



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Štefka Slanič

Medonosne in divje čebele v ekološkem
nasadu jablan

Diplomsko delo

Maribor, februar 2021



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Štefka Slanič

Medonosne in divje čebele v ekološkem
nasadu jablan

Diplomsko delo

Maribor, februar 2021

Popravki

Medonosne in divje čebele v ekološkem nasadu jablan

Diplomsko delo

Študentka: Štefka Slanič
Študijski program: Visokošolski strokovni, študijski program
Vinogradništvo, vinarstvo in sadjarstvo
Predsednik: red. prof. dr. Stanislav Tojnko
Mentor: viš. pred. mag. Andrej Vogrin
Somentor: doc. dr. Danilo Bevk
Član: red. prof. dr. Aleš Gregorc
Lektorica: dr. Alenka Čuš

CC BY-ND 4.0

Zaključno delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Delo je nastalo v sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za biologijo v Ljubljani.

Medonosne in divje čebele v ekološkem nasadu jablan

Ključne besede: oprraševanje, jablane, ekološka pridelava

UDK: 634.11:631.527.82:631.147:638.1(043.2)=163.6

Izvleček

Raziskovalno delo je potekalo leta 2019 v ekološkem nasadu jablan (*Malus domestica* B.) Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede, Univerze v Mariboru. Nasad sorte 'Topaz' je posajen na lokaciji Log v bližini Maribora. Pestrost opráševalcev na cvetovih jablane smo opazovali tri zaporedne dni v mesecu aprilu. Vzorčenje smo opravljali z lovljenjem opráševalcev s plastičnimi vrečkami in lovljenjem z različnimi barvnimi krožniki (bel, moder, rumen). Rezultati so pokazali, da je najpogostejši opráševalec jablane medonosna čebela (*Apis mellifera*), velik delež opráševalcev pa predstavljajo divje čebele (čebele samotarke in čmrlji). V rumene barve krožnikov kot vabe se je ulovilo največje število opráševalcev jablan. V to barvo krožnikov se je ulovilo največ čebel samotark.

Honey Bees and Wild Bees in an Organic Apple Orchard

Keywords: pollination, apple trees, organic production

UDC: 634.11:631.527.82:631.147:638.1(043.2)=163.6

Abstract

The research took place in 2019 in the organic apple orchard (*Malus domestica B.*) of the Faculty of Agriculture and Life Sciences, University of Maribor. The 'Topaz' plantation is located in Log near Maribor. The variety of pollinators on apple blossoms was observed for three consecutive days in the month of April. Sampling was performed by catching the pollinators with plastic bags and with different colored plates (white, blue, yellow). The results showed that the most common pollinator of apple trees is the honey bee (*Apis mellifera*), and a large proportion of pollinators are wild bees (solitary bees and bumblebees). The largest number of apple pollinators was caught on the yellow plates placed as a bait. On this color of plates solitary bees were caught the most.

IZJAVA O AVTORSTVU IN ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA

Priloga 6 – IZJAVA O AVTORSTVU IN ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA

UNIVERZA V MARIBORU
Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
(Ime članice UM)

IZJAVA O AVTORSTVU IN ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE OBLIKE ZAKLJUČNEGA DELA

Ime in priimek študent-a/-ke: Štefka Slanič

Študijski program: VINOGRADNIŠTVO, VINARSTVO IN SADJARSTVO

Naslov zaključnega dela: Medonosne in divje čebele v ekološkem nasadu jablan

Mentor: Andrej Vogrin

Somentor: Danilo Bevk

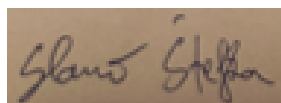
Podpisan-i/-a študent/-ka Štefka Slanič

- izjavljam, da je zaključno delo rezultat mojega samostojnega dela, ki sem ga izdelal/-a ob pomoči mentor-ja/-ice oz. somentor-ja/-ice;
- izjavljam, da sem pridobil/-a vsa potrebna soglasja za uporabo podatkov in avtorskih del v zaključnem delu in jih v zaključnem delu jasno in ustrezno označil/-a;
- na Univerzo v Mariboru neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico ponuditi zaključno delo javnosti na svetovnem spletu preko DKUM; sem seznanjen/-a, da bodo dela deponirana/objavljena v DKUM dostopna široki javnosti pod pogoji licence Creative Commons BY-NC-ND, kar vključuje tudi avtomatizirano indeksiranje preko spleta in obdelavo besedil za potrebe tekstovnega in podatkovnega rudarjenja in ekstrakcije znanja iz vsebin; uporabnikom se dovoli reproduciranje brez predelave avtorskega dela, distribuiranje, dajanje v najem in priobčitev javnosti samega izvirnega avtorskega dela, in sicer pod pogojem, da navedejo avtorja in da ne gre za komercialno uporabo;
- dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v zaključnem delu in tej izjavi, skupaj z objavo zaključnega dela;
- izjavljam, da je tiskana oblika zaključnega dela istovetna elektronski obliki zaključnega dela, ki sem jo oddal/-a za objavo v DKUM.

Uveljavljam permissivnejšo obliko licence Creative Commons: CC BY-ND 4.0 (navedite obliko)

Datum in kraj: Maribor, 08.02.2021

Podpis študent-a/-ke:



Kazalo vsebine

1	UVOD.....	1
1.1	Namen, cilj in hipoteze raziskave	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	Pridelava sadja.....	2
2.1.1	Pridelava jabolk.....	2
2.1.2	Ekološka pridelava jabolk.....	3
2.2	Jablana (<i>Malus domestica B.</i>).....	5
2.2.1	Cvet in cvetenje.....	6
2.2.2	Opraševanje	7
2.2.3	Opraševanje jablan	8
2.3	Opraševalci sadja in jablan.....	9
2.3.1	Medonosna čebela (<i>Apis mellifera</i>)	11
2.3.2	Divje čebele.....	13
2.3.3	Čmrlji (<i>Bombus</i>).....	14
2.3.4	Drugi opraševalci	16
2.4	Raziskave o opraševalcih jablan	18
3	MATERIALI IN METODE DELA.....	20
3.1	Lokacija in zasnova poskusa	20
3.2	Sorta 'Topaz'	20
3.3	Izvedba poskusa.....	21
3.3.1	Metoda lovljenja z barvnimi krožniki.....	22
3.3.2	Metoda lovljenja na cvetovih s plastičnimi vrečkami	24
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	25
4.1	Število vrst čebel.....	25
4.2	Struktura ulovljenih čebel v pasteh in na cvetovih	25
4.3	Delež ulovljenih čebel po posameznih dnevih	30
5	SKLEPI	33
6	VIRI IN LITERATURA.....	34

Kazalo slik

Slika 1: Cvet jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)	7
Slika 2: Medonosna čebela na cvetu jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)	12
Slika 3: Ulovljena divja čebela (Vir: Štefka Slanič, 2019)	14
Slika 4: Lovljenje čmrlja s plastično vrečko (Vir: Štefka Slanič, 2019)	16
Slika 5: Metulj na cvetu jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)	18
Slika 6 : Nasad, kjer smo izvedli poskus (Vir: Štefka Slanič, 2019)	20
Slika 7: Minimalni in maksimalni termometer (Vir: Štefka Slanič, 2019)	21
Slika 8: Evidenčni list s podatki (Vir: Štefka Slanič, 2019)	22
Slika 9: Zbiranje vzorca s pinceto (Vir: Štefka Slanič, 2019)	23
Slika 10: Shranjevanje vzorca v plastičnih posodah (Vir: Štefka Slanič, 2019)	23
Slika 11: Lovljenje oprševalcev s plastičnimi vrečkami (Vir: Štefka Slanič, 2019)	24

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Deleži ulovljenih oprševalcev na cvetovih in v krožnikih	26
Grafikon 2: Deleži ulovljenih oprševalcev na cvetovih	26
Grafikon 3: Skupno število ujetih oprševalcev na cvetovih in barvne krožnike	26
Grafikon 4: Deleži ulovljenih oprševalcev v barvne krožnike	27
Grafikon 5: Število ulovljenih oprševalcev v barvne krožnike	28
Grafikon 6: Delež ulovljenih oprševalcev na cvetovih po posameznih dnevih	31
Grafikon 7: Delež ulovljenih oprševalcev v barvne krožnike po dnevih	32

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Število identificiranih vrst in osebkov čebel ulovljenih na cvetovih in po posameznih pasteh	28
Preglednica 2: Čebele, ujete le v določeno vrsto pasti (cvetovi, krožniki)	30
Preglednica 3: Število ulovljenih oprševalcev v barvne krožnike po dnevih	32

1 UVOD

V Sloveniji ima sadjarstvo zelo pomembno vlogo in velik potencial za nadaljnji razvoj, saj ima sadje ključno mesto tudi v zdravi prehrani. Najpogostejša sadna vrsta je jablana in predstavlja 2.355 ha površin v Sloveniji (GOV.SI, 2020b).

