *Stictocephala*, Elateridae, *Leptinotarsa decemlineata*, *Phyllotreta*, Curculionidae, Bostrichidae, *Lytta vesicatoria*, Tenthrenidae, *Athalia cordata*, Cephidae, Lepidoptera, Diptera, Empididae, Piophilidae, Ephydridae, Tephritidae, Psilidae, Chloropidae, Sciaridae, Cecydomidae i Tipulidae.

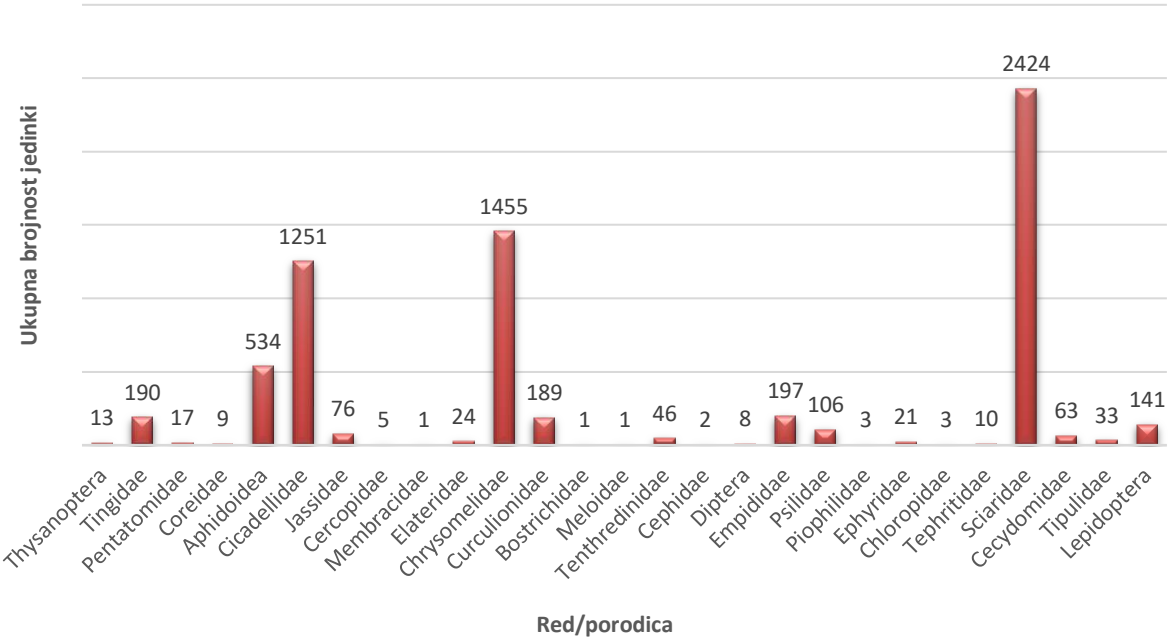
U skupinu korisnih jedinki svrstani su sljedeći redovi/porodice/rodovi/vrste: *Tettigonia viridissima*, Miridae, *Lygus*, Nabidae, Reduviidae, *Bembidion sp*., *Poecilus cupreus*, *Carabus corniceus*, *Brachinus psophia*, *Harpalus rufipes*, Staphylinidae, Cantharidae, Coccinellidae, Hymenoptera, *Platygaster*, Eulophidae, Eupelmidae, Encyrtidae, Drynidae, Tiphidae, Ichneumonidae, Braconidae, Halictidae, Cynipidae, Melittidae, Mymaridae, Charipinaae, Tomyridae, Proctotrupidae, Colletidae, Chrysididae, Crabroidae, Sapygidae, Gasteruptiidae, Megachilidae, *Anthidium*, Agaonidae, Apidae, *Bombus*, Sphecidae, Formicidae, *Chrysoperla carnea,* Calliphoridae, Syrphidae, Rhinophoridae, Sarcophagidae, Pipunculidae, Xylophagidae, Dolichopodidae, Stratiomydae, Phoridae i Arachnida.

U skupinu indiferentnih jedinki svrstani su sljedeći rodovi/porodice/rodovi/vrste: Acrididae, *Forficula auricularia*, Leiodidae, Oedemeridae, Vespidae, *Panorpa, Musca*, *Hydrotaea*, Chironomidae, Mycetophilidae, Culicidae, Simulidae i Dixidae.