Opraševanje žuželk spada med najpomembnejše ekosistemske storitve, pomembne tako za delovanje naravnih kot tudi kmetijskih ekosistemov. Kar 78 % divjih rastlin potrebuje opraševanje žuželk, od tega pa je prav tako odvisnih 84 % kmetijskih rastlin v Evropi (Potts et al., 2015). Od opraševanja je odvisna tudi kakovost pridelka in ne samo njegova količina (Garratt et al., 2014; Hoehn, Tschardtke, Tylianakis & Steffan-Dewenter, 2008).

V Sloveniji je poznanih 563 čebeljih vrst (Gogala, 2014). Najpogostejši gojen opraševalec je medonosna čebela (McGregor, 1976). Ne oprašujejo pa samo medonosne čebele, ampak tudi divji opraševalci (Bevk, 2018). Najpomembnejše med njimi so divje čebele, kamor spadajo čmrlji in čebele samotarke. Pri opraševanju imajo veliko vrednost tudi muhe trepetavke (de Groot & Bevk, 2012; Orford, Vaughan & Memmott, 2015). K opraševanju pa manjši delež prispevajo ostale žuželke, kot so metulji, nekateri hrošči in ose (Abrol, 2012).

1.1 Namen, cilj in hipoteze raziskave

Cilj raziskave je ugotoviti pestrost opraševalcev na sadnem drevju (jablani) ter kateri so njegovi najpomembnejši opraševalci.

Namen tega dela je preučiti vpliv vremenskih pogojev na opraševanje ter pojav posameznih opraševalcev. Preizkusili smo tudi metodo lovljenja opraševalcev s plastičnimi vrečkami in barvnimi krožniki.

Hipoteza 1: Aktivnost opraševalcev je odvisna od vremena.

Hipoteza 2: Najpogostejši opraševalec jablane je medonosna čebela.

Hipoteza 3: Največji ulov opraševalcev je v rumenih krožnikih.

2 PREGLED OBJAV

2.1 Pridelava sadja

Sadjarstvo v Sloveniji predstavlja zelo pomembno vlogo in za nadaljnji razvoj ima velik potencial, saj ima sadje ključno mesto tudi v zdravi prehrani. Sadje pridelujemo v intenzivnih nasadih na 4.124 ha in v ekstenzivnih nasadih na 6.450 ha. V intenzivnih sadovnjakih največ pridelujemo jabolane, gre za kar 58 % celotne pridelave sadja, vendar pa se delež površin jablan zmanjšuje že od leta 2007. Najpomembnejša sadna vrsta pri nas so še vedno jabolane; delež hrušk, breskev in nektarin pa se zmanjšuje. Površine lupinarjev, jagodičja, koščičarjev (marelice, češnje, slive, češplje) in sredozemskih vrst sadja (kaki) pa se povečujejo. Na letni pridelek sadja vplivajo tudi vremenske razmere, kot so suša, pozeba, toča itd. Leta 2016 in 2017 je bila v ekstenzivnih in intenzivnih sadovnjakih zaradi spomladanske pozebe letina sadja najmanjša po letu 1991 (GOV.SI, 2020b).

V Sloveniji imamo v uporabi 477.196 ha kmetijskih zemljišč, od tega je 27.783 trajnih nasadov, ki vključujejo sadovnjake, vinograde, oljčnike, drevesnice, trsnice in matičnjake (SURS, 2018). Po podatkih iz leta 2017 je v Evropi največja proizvajalka sadja Španija s 422.800 ha, sledi ji Italija s 279.300 ha in nato Poljska s 167.300 ha (Eurostat, 2019).

2.1.1 Pridelava jabolk

Jablana je v Sloveniji najpogostejša sadna vrsta, intenzivni sadovnjaki obsegajo 2.355 ha površin. Prevladujoče sorte so 'Idared' (23 %), 'Zlati delišes' (15 %), 'Gala' (12 %) in 'Jonagold' (12 %) (KGZS, 2017). V Sloveniji je pridelek sadja v intenzivnih sadovnjakih 87.000 ton (SURS, 2018).

Tudi v Evropi je najpogostejša sadna vrsta. Po podatkih iz leta 2017 je skupna površina sadovnjakov v Evropi 1,3 milijone ha, od tega je 473.500 ha nasadov jablan. V Evropski uniji je

največja pridelovalka jabolk Poljska s 160.800 ha, sledi ji Italija s 55.800 ha in nato Romunija s 55.100 ha (Eurostat, 2019).

Poljska, ki je na prvem mestu je pridelala v letu 2018 skoraj 4 milijone ton jabolk. Slovenija pa 86,59 tisoč ton in je na sedemnajstem mestu (Statista, 2018).

V letu 2019/2020 je Evropska unija pridelala 11,48 milijonov ton jabolk (Statista, 2020).

2.1.2 Ekološka pridelava jabolk

Ekološko kmetijstvo je način kmetovanja, ki ob pridelavi visoko kakovostne in varne hrane pomembno prispeva k zagotavljanju javnih dobrin, ohranjanju kulturne kmetijske krajine in varovanju celotnega okolja (GOV.SI, 2020a). Je zakonsko urejena z uredbo Evropske skupnosti in s tem so urejeni vsi pridelovalni in predelovalni predpisi, etiketiranje, kontrolni sistem in uvoz iz tretjih dežel (Lind et al., 2001).

V Sloveniji se je začela ekološka pridelava z razmnoževanjem odporne sorte 'Topaz' v Sadjarski zadrugi Artič leta 1997 (Lind et al., 2001). Leta 1988 so se v Sloveniji pojavile prve kontrolirane ekološke kmetije. 2001 smo v Sloveniji dobili Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oz. živil. Poleg izraza ekološko kmetijstvo, se v splošni rabi jezika uporabljajo tudi izrazi biološko in organsko kmetijstvo (Godič, 2011). Vodilna sektorja v Evropi sta sadje in zelenjava. Predstavljata približno 30 % in od ostalih sektorjev naraščata hitreje. Iz celotnega trga hrane predstavlja ekološka pridelava 1–3 %. Nacionalni cilji v Evropski uniji so do 10 % ekološke pridelave, v Sloveniji do 15 %. Bolj variabilen je pridelek pri ekološki pridelavi, saj je odvisen od vremena, gostote sajenja, možnosti namakanja, sorte ipd. Zato je tudi pričakovan povprečen letni pridelek v ekoloških nasadih med 10 in 15 t/ha, v intenzivnih pa do 40 t/ha (Tojnko, 2007).

Ekološko sadjarstvo zahteva več pozornosti in znanja v primerjavi z integrirano ali konvencionalno pridelavo, saj mora sadjar dobro načrtovati svoj ekološki nasad, kajti njegov cilj je kvaliteten in dober pridelek (Lind et al., 2001).

Podlagi ekološkega kmetijstva v rastlinski pridelavi sta skrb za rodovitnost tal in kolobar. Gnojenje temelji na organskih gnojilih, varstvo rastlin pa na kolobarjenju, izbiri odpornejših sort, obdelavi tal, uporabi biotičnih in biotehničnih sredstev ter uporabi dovoljenih sredstev za varstvo rastlin, kot so baker, žveplo, lecitin, parafinska in mineralna olja itd. (Bavec et al., 2001). Ne sme se uporabljati lahko topnih mineralnih gnojil, herbicidov in kemično sintetičnih pesticidov. Za uspešno ekološko sadjarstvo je najpomembnejši temelj izbira sort primernih rastišču (Lind et al., 2001).

Pri konvencionalnem kmetijstvu so pridelki lepega videza, veliki in brez večjih deformacij. Zaradi velike delovne storilnosti se prihrani čas in olajša delo. Ima pa konvencionalno kmetijstvo negativen vpliv, saj gre za večji poseg v krajino, pride do degeneracije tal in onesnaževanja okolja zaradi uporabe pesticidov ter ekološke nestabilnosti (Bavec et al., 2001).

Pri ekološkem kmetijstvu so pridelki manjši, z manjšimi deformacijami, vendar so bolj zdravi, saj ni dovoljena uporaba pesticidov, ki vplivajo na onesnaženost okolja, zato so pridelki boljše kakovosti in lahko dosegajo višje cene. Slabosti ekološkega kmetijstva pa se kažejo v daljšem času dela in višjih stroških predelave, neuporaba škropiv pa vpliva na večje probleme s pleveli, škodljivci in boleznimi (Bavec et al., 2001). Ker ekološko kmetijstvo temelji na biotski raznovrstnosti, se košnja izvaja izmenično, žive meje predstavljajo hrano živalim ter jim nudijo varnost z umetnimi zatočišči (kupi vej, gnezdilnice, kamenje ipd.), vozne poti so bogate z različnimi vrstami trav, ob robovih parcel pa rastejo cvetoče divje rastline, ki privabljajo opraševalce (Lind et al., 2001).

Ekološka in integrirana pridelava sadja ponujata številne prednosti pred konvencionalno pridelavo in veljata za okolju prijaznejši. Integrirana pridelava sadja je pridelava visokokakovostnega sadja, pridelana po prijaznejših metodah za naravo in potrošnika, kjer se poskuša zmanjšati vnos kemikalij in pridobiti najmanjšo možnost strupenosti (Sheffield, Ngo & Azzu, 2016). Reganold et al. (2001) so ugotovili, da so bili alternativni načini pridelave rastlin primerljivi ali boljši od konvencionalne pridelave. Druge študije so to ugotovitev podprle in jo

tudi dolgoročno podpirajo. Dokazali so, da so običajno nekonvencionalne metode pridelave, vključno z ekološkim kmetovanjem boljše za oprasovalce (Sheffield et al., 2016).

Uporaba kemikalij za zatiranje škodljivcev negativno vpliva na vse čebele v kmetijskih krajinah (Sheffield et al., 2016). Zastrupitev čebel s pesticidi je glavni problem, ki vpliva ne le na učinkovitost čebel za pridelavo medu, ampak tudi pri oprasovanju rastlin. Zastrupitev je lahko posledica onesnažene hrane, pa tudi cvetje, listje, tla ali drug material, ki ga čebele uporabljajo za gnezdenje. Problem zastrupitve čebel je dolgotrajen, kot so poudarili Shaw (1941) in Todd, McGregor (1952). Škropljenje sadja, zlasti jabolk, vendar tudi marelic, češenj, citrusov, nektarin, breskev, hrušk in sliv povzročajo resne izgube čebel. Večina zastrupitev se zgodi, ko čebela zbira nektar in cvetni prah (McGregor, 1976).

2.2 Jablana (*Malus domestica* B.)

Jablana je ena izmed najpomembnejših sadnih vrst zmerne klime po vsem svetu (Pereira-Lorenzo, Ramos-Cabrer & Fischer, 2009). Spada v družino rožnic (*Rosaceae*), rod *Malus* (Sancin, Adamič & Sancin, 1988). Rod *Malus* obsega od 25 do 47 vrst in podvrst. Klasifikacije *Malus* se razlikujejo predvsem po taksonomski ravni, ta pa je kompleksna in nekoliko nejasna. Likhonos (1974) je prepoznal le osem vrst, medtem ko je Ponomarenko (1986) v drugi skrajnosti priznal 78 vrst rodu *Malus* (Robinson, Harris & Juniper, 2001).

Žlahtna jablana spada med medvrstne križance, ker je pri njenem nastanku sodelovalo več vrst. Izhaja iz Kavkaza oziroma širšega območja osrednje Azije. Za optimalno rast jablana potrebuje tla, ki so globoka in zračna. Najugodnejša so srednje težka tla, ki so peščeno-ilovnata in so dobro prepustna za odvečno vodo. Potrebuje zmerno kislata tla, s pH-jem 5,5 do 6,5 in zmerno vlažna tla, bogata s hranili in humusom. Uspeva do 600 m nadmorske višine. Za gojenje jablan je primerno zmerno toplo podnebje, kjer so padavine čez leto enakomerno razporejene. Pri jablani imamo šibke (M 27, M 9, M 26), srednje bujne (M 7, MM 106, MM 111) in bujne podlage (M 25, A 2, M 11, sejanec) (Štampar et al., 2005). Večina sort je

diploidnih, nekatere glavne sorte pa so triploidne. Triploidi niso primerni za opravevanje (Pereira-Lorenzo et al., 2009).

2.2.1 Cvet in cvetenje

Jablana je enodomna vrsta s hermafroditnimi (dvospolnimi) cvetovi. Mešani brst vsebuje tri do šest cvetov, vendar se plodovi razvijejo le iz 10–30 % cvetov (Pereira-Lorenzo et al., 2009). Kraljevi oziroma srednji cvet se odpre najprej in iz njega se razvije največji in najkakovostnejši plod. Cvet vsebuje čašne liste, ki ščitijo notranje cvetne dele in venčne liste, ki so belo rožnati in privabljajo žuželke za opravevitev. V notranjosti cveta se nahajajo prašniki in pestič (Štampar et al., 2005).

Po opravevanju se zmanjša cvetna privlačnost za opravevalce. Pogosto so posledice tega sprememba barve, prenehanje proizvodnje vonja in nektarja za žuželke, venenje ali osipanje ter odpadanje cvetnih listov. Glavna biološka prednost opravevanja, ki bi naj skrajšala cvetlično privlačnost je povečanje učinkovitosti opravevalcev, saj jih slednje usmerja proti cvetom, ki so še neopravešeni (Van Doorn, 1997).

Cvetenje jablan poteka zgodaj spomladi, diferenciacija cvetnih brstov pa poteka že v prejšnji rastni sezoni (Grainger, 1939). Tromp (1980) je dokazal, da na cvetenje jablane vpliva temperatura (Tromp, 1980). Nanjo nekako vpliva tudi fotoperioda, čeprav še regulacija nanjo ni povsem pojasnjena (Kurokura, Mimida, Battey & Hytonen, 2013).

Morris (1921) navaja, da cvetenje v povprečju traja devet dni. To obdobje lahko podaljša hladno vreme, skrajša pa suho vetrovno vreme (McGregor, 1976).



Slika 1: Cvet jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)

2.2.2 Opraševanje

Oprašitev je prenos peloda na brazdo pestiča (Godec G., 2018). Opraševanje nam nudi narava in je nepogrešljiva ter brezplačna ekosistemska usluga (Bevk, 2018). Ne vpliva samo na količino pridelka, ampak tudi na njegovo kakovost (Garratt et al., 2014; Hoehn et al., 2008). Hrana pridelana z opraševanjem žuželk je tudi pomemben vir vitaminov in je tako pomembna za zdravje ljudi (Bevk, 2016). Vrednost opraševanja žuželk pri pridelavi hrane je na svetovni ravni ocenjena na 153 milijard evrov letno (Gallai, Salles, Settele & Vaissière, 2009). Bolj oprašeni cvetovi razvijejo lepše, bolj obstojne in hranljive plodove. Tretjina naše hrane je odvisna od opraševalcev. Brez opraševalcev bi bilo hrane manj, bila bi manj pestra in dražja (Bevk, 2018).

V Evropi je od opraševanja odvisnih 84 % rastlinskih vrst. Od opraševanja je odvisno 70 % hrane, ki se uporablja za prehrano ljudi (Gallai et al., 2009). Kljub temu, da lahko veliko različnih vrst žuželk obiskuje cvetove, ni nujno, da so vse med njimi tudi opraševalci (Ollerton, Winfree & Tarrant, 2011). Potrebe po opraševanju naraščajo in medtem ko je v svetovnem merilu v zadnje pol stoletja število gojenih čebeljih družin naraslo za 45 %, se je potreba po opraševanju kmetijskih rastlin povečala za 300 % (Bevk, 2016).

Poznamo žuškocvetke, to so rastline, katere oprašujejo žuželke. Te vsebujejo cvetove, ki so dišeče in žive barve, saj s tem privabljajo opraševalce. Ti pa se prehranjujejo z medičino, ki se izloča na dnu venčnih listov. Tako so rastline oprašene, opraševalci pa nahranjeni. Vetrocvetke pa so rastline, katere oprašuje veter. Ti cvetovi so drugačni. Niso dišeči, ne izločajo medičine

in so manj opazni. Da jih veter lažje oprahi, v prašnikih vsebujejo veliko pelodnih zrn (Godec G., 2018). Gogala (2014) navaja, da oprahjevanje z vetrom ni tako zanesljivo, kot je oprahjevanje z žuželkami. Tudi Poklukar (1992) navaja, da je zelo majhen delež cvetov, ki so oprahjeni z vetrom in običajno ta nima velikega vpliva na pridelek (Monselise, 1986).

2.2.3 Oprahjevanje jablan

Vsi kultivarji jablan so avtosterilni, kar pomeni, da se ne morejo oploditi z lastnim cvetnim prahom (Poklukar, 1992). Oprahitev se lahko zgodi znotraj enega cveta, kar imenujemo tudi samooploditev; lahko pa pelodno zrno pristane na drugih cvetovih različnih ali enakih rastlin (Cruden & Lloyd, 1995). Večina sort je samoneoplodnih; da pride do uspešne oploditve kulturnih rastlin, je potrebno navzkrižno oprahjevanje (Abrol, 2012; Monselise, 1986). Cvetni prah je težek, zato so žuželke, predvsem čebele, bistvene za zagotovitev ustreznega navzkrižnega oprahjevanja (Monselise, 1986). Pri samoneoplodnih vrstah pa v nasad sadimo oprahjevalne sorte, ki se med seboj dobro oprahjujejo. Te pa od glavne sorte ne smejo biti oddaljene več kot 25 metrov. Slabo oprahjevalne sorte so triploidne sorte, ki imajo cvetni prah slabo kaljiv in sorte, ki so si v sorodu (Štampar et al., 2005). Jablana je žužkocvetka. Socialno živeče žuželke so edino čebele in prezimijo v večjem številu ter so sposobne v velikem obsegu oprahjevati rastline zgodaj spomladi (Poklukar, 1992).

Učinkovitost oprahjevanja je odvisna od različnih vedenj in morfoloških znakov, ki so si med seboj odvisni. Zelo velik pomen imajo tudi dlake, ki so na telesih oprahjevalcev, saj so pomembne za zbiranje in prenos cvetnega prahu. Njihova razporeditev, gostota in dolžina nam lahko veliko povedo o tipu cvetov, ki jih obiskujejo ali nabirajo cvetni prah za prehrano ličink, ali lastno prehrano. Na podlagi dlak pa lahko izvemo tudi veliko o njihovem prehranskem vedenju (Thorp, 2000).