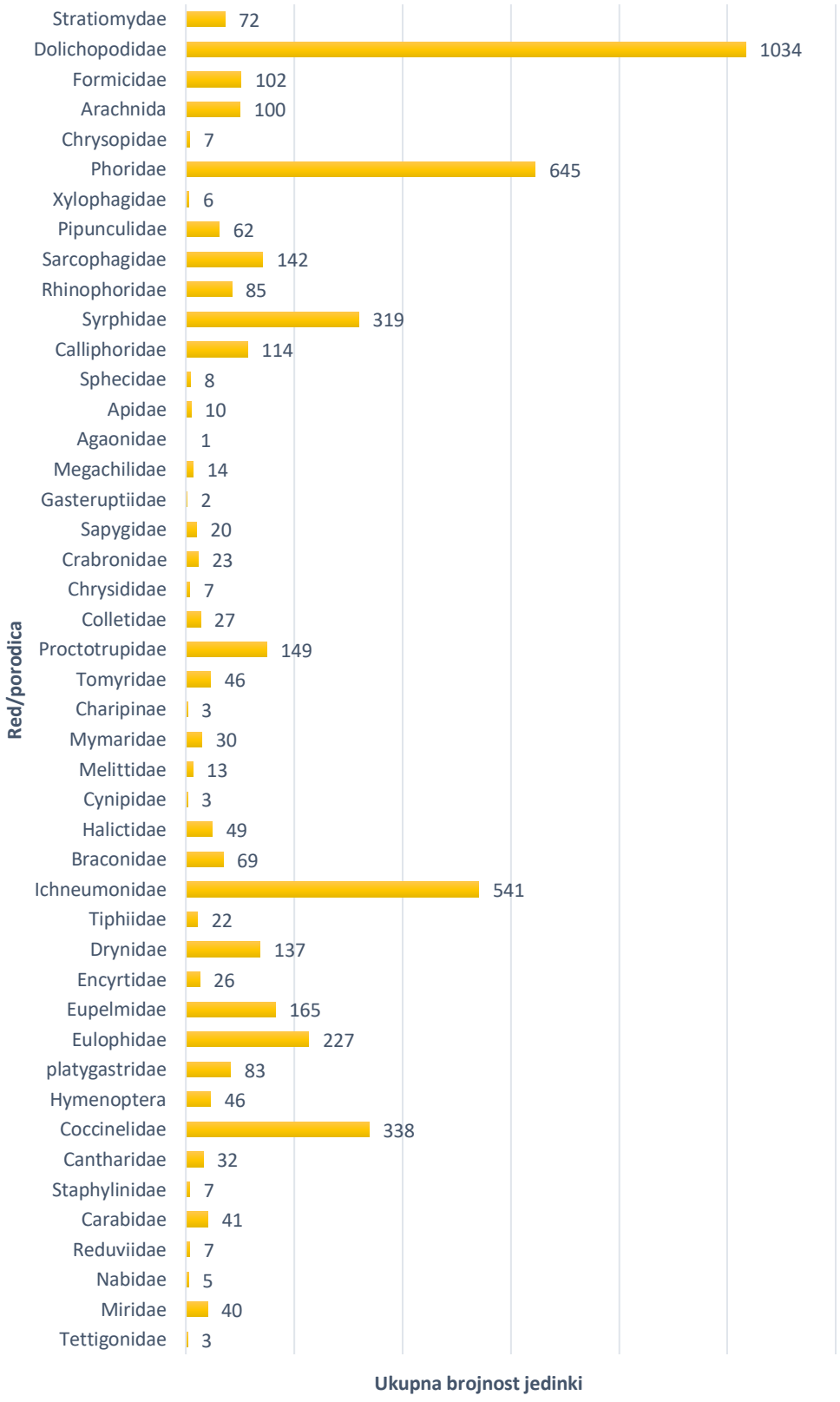
Slika 5.3. Udjeli i brojnost entomofaune svrstane u skupine (štetne, korisne i indiferentne)

Na slici 5.4. prikazana je brojnost reda ili porodice svrstane u štetnu entomofaunu. U skupinu štetnika svrstana su tri reda i 24 porodice. Brojnošću dominiraju jedinke iz porodice Sciaridae, Chrysomelidae, Cicadellidae i Aphidoidea.



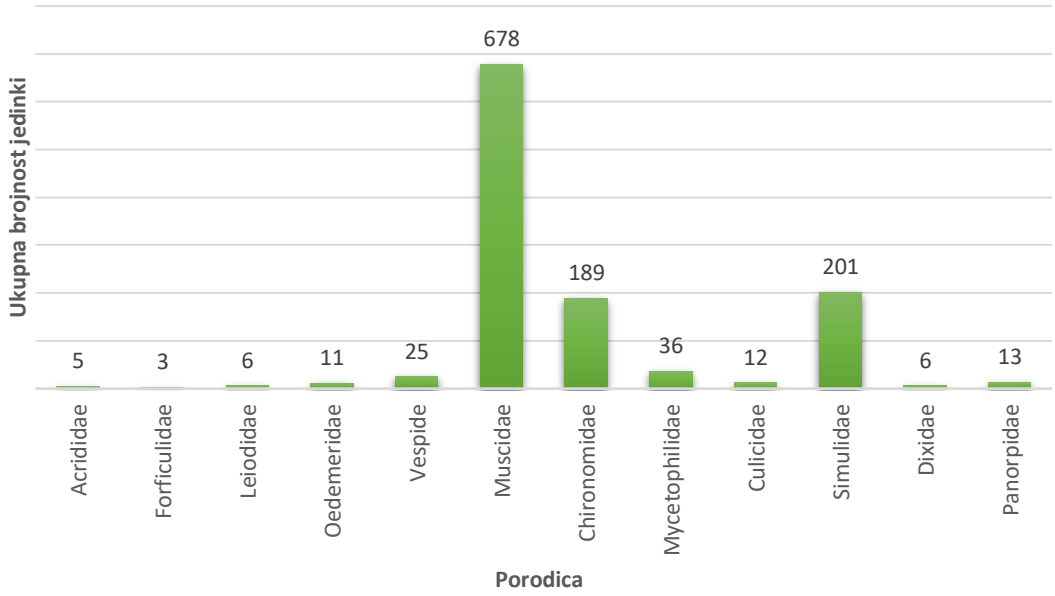
Slika 5.4. Ukupna brojnost prikupljene štetne entomofaune

Na slici 5.5. prikazana je brojnost reda ili porodice svrstane u skupinu korisne faune u uzgoju poljoprivrednih kultura. U ovu skupinu svrstan je jedan red i 44 porodice. Brojnošću se ističu jedinke iz porodice Dolichopodidae, Phoridae, Ichneumonidae, Coccinellidae i Syrphidae.



Slika 5.5. Ukupna brojnost korisne entomofaune

Na slici 5.6. prikazana je brojnost porodica svrstanih u indiferentnu faunu u uzgoju poljoprivrednih kultura. U ovu skupinu svrstano je 12 porodica. Brojnošću dominiraju porodice Muscidae, Simulidae i Chironomidae.



Slika 5.6. Ukupna brojnost indiferentne entomofaune

Krumpir je jedna od najintenzivnijih i najznačajnijih poljoprivrednih kultura (Korunek i Pajić, 2007). Upravo zbog takvog značaja, teži se novijim saznanjima o proizvodnji i većem prinosu, stoga je poznavanje faune krumpira od iznimne važnosti. Osim široke rasprostranjenosti uzgoja krumpira, vrijeme proizvodnje krumpira, koje se proteže od proljeća pa sve do jeseni, utječe na pojavu različite entomofaune. Kroz period vegetacije krumpira, konstantno se javlja nekoliko važnih štetnika (krumpirova zlatica, lisne uši, krumpirov moljac, rovac, hrušt, žičnjaci i sovice pozemljuše (Maceljski, 2002)). Ishranom i aktivnošću na krumpiru, štetnici mogu značajno narušiti kvalitetu gomolja, te uništiti velik dio uroda. Osim štetnika, krumpir nastanjuju i brojne druge vrste, odnosno korisna i indiferentna fauna. Takve vrste imaju važnu ulogu u reguliranju populacije štetnika (Oštrec, 1998). Stoga je poznavanje njihove brojnosti i dinamike pojave značajno. Zbog svega navedenog, ovakav tip istraživanja je od iznimne važnosti.