2.3 Opraševalci sadja in jablan

Najpomembnejši opraševalci so čebele (Anthophila), saj oprašujejo kmetijske in divje rastline (Id, Kluser & Peduzzi, 2007). Sodijo med kožekrilce (Hymenoptera). Na svetu poznamo kar 20.000 vrst čebel, med katerimi prevladujejo čebele samotarke. V Sloveniji poznamo 563 čebeljih vrst. Čebeli najbližji sorodnik so ose grebače, ki lovijo živalski plen za hrano svojih potomcev. Razlika med osami grebačami in čebelami je v življenjskih navadah in prilagoditvi na rastlinske gostiteljice (Gogala, 2014). Ne oprašujejo pa samo medonosne čebele. Poznamo tudi številne divje opraševalce, kot so npr. divje čebele (čmrlji in čebele samotarke), muhe trepetavke in druge. Divji opraševalci so v primerjavi z medonosno čebelo bolj učinkoviti. Na primer delo stotih medonosnih čebel lahko opravi le ena čebela samotarka. Za zanesljivo opraševanje potrebujemo oboje, tako medonosne čebele kot tudi divje opraševalce (Bevk, 2018). Zaradi sodobnega kmetijstva pa številne pomembne žuželke za opraševanje izginjajo (Poklukar, 1992).

Opraševalci so pomembni za proizvodnjo sadja, zelenjave in poljščin (Klein et al., 2007). Z opraševanjem prispevajo k ohranjanju in izboljšanju lastnosti rastlinskih vrst, saj imajo tiste rastline, ki so oprašene s čebelami bolj kvalitetne plodove in semena ter dajejo večji donos (Kandolf, 2020). Zaradi napredka kmetijstva in uporabe različnih pesticidov pa se okolje opraševalcev zelo spreminja. Obilno gnojeno ter pogosto in zgodaj pokošeni travniki več ne zacvetijo, zato opraševalci ostanejo brez hrane. Varnih mest za gnezda je vedno manj, saj jih človek s svojim vplivom na okolje uničuje (Bevk, 2018). Zaradi teh sprememb v okolju so čmrlji in čebele samotarke vedno bolj redke. Čmrljem, ki gnezdijo v tleh poteptajo njihova gnezda kmetijski stroji. Čebele samotarke pa so včasih gnezdile v slamnatih strehah in lesenem materialu, danes pa so možnosti za gnezdenje veliko slabše (Bevk, 2020). Zaradi upadanja opraševalcev je dolgoročno ogrožena pridelava hrane ter s tem njena varnost. Čeprav imamo v Sloveniji veliko divjih opraševalcev, pa je njihov potencial slabo izkoriščen; zaradi velikih posegov v naravo pa ga tudi izgubljam (Bevk, 2018).

Čebele cvetov ne obiskujejo samo kot lasten vir hrane, ampak z njimi hranijo tudi svoje ličinke. Zaradi tega morajo obiskati več cvetov kot muhe trepetavke, ki ne hranijo ličink (Dötterl & Vereecken, 2010). Ne nabirajo pa samo cvetnega prahu, ampak tudi različna olja in nektar, ki jih rastline proizvajajo zato, da privabljajo opraševalce na svoje cvetove (Wcislo & Cane, 1996). Čebele s kratkimi jezički lahko pijejo le na cvetovih z lahko dostopnim nektarjem, medtem ko dolgorile čebele obiskujejo predvsem cvetove z globokim cvetnim žrelom (Gogala, 2014). Poleg čebel imajo velik pomen tudi gojeni čmrlji, ki letajo pri nižjih temperaturah kot čebele. Čebele ne letajo, če je temperatura zraka manj kot 10 °C, sadne vrste pa izbirajo tudi po koncentracijah sladkorjev v nektarju. Koncentracija sladkorjev v nektarju pri jablanah je 20–50 %. Regrat, ki cveti hkrati z jablano ima 50–80 % sladkorjev v nektarju in zaradi tega bolj privablja čebele. Ta problem rešujemo z mulčenjem nasadov in s tem zmanjšamo konkurenčne cvetove regrata (Štampar et al., 2005). Enak problem med cvetenjem jablan je tudi oljna ogrščica (Babnik & Poklukar, 1998).

Večina jablan potrebuje cvetni prah jablan druge sorte. Domače čebele so za razliko od drugih v bistvu oligotropične opraševalke, vendar posamična čebela vedno obiskuje cvetove iste vrste rastlin vse do tedaj, dokler vir nektarja in cvetnega prahu ne presahne. Šele potem se preusmeri na drugi vir. Čebelje telo je anatomsko prirejeno za funkcijo opraševanja cvetov. Pokrito je z dlačicami, na katere se lahko prilepi preko 5.000.000 zrnčev cvetnega prahu. Posamezna čebela se pri ponovnem poletu na pašo najraje vrača na isto mesto in običajno preletava območje veliko okoli 100 m². Čebele oprašijo 75–80 % cvetov sadnih dreves (Poklukar, 1992).

Slovenske vrste čebel so velike od 3 mm do 2,5 cm, toliko lahko merijo velike lesne čebele. Najdaljše čebele na svetu so iz Indonezije in lahko v dolžino merijo skoraj 4 cm. Največje samice lesne čebele so iz Indije in jugovzhodne Azije, in imajo razpon preko kril 7 cm (Gogala, 2014).

2.3.1 Medonosna čebela (*Apis mellifera*)

Izvor medonosne čebele (*Apis mellifera*) sega vse od Afrike do Evrope in Skandinavije, proti vzhodu do Kaspijskega jezera, Arabskega polotoka ter Male Azije, kjer je mejila z azijsko čebelo. Zaradi velikih puščav, morja ter gorskih verig so se morale čebele prilagoditi danim življenjskim razmeram. Ker je bilo med populacijami veliko razlik, so nastale številne podvrste ali rase. Danes tako poznamo 28 različnih ras medonosne čebele (Gregori, 2008). Najbolj znane so temna ali nemška čebela (*Apis mellifera mellifera*), kranjska čebela (*Apis mellifera carnica*), kavkaška čebela (*Apis mellifera caucasica*) in italijanska čebela (*Apis mellifera ligustica*) (Kandolf, 2020).

Medonosne čebele živijo v družbenih skupnostih, ki so potencialno nesmrtni, saj se razmnožujejo z delitvijo (Gogala, 2014). Družino sestavlja ena plodna matica ter neplodne samice, ki jih imenujemo delavke in jih je v družini več kot 10.000. Običajno družino sestavlja 40.000 do 100.000 čebel, sredi sezone pa je lahko v panju tudi 100 ali več 1.000 samcev, ki jih imenujemo troti (Božič, 2020). Matica je mati vseh čebel in je edina prava samica. Njena naloga je, da zalega jajčeca. Iz oplojenih jajčec se razvijejo delavke, iz neoplojenih pa troti. Živi lahko do pet let. Delavke opravljajo naloge, katerih matica ne more. V panj prinašajo nektar, cvetni prah in vodo, izločajo vosek in gradijo satje, vzdržujejo primerno klimo v panju, negujejo zalego, čistijo panj, predelujejo nektar v med, ščitijo panj pred sovražniki in ko je potrebno, staro matico zamenjajo z novo in prav tako ko je potrebno, uničujejo trote. Živijo od 40 dni do šest mesecev, odvisno od letnega časa in njihovega dela. Troti grejejo zalego in so pomembni za normalno razporejenost v družini. Pomembni so tudi za selekcijo. Jeseni čebele izženejo trote iz panja in so tako čez zimo brez njih. Troti živijo 60 dni (Kandolf, 2020). Medonosne čebele komunicirajo s »čebeljim plesom«, s katerim sporočajo ostalim lokacijo paše ter z njim nakažejo oddaljenost in smer paše glede na položaj sonca (Sherman & Visscher, 2002).

Pri nas živi le ena vrsta, *Apis mellifera*, ki jo človek že dolgo goji in jo je razselil po celem svetu. V Sloveniji je domorodna podvrsta kranjska čebela (*Apis mellifera carnica*), predvsem na Primorskem pa se pojavlja tudi italijanska čebela (*Apis mellifera ligustica*). Večina vrst rodu *Apis*

živi v tropskem delu Azije. Vrste, ki so obdržale prvotni način gnezdenja, zgradijo en sam sat na odprtem, kot je skala ali drevesna veja, druge pa gnezdiijo v drevesnih duplih, kjer zgradijo več vzporednih satov, tako kot naša vrsta (Gogala, 2014).

Kranjsko čebelo lahko imenujemo tudi siva čebela, zaradi sivih dlačic na zadkovih obročkih in je zaradi tega najsvetlejša evropska pasma. Ima dolg rilček in povprečno 2,8 velik kubitalni indeks. Je najbolj krotka od vseh čebeljih pasem, saj mirno sedijo na satju. Dobro prezimi v majhnih družinah ter porabi majhno količino hrane, spomladi pa se začne burno razvijati. Nagnjena je k rojenju, vendar so razlike med posameznimi rodovi zelo velike. Iz oddaljenih paš v primerjavi z drugimi pasmami nosijo veliko več medu in bolj zgodaj izletavajo (Kandolf, 2020).