Zbog široke rasprostranjenosti i brojnosti kukaca (Grimaldi i Engel, 2005 cit. Ćosić, 2011), kao i malog broja takvih istraživanja u RH, cjelokupna fauna na poljoprivrednim područjima nije poznata. Prema literaturi, slično istraživanje provedeno je na strnim žitaricama (Bažok i sur., 2017) i u soji (Gajger, 2011) dok na krumpiru takvo istraživanje nije prije provođeno.

Istraživanje na soji provedeno je 2010. godine na pokušalištu Maksimir. Na soji je praćena štetna, korisna i indiferentna fauna, kao i u ovom istraživanju. Metode praćenja faune razlikuju se od metode korištene u ovom istraživanju. Na soji se fauna pratila pomoću metode „košnje“ kečerom i vizualnim pregledom, a na krumpiru pomoću malaise klopke. Kečer se koristi za hvatanje letećih kukaca i utvrđivanja njihove brojnosti i rasprostranjenosti. Vizualni pregled je metoda koja se najčešće koristi u okopavinskim kulturama, a pregledano je 10 do 20 biljaka u redu. Na soji je ukupno utvrđeno 1 357 jedinki faune. Od toga je 598 jedinki uhvaćeno pomoću metode vizualnog pregleda, a 759 pomoću metode „košnje“ kečerom. U istraživanju na krumpiru ukupno je utvrđeno 12 890 jedinki pomoću malaise klopke. Hvatanje faune pomoću malaise klopke pokazalo se efikasnijom metodom u odnosu na metode vizualnog pregleda i „košnje“ kečerom.

Uhvaćena fauna u oba istraživanja je razvrstana u redove i determinirana do vrste gdje je to bilo moguće. Svakom redu/porodici/rodu ili vrsti je izračunata dominantnost i učestalost, te su sve jedinke svrstane u odgovarajuće kategorije. U istraživanju na soji (Gajger, 2011) najzastupljenije su jedinke iz reda Hemiptera (818 jedinki), a u ovom istraživanju jedinke iz reda Diptera (6 469). Na soji je ukupno utvrđeno 1 411 štetnih jedinki (tri reda, četiri porodice i 13 vrsta) i 70 korisnih jedinki (dvije porodice i dvije vrste), dok je na krumpiru utvrđeno 6 823 štetnih jedinki (tri reda, 19 porodica, šest rodova i šest vrsti), 4 882 korisne jedinke (jedan red, 40 porodica, četiri roda i sedam vrsti) i 1 185 indiferentnih jedinka (devet porodica, tri roda i jedna vrsta). Štetnik koji se brojnošću ističe na soji je vrsta *Nazara viridula* (653 jedinke), dok se na krumpiru ističu štetne porodice Sciaridae (2 424 jedinke) i Chrysomelidae (1 455 jedinki). Najzastupljenije korisne jedinke na soji su jedinke vrste *Nabis ferus* (55 jedinki), a na krumpiru su to jedinke iz porodica Dolichopodida (1 034 jedinke).

U istraživanju na žitaricama (Bažok i sur., 2017) pokus je proveden na: pšenici (*Triticum aestivum* L.), ječamu (*Hordeum vulgare* L.), zobi (*Avena sativa* L.), raži (*Secale cereale* L.) i pšenoraži (*Triticale hexaploide* Lart.). Istraživanje na žitaricama razlikuje se od ovog istraživanja jer je praćena raznolikost i brojnost samo štetnih vrsta. Također, razlikuje se i po metodama praćenja faune. Za praćenje štetnika na žitaricama korištene su dvije metode, metoda „košnje“ kečerom i vizualan pregled, dok je na krumpiru korištena malaise klopka. Vizualnim pregledom pregledavane u biljke u okviru 1 m^2. U odnosu na metodu vizualnog pregleda, više jedinki uhvaćeno je pomoću entomološke mreže. U usporedbi vizualnog pregleda, košnje kečerom i malaise klopke, malaise klopka ponovno se pokazala kao najučinkovitija metoda hvatanja leteće entomofaune.

Na žitaricama je ukupno utvrđena jedna porodica, dva roda i sedam vrsti štetnih jedinka, a na krumpiru tri reda, 19 porodica, tri roda i šest vrsti štetnih jedinka. Brojnošću se na žitaricama ističu dva štetnika, *Oulema melanopus* (oko 325 jedinki na zobi) i *Phyllotreta vitulla* (oko 240 jedinki na pšenoraži). Brojnošću se na krumpiru ističu dvije štetne porodice: Sciaridae (2 424 jedinke) i Chrysomelidae (1 455 jedinki).

Od ukupnog broja utvrđene entomofaune (12 890) najveći broj čine štetne jedinke (6 823 jedinke; 53 %), zatim korisne jedinke (4 882 jedinki; 38 %) i najmanje je indiferentne faune (1 185 jedinki; 9 %). Ovakav rezultat ukazuje na velik broj štetnih jedinki, ali i na poveći broj korisnih jedinki. Od ukupnog broja štetnika u uzgoju poljoprivrednih kultura, manji broj odnosi se na standardne štetnike krumpira (npr. krumpirova zlatica). Velik broj korisnih jedinki znak je prirodne regulacije svih štetnika, odnosno interspecijskih odnosa što za poljoprivrednu proizvodnju ima velik značaj.

6. Zaključci

- Ukupna brojnost entomofaune prikupljene tijekom istraživanja iznosila je 12 890 jedinki. Najveći udio prikupljene faune činili su pripadnici razreda Insecta, njih 12 790. Osim pripadnika razreda Insecta, utvrđeni su pripadnici razreda Arachnida i to u brojnosti od 100 jedinki.
- Prikupljenu faunu razreda Insecta činilo je više različitih redova, ukupno njih 10 (Orthoptera, Thysanoptera, Dermaptera, Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Neuroptera, Mecoptera, Lepidoptera).
- Najveću brojnost prikupljene faune razreda Insecta činile su jedinke reda Diptera (6 469 jedinki), a unutar tog reda najvećom brojnošću ističu se porodica Sciaridae (2 424 jedinke) i porodica Dolichopodidae (1 034 jedinke).
- Nakon izračunate dominantnosti, redovi/porodice/rodovi/vrste ulovi su svrstani u odgovarajuće grupe. 67 % entomofaune pripada u kategoriju subrecedentnih jedinki, 18 % entomofaune pripada u skupinu subdominantnih jedinki, 10 % entomofaune pripada u skupinu recedentnih jedinki, 3 % entomofaune pripada u skupinu dominantnih jedinki i 2 % entomofaune pripada u skupinu eudominantnih jedinki.
- Nakon izračunate učestalosti, redovi/porodice/rodovi/vrste ulovi su svrstani u odgovarajuće grupe. 41 % entomofaune pripada u kategoriju slučajnih jedinki, 32 % entomofaune pripada u kategoriju akcesornih jedinki, 15 % entomofaune pripada u kategoriju eukonstantnih jedinki i 12 % entomofaune pripada u kategoriju konstantnih jedinki.
- Sva utvrđena entomofauna svrstana je prema određenim karakteristikama u skupine štetnih jedinki, korisnih i indiferentnih. Od ukupnog broja utvrđene entomofaune najveći broj odnosi se na štetne jedinke (6 823 jedinke; 53 %), zatim na korisne jedinke (4 882 jedinki, 38 %) i najmanji na indiferentne jedinke (1 185 jedinki; 9 %).
- U skupinu štetnika u uzgoju poljoprivrednih kultura svrstana su 3 reda i 24 porodice. Brojnošću dominiraju jedinke iz porodice Sciaridae (2 424 jedinke), Chrysomelidae (1 455 jedinki), Cicadellidae (1 251 jednka) i Aphidoidea (534 jedinke).
- U skupinu korisne entomofaune u uzgoju poljoprivrednih kultura svrstan je 1 red i 44 porodice. Brojnošću se ističu jedinke iz porodice Dolichopodidae (1 034 jedinki), Phoridae (646 jedinki), Ichneumonidae (541 jedinka), Coccinellidae (339 jedinki) i Syrphidae (319 jedinki).
- U skupinu indiferentne entomofaune u uzgoju poljoprivrednih kultura svrstano je 12 porodica. Brojnošću dominiraju porodica Muscidae (678 jedinki), Simulidae (201 jedinka) i Chironomidae (189 jedinki).
- Rezultati pokazuju kako je malaise klopka vrlo učinkovita u praćenje entomofaune ratarskih kultura, te daje dobro sliku prisute štetne, korisne i indiferentne faune u određenom sustavu.