Medonosna čebela ima tudi nekaj prednosti. Ker prideluje čebelje pridelke, je zelo privlačna za gojenje in Slovenija je dežela z eno največjih gostot čebeljih družin v Evropi. Spomladi jih je veliko zaradi velikih družin in ker prezimuje v velikem številu (Bevk, 2018; Goulson, 2012). Njena glavna pomanjkljivost je občutljivost na slabo vreme (Bevk, 2018). V primerjavi s čmrlji, medonosna čebela ni dejavna v dežju, mrazu in vetru; v času cvetenja sadnega drevja pa je takšno vreme zelo pogosto (Goulson, 2012). Rada ima sadna drevesa, ki imajo visoko gostoto cvetov, kar lahko vpliva na neoprašenost cvetov, ki imajo manjšo gostoto (Mallinger & Gratton, 2015). Za zanesljivo oprasevanje potrebujemo tako medonosno čebelo kot divje oprasevalce (Bevk, 2018).



Slika 2: Medonosna čebela na cvetu jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)

2.3.2 Divje čebele

Divje čebele imajo velik pomen pri oprraševanju rastlin, ki je seveda tudi gospodarsko pomembno, zato so tudi postale zelo zanimive (Gogala, 2014). So bolj učinkovite pri opráševanju kot medonosne čebele, povečajo pa tudi količino pridelka tam, kjer je medonosnih čebel veliko, zato medonosne čebele ne morejo nadomestiti divjih opráševalcev (Garibaldi et al., 2013).

V skupino divjih čebel sodijo čebele samotarke in čmrlji. Mnoge so prilagojene določenim rastlinam in pelod zbirajo iz njihovih sorodnih vrst. Njihova dejavnost med letom je omejena na obdobje, ko cvetijo te rastline. Gnezdijo v rovih v lesu, zemlji ali trsju. Vanj nosijo cvetni prah pomešan z medicino. Ko ga je dovolj, odložijo jajčece, rov zaprejo in gnezdo zapustijo. Nato se z uskladiščeno hrano hrani mlada ličinka, se zabubi in se naslednje leto izleže nova čebela samotarka (Gregori, 2008). S pripravo nadomestnih gnezdišč lahko povečamo število samotarskih čebel (Bevk, 2018). Poznamo veliko vrst samotarskih čebel. Njihov način prehranjevanja je zelo raznolik, prav tako tudi prilagoditev na nabiranje hrane ter izbira življenjskega okolja (Gogala, 2014). Tudi med seboj se zelo razlikujejo, najdemo od najmanjše, ki meri 3 mm, do največje lesne čebele, ki meri kar 25 mm. Lesno čebelo lahko zamenjamo s čmrlji, prav zaradi njene velikosti (Bevk, 2020).

Večina vrst čebel samotark prenaša cvetni prah na spodnji strani telesa, zato imajo boljši stik s cvetom v primerjavi s čmrlji in medonosnimi čebelami, ki ga prenašajo na zadnjih nogah. Ker se cvetni prah ne zlepi, pade na cvet, kar še izboljša opráševanje (Bevk, 2018). Večina vrst ima na zadnjih nogah čope dlak, ki služijo za nošnjo peloda. Znoske pelod prenašajo na spodnji strani zadka v krtački, peščinske čebele zraven nog uporabljajo tudi koške, ki so na zadnjem koncu oprsja, nekatere vitke čebele pa ga nosijo hkrati na zadku in nogah, zakrinkane in lesne čebele pa pelod prenašajo skupaj z medicino kar v golši (Gogala, 2014). V primerjavi z medonosno čebelo, ob obisku cveta samotarka iz rodu *Meladrena* odloži na brazdo kar 2,5-krat več cvetnega prahu (Park, Raguso, Losey, & Danforth, 2015).



Slika 3: Ulovljena divja čebela (Vir: Štefka Slanič, 2019)

2.3.3 Čmrlji (*Bombus*)

Čmrlji spadajo v red kožekrilcev, v družino čebel in znotraj te v rod čmrljev (*Bombus*) (Grad, 2008). V rod *Bombus* sedaj uvrščamo tudi kukavičje čmrlje, ki so družbeni zajedavci. Poleg medonosnih čebel so čmrlji najbolj poznane čebele. So družbene vrste s skupnostmi matice in delavk (Gogala, 2014). Družino čmrljev sestavlja od 100 do 500 osebkov, vendar so te družine kratkotrajne in trajajo nekaj mesecev (Grad, Gogala, Kozmus, Jenič, & Bevk, 2010). Družine nastanejo spomladi in čez nekaj mesecev že propadejo. V tleh zimo preživijo izključno mlade otrple matice. Dejavnne večinoma postanejo marca, se nekaj časa hranijo na cvetovih, da obnovijo svoje zaloge, nato pa si poiščejo mesto za gnezdenje (Bevk, 2020). Živijo v zapuščenih gnezdih glodalcev, v talnih votlinah, med mahom, gostimi šopi trav in tudi v ptičjih gnezdilnicah (Gregori, 2008). Zadnja desetletja se možnosti za preživetje travnatih in drugih čmrljev slabšajo (Grad, 2008). Razmere za gnezdenje čmrljev lahko izboljšamo s povečanjem pestrosti okolja, npr. z živimi mejami in pa s pozno košnjo travnikov. Stroji za obdelovanje uničijo veliko njihovih gnezd. Živih mej, ki predstavljajo varnost gnezda pa je vedno manj (Bevk, 2018). V Sloveniji je znanih 35 vrst čmrljev (Gregori, 2008), v Evropi pa poznamo 68 vrst čmrljev (Grad, 2008).

Čmrlji se v primerjavi z medonosnimi čebelami mnogo bolj usmerjajo le na posamezne vrste cvetov (Grad, 2008). Ker imajo daljši rilček od čebel, so uspešnejši pri nabiranju medu pri nekaterih rastlinah, ki čebelam niso ljube. Čmrlji začnejo nabirati med na cvetju, ki ima več nektarja in nadaljujejo s takim, ki ga ima manj, medtem ko čebela ves dan obiskuje enako

cvetje (Kozinc, 1998). Nekateri cvetovi rastlin so prilagojeni prav velikosti in obliki čmrljev, da se prašniki dotikajo njihovega telesa med pitjem medicine in se tako pelod prime na njihove dolge in goste dlačice (Grad et al., 2010). Med nabiranjem peloda in nektarja pride do spontane oprasitve obiskanega cveta. Nekatero vrsto čmrljev živijo tudi v gorah, kjer ni čebel in oprasujejo gorsko cvetje. So tudi odlični oprasovalci nekaterih kulturnih rastlin, zato so pomembni za gospodarstvo (Grad, 2008). Oprasujejo vsaj 25 pomembnejših kulturnih rastlin, kot so paradižnik, fižol, detelja, oljna grašica ter številne sadne vrste in semena, ki sestavljajo človeško prehrano (Bevk, 2010). Ugotovljeno je bilo, da čmrlji veliko uspešneje oprasujejo razne detelje kot čebele. Raziskave na švedskem so pokazale, da so čmrlji oprasili do 78 % posajene lucerne, čebele do 1 %, ostalo pa drugi oprasovalci. Čmrlji so najcenejši in najučinkovitejši za oprasovanje v velikih pokritih rastlinjakih (Grad, 2008). V nasprotju s čebelami čmrlji ne bežijo iz zaprtih prostorov, kar je njihova največja odlika (Kozmus, 2008), zato jih v tujini gojijo za prodajo. Ker se uvažajo tudi za potrebe slovenskih pridelovalcev zelenjave, našim čmrljem predstavljajo grožnjo. Lahko pride do križanja z avtohtonimi čmrlji ali pa do vnosa novih bolezní (Bevk, 2020).

Dejavni so tudi ob slabšem vremenu in nizkih temperaturah, tako vreme pa je spomladi v glavni sezoni cvetenja sadnih dreves zelo pogosto, zato so čmrlji edini oprasovalci v slabem vremenu (Bevk, 2018; Goulson, 2012). Slednje jim omogoča njihova velikost in poraščenost z raznobarvnimi dlakami (Kozinc, 1998). V mrazu se med mirovanjem segrejejo na delovno temperaturo, ki je približno 30 °C. Njihova sposobnost uravnavanja telesne temperature jim omogoča, da letajo pri zelo nizkih temperaturah, tudi pri manj kot 0 °C. Vendar pa imajo težave ob vročini. Zato poleti v vročih dnevih niso tako aktivni in se s tem izognejo pregrevanju (Grad et al., 2010). Čmrlj umre, če temperatura oprsja preseže 45 °C; ta problem čmrlji rešujejo tudi s hlajenjem oprsja, iz katerega odvajajo toploto v zadek (Grad, 2008). Zaradi njihove dobre prilagoditve na nižje temperature so čmrlji najbolj dejavni zjutraj pred 10. uro in pred večerom okoli 16. ure; manj dejavni pa so opoldne, ko so temperature višje (Jenič in Bevk, 2010).