7. Popis literature

1. Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Castaldo, C., Rogers, D., Mahoney, M., Wollam, J. (2007). Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata.* Pest Management Science, 63: 32-41.
2. APRD (2020). *Leptinotarsa decemlineata*. Arthropod Pest Resistance Database. https://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=141 Pristupljeno: 15.6.2020.
3. Balarin, I. (1974). Fauna Heteroptera na krmnim leguminozama i prirodnim livadama u SR Hrvatskoj. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
4. Bažok, R. (2009). Osnove zaštite bilja od štetnika – dio entomologija. Skripta za studente Agronomskog fakulteta u Zagrebu, Zagreb.
5. Bažok, R. (2013). Krumpirova zlatica – *Leptinotarsa decemlineata* Say. Glasilo biljne zaštite, 4: 282-288.
6. Bažok, R., (2007). Žičnjaci. Glasilo biljne zaštite, 5: 339-344.
7. Bažok, R., Figurić I., Deak, L., Gluckselig, B., Kolenc, M., Lemić, D., Čačija, M. (2017) Pojava štetnika na usjevima strnih žitarica u sjeverozapadnoj Hrvatskoj tijekom 2016. godine. Glasilo biljne zaštite, 6: 567-579.
8. Bažok, R., Lemić, D., Čačija, M., Drmić, Z. (2018). Ekonomski prag štetnosti i prag odluke (kritični broj) na primjeru žičnjaka i lisnih sovica. Glasilo biljne zaštite, 5: 500-513.
9. Booth, R. B., Cox, M. I., Madge, R. B. (1990). Iig guides insects of importance to man. 3. Coleoptera, London, CAB International Wallingford UK.
10. Broad, G. (2011). Identification key to the subfamilies of *Ichneumonidae* (Hymenoptera). Department of Entomology, London. Dostupno na: https://quelestcetanimal-lagalerie.com/wp-content/uploads/2017/01/Ichneumonidae_subfamily_key.pdf Pristupljeno: 6.6.2020.
11. Buturac, I. (2013). Gospodarska važnost, hranidbena vrijednost, proizvodnja i potrošnja krumpira u svijetu i u nas. Glasilo biljne zaštite, 4: 256-270.
12. Buturac, I., Bolf, M. (2000). Proizvodnja krumpira. Hrvatski združeni savez, Zagreb.
13. Čačija, M. (2015). Distribucija i dominantnost imaga i ličinki vrsta roda *Agriotes* (Coleoptera: Elateridae) u kontinentalnoj Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
14. Ćosić, J. (2011). Evolucija leta kukaca. Seminarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.
15. DrawWing.org for insects identification (2020) http://drawwing.org/insects/hymenoptera/ichneumonidae?page=1 Pristupljeno: 17.7.2020.
16. FaoStat (2020). http://www.fao.org/faostat/en/?fbclid=IwAR0uf4Sg_SUhMkg_Dclhz7eCO3CY-FtvF-2CUSzntncJdkjzixTYxQePmd0#data/QC Pristupljeno: 7.6.2020.

17. Franin, K., Barić, B. (2011). Uloga ekološke infrastrukture u biološkom suzbijanju poljoprivrednih štetnika. Glasnik biljne zaštite, 4: 14-21.
18. Franin, K., Barić, B. (2012). Korisne stjenice (Heteroptera) u poljoprivredi. Entomologia Croatica, 16 (1-4): 61-80.
19. Frolov, A. N. (2015). *Gryllotalpa gryllotalpa* (L.) - Common Mole Cricket. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Dostupno na: http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Gryllotalpa_gryllotalpa/index.html Pristupljeno: 6.6.2020.
20. Gajger, A. (2011). Korisna i štetna entomofauna soje. Diplomski rad. Agronomski fakultet, Zagreb.
21. Glasnik zaštite bilja (2001). Krumpir. Glasnik zaštite bilja, 1: 50-55
22. Gotlin Čuljak, T., Juran, I. (2016). Poljoprivredna entomologija – sistematika kukaca. Radin, Zagreb.
23. Goulet, H., Hubert, J. T. (1993). Hymenoptera of the world: An identification guide to famihes. Centre for Land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario. Dostupno na: http://esc-sec.ca/wp/wp-content/uploads/2017/03/AAFC_hymenoptera_of_the_world.pdf Pristupljeno: 6.6.2020.
24. Gugić, J., Zrakić, M., Tomić, M., Šuste, M., Gegić, I., Franjkić, D. (2014). Stanje i tendencija proizvodnje i potrošnje krumpira u Republici Hrvatskoj. Zbornik radova 49. hrvatskog i 9. međunarodnog simpozija agronoma, 135-139.
25. Hein, L. G. (2020). Use of Predators to Control Insect Pests in Potato. University of Nebraska-Lincoln. Institute of Agriculture and Natural Resources, Nebraska. Dostupno na: https://cropwatch.unl.edu/potato/colo_potato_beetle Pristupljeno: 6.6.2020.
26. Huiting, H. F., Moraa, L. G., Griepink, F. C., Ester, A. (2006). Biology, control and luring of the cockchafer, *Melolontha melolontha*. Applied Plant Research, Research Unit AGV.
27. Ivezić, M. (2008). Entomologija – kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultetu Osijeku, Osijek.
28. Kennedy, G. G. (2009). Chapter 57 – Colorado Potato Beetle. Encyclopedia of insects, 2: 212-213.
29. Kerbtier.de beetle fauna of Germany (2020) https://www.kerbtier.de/enindex.html?fbclid=IwAR1FI9SxTPWsqGcG8B8e520pSs9VRwASb7bs8WJnlCLPvTLN1O4MfPMhtUo Pristupljeno: 17.7.2020.
30. Kereši, T., Konjević, A., Popović, A. (2019). Posebna entomologija 2. Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Novi sad.
31. Korunek, I., Pajić, S. (2007). Agrotehnika proizvodnje merkantilnog krumpira. Glasnik zaštite bilja, 3: 4-11.
32. Kozina, A., Bažok, R. (2013). Žičnjaci i sovice pozemljuše u krumpiru. Glasilo biljne zaštite, 13(4): 289-296.
33. Krčmar, S. (2011). Ekološki čimbenici. Nastavni materijal, Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek. Dostupno na: http://biologija.unios.hr/webbio/wp-

content/uploads/2013/nastavni_materijali/5.ekoloski_cimbenici.ppt Pristupljeno: 10.8.2020.
34. Krčmar, S. (2014). Biotički čimbenici. Predavanje iz ekologije životinja (5. predavanje), Odjel za biologiju, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek. Dostupno na: http://biologija.unios.hr/webbio/wp-content/uploads/2013/nastavni_materijali/bioticki.cimbenici.ppt Pristupljeno: 15.6.2020.
35. Lemić, D. (2013). Krumpirov moljac *Phthorimea operculella* Zell. Glasilo biljne zaštite, 13(4): 302-305.
36. Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Herak Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016). Povrćarstvo – 3. dopunjeno izdanje. Zrinski, Čakovec.
37. Maceljski, M. (2002). Poljoprivredna entomologija. Zrinski, Čakovec.
38. Maceljski, M., Cvjetković, B., Ostojić, Z., Igrc Barčić, J., Pagliarinti, N., Oštrec, Lj., Barić, K., Čizmić, I. (2004). Štetočinje povrća – s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Zrinski, Čakovec.
39. Maceljski, M., Igrc Barčić, J. (2001). Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski, Čakovec.
40. Martin, N. A. (2016). Two-spotted ladybird - *Adalia bipunctata*. Interesting Insects and other Invertebrates. New Zealand Arthropod Factsheet Series Number 37. http://nzacfactsheets.landcareresearch.co.nz/Index.html. Date Accessed. ISSN 1179-643X. Pristupljeno: 10.6.2020.
41. Menta, C. (2012). Soil Fauna Diversity - Function, Soil Degradation, Biological Indices, Soil Restoration. Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World, Gbolagade Akeem Lamee. IntechOpen. DOI: 10.5772/51091. Available from: https://www.intechopen.com/books/biodiversity-conservation-and-utilization-in-a-diverse-world/soil-fauna-diversity-function-soil-degradation-biological-indices-soil-restoration Pristupljeno:10.6.2020.
42. Oldroyd, H. (2012). Handbooks for the identification of British insects: Diptera. Royal Entomological Society, London. Dostupno na: https://www.royensoc.co.uk/sites/default/files/Vol09_Part01.pdf
43. Oštrec, Lj. (1998). Zoologija: štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski, Čakovec.
44. Oštrec, Lj., Gotlin Čuljak, T. (2005). Opća entomologija. Zrinski, Čakovec.
45. Pokos, V. (2016). Poljoprivreda i očuvanje prirode. Glasnik zaštite bilja, 5: 4-13
46. Pospišil, A. (2010). Ratarstvo I. dio. Zrinski, Čakovec.
47. Potato Grower (2016). TOP 5 Beneficial Insects. Potato Grower – Serving The National Potato Industry. Volume 45, Issue 5. Dostupno na: http://read.uberflip.com/i/670900-pg0516/14 Pristupljeno: 10.6.2020.
48. Raspudić, E., Jurković, D., Vrandečić, K., Štefanić, E., Šamota, D., Baličević, R., Rozman, V., Liška, A. i Ranogajec, Lj. (2009). Najznačajniji štetnici, bolesti i korovi u uzgoju povrća. Kromopak, Valpovo.