Ko sunki vetra dosežejo 8 km/h, je čebelam letanje oteženo in energijsko obremenjujoče. Čmrlji pa lahko brez problemov letijo tudi v vetru nad 15 km/h. Hrano nabirajo 500–700 m od

gnezda (Kozinc, 1998). So tudi zelo hitri in v enakem času v primerjavi z medonosno čebelo obiščejo štirikrat toliko cvetov, ob enem obisku cveta pa prenesejo dvakrat toliko cvetnega prahu. Ker ob obisku cvet močno stresejo, da se pelod sprosti iz prašnikov se izboljša opravevanje, kar je pri nekaterih rastlinah nujno (Bevk, 2018). Čmrlji imajo značilno brenčanje, zato tako opravevanje imenujemo buzz-opravevanje (Kozmus, 2008).



Slika 4: Lovljenje čmrlja s plastično vrečko (Vir: Štefka Slanič, 2019)

2.3.4 Drugi opravevalci

Za opravevanje so prav tako pomembne muhe trepetavke (de Groot & Bevk, 2012), opraveujejo tudi ostale žuželke, kot so metulji, nekatere ose in hrošči, vendar prispevajo manjši delež k opravevanju (Abrol, 2012).

Muhe trepetalke so poleg čebel druga najpomembnejša skupina opravevalcev rastlin (de Groot & Bevk, 2012). Spadajo v red dvokrilcev (Diptera), podrobneje v družino trepetavke (Syrphidae). Na svetu jih je okrog 6.000 vrst. Njihova vloga v procesu opravevanja še vedno ni dobro raziskana (Larson, Kevan & Inouye, 2001). Muhe so pomembni opravevalci številnih divjih rastlin, v nekaterih primerih enako pomembne kot čebele in prinašajo največ cvetnega prahu na obisk cvetja nekaterih rastlinskih vrst. Večinoma obiskujejo odprte cvetove (Free & Free, 1993). V Nemčiji je bilo najdenih več kot 600 rastlinskih vrst, katere obiščejo muhe trepetalke. V Belgiji pa je bilo naštetih več kot 700 takih rastlinskih vrst. Mnoge muhe se v primerjavi z večino čebel dobro počutijo v vlažnem okolju. Najbolj so aktivne zgodaj zjutraj in

pozno popoldne. Imajo manjše energetske potrebe kot čebele, saj jim ni potrebno skrbeti za potomstvo, zato lahko več časa posvetijo nabiranju nektarja (Ssymank, Kearns, Pape, & Thompson, 2008). Muhe trepetavke so počasnejše opraševalke kot divje čebele. Obiščejo namreč manj cvetov na določeno časovno enoto (Jauker, Bondarenko, Becker & Steffan-Dewenter, 2012). Oddaljenost od naravnega habitata ne vpliva na pestrost muh trepetavk v nasprotju s čebelami. Veliko muh trepetavk leže jajčeca v mikrohabitatih, ki so pogosti na intenzivno upravljalnih kmetijskih površinah, npr. evtrofna vodna telesa in gnijoče organske snovi (Jauker, Diekötter, Schwarzbach & Wolters, 2009). Odrasle muhe se hranijo izključno z nektarjem ali mano in cvetnim prahom. Ličinke se lahko prehranjujejo z živalmi, kot so listne uši, ličinke mravelj, ličinke čmrljev ter z rastlinami in mikrobi kopenskih in vodnih ekosistemskih organizmov (de Groot & Bevk, 2012). Zato niso samo pomembne za opraševanje, vendar tudi za biokontrolo, saj ličinke jedo listne uši in druge škodljivce. Predvsem oprašujejo zelišča, grmičevje, drevesa, trte in plezalne rastline (de Groot & Bevk, 2012). De Groot in Bevk (2012) sta v letu 2011 našla 62 vrst muh trepetalk.

Hrošči (Coleoptera) spadajo v eno najstarejših skupin žuželk in so bili med prvimi opraševalci kritosemenk (Crepet, 1979). Obiskujejo cvetje v majhnem številu in se prehranjujejo s cvetnim prahom. Predstavljajo manj kot en odstotek obiskovalcev žuželk, vendar ponavadi prenašajo večje količine cvetnega prahu kot druge žuželke (Thien, 1980). Gibernau in sodelavci (1999) navajajo, da so hrošči lahko zanesljivi in specifični opraševalci v tropskih predelih.

Vloga proizvodnje cvetne toplote je, da hroščem pomaga ohranjati povišano telesno temperaturo v hladnih obdobjih, predvsem zvečer. Zato opraševalci ostanejo aktivni v cvetu, s čimer se poveča možnost opraševanja (Gibernau, Barabe, Cerdan & Dejean, 1999).

Metulji (Lepidoptera) običajno oprašujejo cvetove, ki imajo ozko, podolgovato, venčno cev z nekakšnim robom, ki služi kot pristajalna ploščad (Crepet, 1979). Metulji so aktivni podnevi, ki imajo raje velike in ravne cvetove, ki so večinoma rdeče barve. Vešče pa oprašujejo večinoma bele ali blede cvetove, ki imajo močan vonj. Ta vonj pa cvetovi oddajajo ponoči, tako da so molji bolj aktivni takrat. Vešče pa niso edini opraševalci ponoči, takrat oprašujejo tudi netopirji; taka rastlina je npr. kruhovec. Oprašujejo lahko tudi ose, npr. v vzhodni Afriki lahko

oprašijo nekatere vrste fig le določene vrste os in brez njih lahko drevesa propadejo (Martins, 2014).



Slika 5: Metulj na cvetu jablane (Vir: Štefka Slanič, 2019)

2.4 Raziskave o oprasovalcih jablan

Garibaldi in sod. (2013) so ugotovili, da lahko divji oprasovalci ne glede na obisk medonosne čebele zagotovijo večino oprasovanja v kmetijstvu in izboljšajo tudi kakovost kmetijskih pridelkov. Park in sod. (2015) navajajo, da je kakovost oprasovanja zelo pomembna, saj lahko nezadostno oprasovanje povzroči manjšo količino semen in s tem prazne karpele. Posledice tega je majhno in nesimetrično sadje, ki ima nizko tržno vrednost; tudi nizko vsebnost mineralov, kar pa zmanjša obstojnost. Tako so v New Yorku pridelovalci jabolk nadomestili medonosne čebele z divjimi, kar se je pokazalo z večjo kakovostjo plodov. Ugotovili so, da divje čebele bolje prenašajo cvetni prah (Park et al., 2015). Tudi Ascher in Gardner (2006) sta ugotovila, da čmrlji do pestičev prenašajo več cvetnega prahu, čeprav ga z medonosno čebelo iz cveta jablane odvezmeta približno enako količino (Gardner & Ascher, 2006).

Thorp (2000) pa navaja, da so iz vidika oprasovanja bolj učinkovite čebele samotarke, kot pa medonosne čebele in čmrlji, saj ti dvoji shranjujejo cvetni prah v koških zadnjih nog, ki ga tudi zlepijo in tako težje pade na cvet. McGregor (1976) navaja, da je najpogosteje gojen oprasovalec medonosna čebela, saj so enostavne za gojenje, vendar nekaterih rastlin ne morejo učinkovito oprasiti, kot sta npr. malina in borovnica (Cane, 2005).

Na dejavnost opráševalcev vpliva še gostota cvetov in ima nanj pozitiven učinek. Navaja prav tako, da muhe trepetalke obiskujejo cvetove naključno (Souza-Silva, Fontenelle, & Martins, 2001). Različna gostota cvetov in njihova velikost vplivata na pestrost opráševalcev (Blaauw & Isaacs, 2014). Npr. čmrlji pogosteje grejo na cvetove, ki so cevaste oblike, na odprte cvetove pa grejo rajši muhe (Hegland & Totland, 2005; Van Rijn & Wäckers, 2016). Schneider in sod. (2002) so ugotovili, da različni cvetovi pritegnejo različne opráševalce, kar pomeni, da je na jablani dejavnost opráševalcev odvisna od različnih sort jablan in njihovih cvetov (Schneider, Stern, Eisikowitch & Goldway, 2002). Malinger in Gratton (2015) tako navajata, da ima medonosna čebela raje sorte z večjo gostoto cvetov, pri samotarkah pa tega niso potrdili (Mallinger & Gratton, 2015).

Ugotovljeno je tudi bilo, da so različni opráševalci aktivni ob različnih delih dneva (Isaacs, 2010) in se na motnje v okolju različno odzivajo (Blüthgen & Klein, 2011; Brittain, Kremen & Klein, 2013). Največja čebelja aktivnost na jablanah je ponavadi podnevi ob 9. uri (McGregor, 1976). Dejavnost čmrljev pa je največja zjutraj, razen da nekatere vrste letajo ob enakem času kot medonosna čebela (Bevk, 2018). Vicens in Bosch (2000) navajata, da so različni opráševalci tudi dejavni pri različnih temperaturah. Čmrlji so aktivni pri temperaturah pod 10 °C, ta temperatura pa omejuje aktivnost medonosne čebele (Vicens & Bosch, 2000). Nekatere divje čebele letajo na cvetove tudi pri nižji temperaturi in močnem vetru (Matsumoto & Maejima, 2010). Tudi McGregor (1976) je potrdil, da nekatere divje čebele iz rodu *Osmia* letajo na cvetove pri nižji temperaturi, kot pa letajo medonosne čebele.