49. Rondon, I., S., Goa, Y. (2018). The Journey of the Potato Tuberworm Around the World. Moths - Pests of Potato, Maize and Sugar Beet. Farzana Khan Perveen, IntechOpe., DOI: 10.5772/intechopen.81934. Dostupno na: https://www.intechopen.com/books/moths-pests-of-potato-maize-and-sugar-beet/the-journey-of-the-potato-tuberworm-around-the-world Pristupljeno: 15.6.2020.
50. Schmidt, L. (1970). Tablice za determinaciju insekata. Interne skripte Zavoda za poljoprivrednu zoologiju, Agronomski fakultet Zagreb.
51. Sortna lista Republike Hrvatske (2020). Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu. Centar za sjemenarstvo i rasadničarstvo, Osijek. https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2020/07/Sortna-lista-Republike-Hrvatske-2.7.2020.pdf Pristupljeno: 11.9.2020.
52. Statistički ljetopis Republike Hrvatske (2018). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2018/sljh2018.pdf Pristupljeno: 7.6.2020.
53. Ševar, M. (2004). Upoznajmo korisne kukce! Očuvajmo biološku ravnotežu! Zlatooka. Hrvatski zavod za savjetodavnu službu, Zagreb. Dostupno na: https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/zlatooka_web.pdf
54. Turpeau, E., Hullé, M., Chaubet, B. (2011a). *Adalia decempunctata* (Linné, 1758) Ten-spot ladybird. INRAE. Dostupno na: https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Insect-predators/Coleoptera-Coccinellidae/Adalia-decempunctata Pristupljeno: 15.7.2020.
55. Turpeau, E., Hullé, M., Chaubet, B. (2011b). *Propylea quatuordecimpunctata* (Linné, 1758) Fourteen-spot ladybird. INRAE. Dostupno na: https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons_eng/Species/Insect-predators/Coleoptera-Coccinellidae/Propylea-quatuordecimpunctata Pristupljeno: 15.7.020.
56. Varvara, M., Zamfirescu, Ş. T. R., Neacşu, V. (2001). Lucrări practice de ecologie – manual. Ed. Univ. Al. I. Cuza, Iaşi.

Životopis

Kristina Žganec rođena je 10. rujna 1996. u Varaždinu. Osnovnu školu završila je u Svetom Đurđu, a srednjoškolsko obrazovanje na Vinici. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, smjer Zaštita bilja završila je 2018., te tada upisuje diplomski studij Fitomedicina. Kroz diplomski studij bila je član Entomološke grupe. Kao član grupe stekla je dobre komunikacijske i kreativne vještine, nova znanja o kukcima i izradi zbirke kukaca. Također, kao član grupe napisala je dva članka za Gospodarski list (Kraljevski golijat (*Goliathus regius*) i 11 zanimljivosti o leptirima).

2018. godine sudjeluje na 17th meeting of the IOBC/wprs Working Group „Integrated Control on Oilseed Crops“ sa studentskim posterom na temu: Pests of stored oil crops.

Član je Hrvatskog društva biljne zaštite. Na seminaru biljne zaštite 2019. predstavlja studentski poster na temu: Skladišni štetnici na žitaricama u skladišnim objektima pokušališta Šašinovečki Lug). Na seminaru biljna zaštite 2020. predstavlja studentski poster na temu Utjecaj predsjetvene obrade tla na prizemnu faunu soje. Na istom seminaru dobiva nagradu za uspjeh tijekom studiranja.

Kroz osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje učila je njemački jezik, a sada aktivno uči engleski. Osposobljena je za vozača B kategorije.