3 MATERIALI IN METODE DE LA

V nasadu jablan pri sorti 'Topaz' smo opazovali pestrost opraševalcev. Za preizkus smo uporabili metodo lovljenja opraševalcev s plastičnimi vrečkami in barvnimi krožniki. Vzorčenje smo opravili po metodi CliPS.

3.1 Lokacija in zasnova poskusa

Poskus je potekal v mesecu aprilu, leta 2019 v nasadu jablan v Logu. Ta se nahaja v okolici Maribora. Posajen je bil na rahlo nagnjenem terenu leta 2009 in je velik 3,18 ha. V njem je posajena sorta 'Topaz', cepljena na podlago M 7. Jabolka se pridelujejo po načelih ekološke pridelave. Razdalje v vrsti med drevesi so 2,0 m in med vrstami 4,0 m. V nasadu je bila višina trave manj kot 30 cm. Med travo smo našli tudi regrat (*Taraxacum*), mrtvo koprivo (*Lamium*), plazeči skrečnik (*Ajuga reptans*) in ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*).



Slika 6 : Nasad, kjer smo izvedli poskus (Vir: Štefka Slanič, 2019)

3.2 Sorta 'Topaz'

Sorta 'Topaz' je križanec sort 'Rubin' ('Zlati delišes' x 'Lord lambourne') in 'Vanda' ('Jolana' x 'Lord lambourne') (Jošar, 2011). Izvira iz Češke. Je srednje bujna in odporna na jablanov škrlup, deloma tudi na pepelovko ter je občutljiva le na grenko pegavost, zato je primerna za ekološko

pridelavo. Plod je debel z zeleno rumeno osnovno barvo, ki je do 75 % prekrita s prižasto oranžno rdečo barvo. Meso je čvrsto, sočno, kiselkasto in aromatično. Rodnost je dobra z obilnim pridelkom, zato je podvržena izmenični rodnosti. Zori v sredini septembra (Štampar et al., 2005). Sorta je diploidna, ki cveti zgodaj do srednje pozno, zato je na pozebo v tem času srednje občutljiva. Oprašuje se z nekaterimi odpornimi sortami na škrlup (*Venturia inaequalis*) ali pa z divjo jablano (Daimel, 1997). Predstavlja vodilno sorto v ekološki pridelavi jabolk pri nas. Prvi nasadi v Sloveniji so bili posajeni leta 1998, sedaj je približno 150 ha površin posajenih z njim (Godec et al., 2019).

3.3 Izvedba poskusa

Vzorčili smo v lepem sončnem ali delno oblačnem vremenu pri vsaj 12 °C. Vzorčili smo tri zaporedne dni, od 17. do 19. aprila v letu 2019. Izvajali smo dve metodi, in sicer lovljenje v barvne krožnike ter lovljenje na cvetovih s plastičnimi vrečkami. Vsak dan smo v tabele zapisovali podatke o vremenu. Za spremljanje temperature smo si pomagali z maksimalnim in minimalnim termometrom, ki smo ga vsako jutro obesili na drevo. Pred začetkom poskusa smo izpolnili evidenčni list, v katerem smo označili starost nasada, sorto, pokritost s cvetočo podrastjo in njeno pestrost ter višino trave. Vsak dan smo si tudi zapisali podatke o vremenu, moči vetra in povprečni temperaturi.



Slika 7: Minimalni in maksimalni termometer (Vir: Štefka Slanič, 2019)

MB 2
Popisovalec/ka: ŠTEFKA SLANIČ

Starost	<5 let	5 < x < 15	> 15		
Sorte	topaz				
Pokritost s cvetočo podrastjo	0-5%	5-25%	25-50%	50-75%	75-100%
Pestrost cvetoče podrsati	< 2	2-5	6-8	9-15	> 15
Višina trave	<30 cm	30 < x < 60 cm	> 60 cm		
Opombe (npr. uporaba pesticidov)					
1. dan					
Datum	17.4.2019				
Vreme	sončno	mešano	oblačno	deževno	
Veter	brezvetrje	rahel	močan		
Povprečna temperatura	<15 °C	15-20 °C	>20 °C		
Opombe					

Slika 8: Evidenčni list s podatki (Vir: Štefka Slanič, 2019)

3.3.1 Metoda lovljenja z barvnimi krožniki

Material, ki smo ga uporabili:

- barvni krožniki premera 16 cm in prostornine 500 ml,
- voda,
- nedišeč detergent,
- plastične posodice,
- papirnate brisačke,
- pinceta,
- nalepke s podatki,
- vložki za led,
- hladilna torba.

Imeli smo tri komplete krožnikov bele, rumene in modre barve. Vsak komplet je vseboval po en krožnik različne barve. Vsako jutro smo ob 9. uri postavili krožnike v nasad. Krožniki so bili med seboj razmaknjeni 2–3 metre, kompleti pa vsaj 30 metrov. Dva kompleta smo postavili ob robu sadovnjaka, enega pa na sredini in če je bilo možno, smo jih postavili v bližino rastlin podobne barve. Vsak krožnik smo do polovice napolnili z vodo z nedišečim detergentom (10

ml detergenta : 1 l vode). Za devet krožnikov je zadostovalo 1,5 l vode. Ob 16. uri smo ulovljene žuželke shranili v posodice s papirnato brisačko, ki smo jo pred tem označili s podatki (dan (1., 2., 3.), datum in barva krožnika). Vzorke smo iz krožnikov pobrali s pinceto, jih položili v prej omenjene posodice in združili po barvah krožnikov. Te smo nato dali v hladilno torbo z vložki z ledom. Po končanem poskusu pa smo jih shranili v zamrzovalniku.



Slika 9: Zbiranje vzorca s pinceto (Vir: Štefka Slanič, 2019)



Slika 10: Shranjevanje vzorca v plastičnih posodica (Vir: Štefka Slanič, 2019)

3.3.2 Metoda lovljenja na cvetovih s plastičnimi vrečkami

Material:

- plastične vrečice velikosti 7 cm x 12 cm,
- večje plastične vrečke velikosti 21 cm x 30 cm,
- pletena vreča,
- lističi s podatki,
- vložki za led,
- hladilna torba.

Lovljenje čebel smo izvajali dvakrat na dan po 90 minut med 9. in 16. uro. Lovili smo opráševalce, ki so bili na cvetovih jablane, in sicer tako, da smo dali vrečico na opráševalec in na hitro zaprli. Nato smo te plastične vrečice z opráševalci dali v platneno vrečo, ki smo jo nosili na ramenu. Vzorčili smo tako, da smo hodili po sadovnjaku iz vrste v vrsto po celotnem nasadu. Po vsakem 90-minutnem vzorčenju smo vrečice z opráševalci shranili v večji plastični vrečki, kamor smo prav tako dodali listek s podatki. Te smo nato shranili v hladilno torbo z vložki z ledom in s posodicami z vzorci krožnikov.

Vsak dan po vzorčenju smo vzorce shranili v zamrzovalniku na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3 posodice + 2 vrečki/sadovnjak/dan).

Vzorce so pregledali in jim določili vrste na Nacionalnem inštitutu za biologijo.



Slika 11: Lovljenje opráševalcev s plastičnimi vrečkami (Vir: Štefka Slanič, 2019)

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

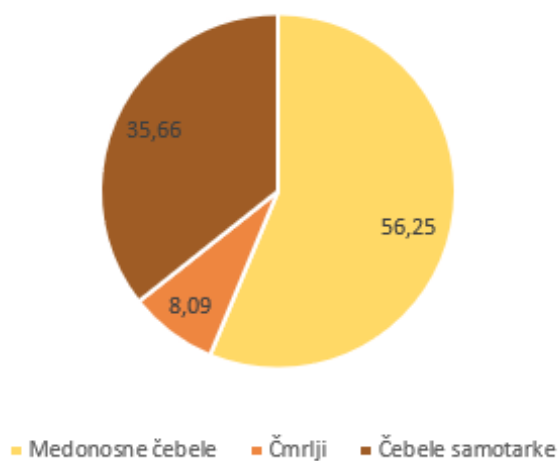
Poskus smo izvajali tri zaporedne dni, in sicer 17., 18. in 19. aprila 2019, med 9. uro zjutraj in 16. uro popoldne. Prvi dan je bilo vreme sončno z rahlim vetrom in povprečno temperaturo 18,5 °C. Drugi dan je bilo vreme oblačno in brez vetra, povprečna temperatura pa je bila 17,5 °C. Tretji dan je bilo sončno z rahlim vetrom in povprečno temperaturo 20,0 °C.

4.1 Število vrst čebel

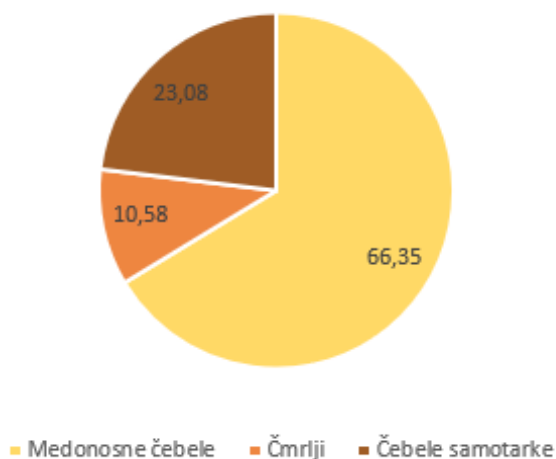
Identificirali smo 35 vrst čebel. V preglednici 1 lahko razberemo, da je med njimi bila najpogostejša medonosna čebela (*Apis mellifera*). Drugi najpogostejši je bil rjavi čmrlj (*Bombus pascuorum*). Na tretjem mestu po številu ulovljenih sta bili peščinska čebela vrste *Andrena grava* in vitka čebela vrste *Lasioglossum laticeps*, katerih je bilo ulovljenih vsakih po 14 osebkov.

4.2 Struktura ulovljenih čebel v pasteh in na cvetovih

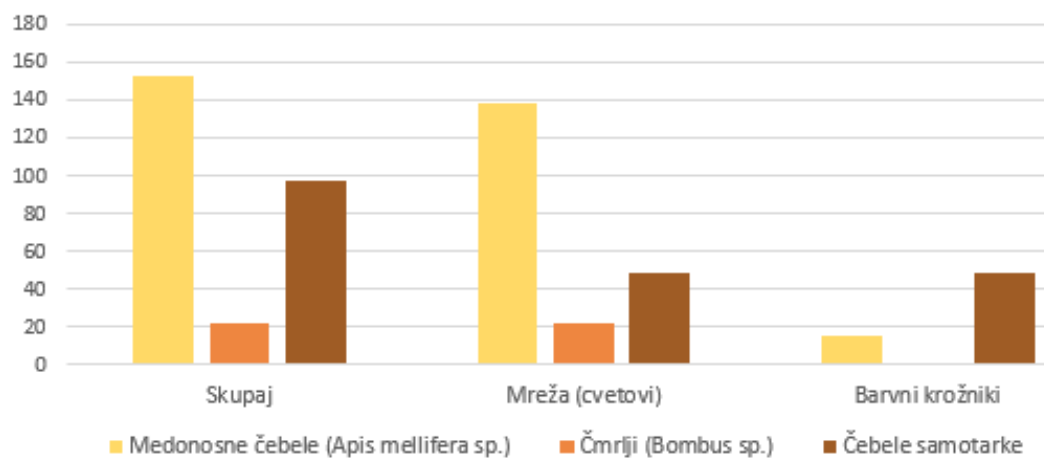
Skupno smo ulovili 272 čebel, od teh smo jih ulovili 208 na cvetovih in 64 v krožnikih. Iz grafikona 3 je razvidno razmerje med ulovljenimi opraševalci skupno, na cvetovih in v barvnih krožnikih. Največ je bilo medonosnih čebel (grafikon 1). Delež teh je znašal 56,25 %, kar je več kot polovica vseh ujetih čebel. Delež čebel samotark je znašal 35,66 %. Najmanjši delež ulovljenih osebkov so zavzemali čmrlji, z 8,09 %. Analiza monitoringa je pokazala, da se je na cvetovih ulovil največji delež medonosnih čebel ter manjši delež čebel samotark in čmrljev (grafikon 2). Takšne rezultate smo predvidevali, saj so medonosne čebele ene izmed glavnih opraševalcev sadnih vrst.



Grafikon 1: Deleži ulovljenih opravevalcev na cvetovih in v krožnikih

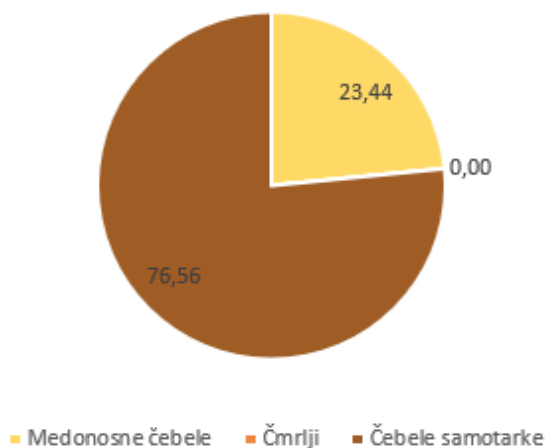


Grafikon 2: Deleži ulovljenih opravevalcev na cvetovih



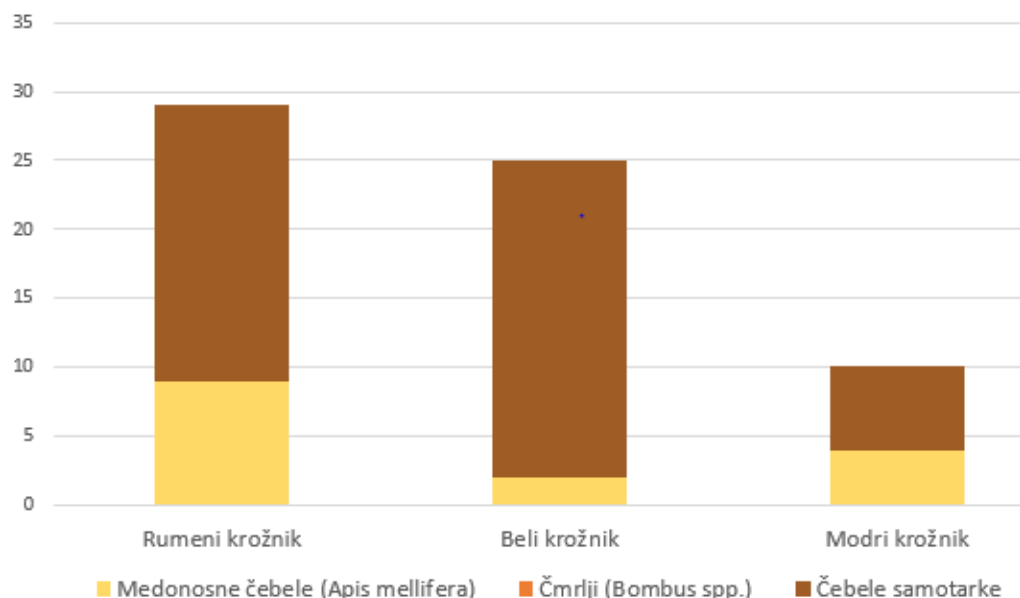
Grafikon 3: Skupno število ujetih opravevalcev na cvetovih in barvne krožnike

Analiza ulovljenih čebel v barvnih krožnikih se je od cvetov precej razlikovala (grafikon 4). Največji delež ulova so zavzele čebele samotarke, kar 76,56 %, zatem so bile medonosne čebele s 23,44 %. Čmrljev pa v teh pasteh nismo ulovili. Sklepamo lahko, da oba načina lovljenja (na cvetovih in v barvne krožnike) ne dajeta podobnih rezultatov. Intenzivna barva privlači čebele samotarke veliko bolj kot medonosne čebele.



Grafikon 4: Deleži ulovljenih opraševalcev v barvne krožnike

Ulov v barvnih krožnikih se je precej razlikoval (grafikon 5). V rumene krožnike se je ulovilo 29 opraševalcev, v bele 25 in v modre 10. Tako so tudi Bevk in sod. (2019) prišli do rezultatov, da se je ulovilo največ divjih čebel v rumene krožnike. V bele krožnike se je ujelo največ čebel samotark in le dve medonosni čebeli. V rumene krožnike se je tudi ujelo največ čebel samotark, medtem ko je bilo število medonosnih čebel manjše. V modrih krožnikih je bil najmanjši ulov čebel samotark, kjer jih je bilo le šest, ujelo se je tudi nekaj medonosnih čebel. Bevk (2019) je tudi pokazal, da se medonosne čebele slabše ulovijo v različne pasti. To so pokazale prav tako druge raziskave (Bevk, 2019). Čmrljev pa ni bilo v nobenih od pasteh.



Grafikon 5: Število ulovljenih oprasovalcev v barvne krožnike

Preglednica 1: Število identificiranih vrst in osebkov čebel ulovljenih na cvetovih in po posameznih pasteh

DRUŽINA	VRSTA	CVETOVI	BELI KROŽNIK	RUMENI KROŽNIK	MODRI KROŽNIK	SKUPNO ŠTEVILO
<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i>	138	2	9	4	153
<i>Apidae</i>	<i>Bombus pascuorum</i>	15	0	0	0	15
<i>Apidae</i>	<i>Bombus terrestris</i>	1	0	0	0	1
<i>Apidae</i>	<i>Bombus hypnorum</i>	1	0	0	0	1
<i>Apidae</i>	<i>Bombus ruderarius</i>	1	0	0	0	1
<i>Apidae</i>	<i>Bombus lapidarius</i>	2	0	0	0	2
<i>Apidae</i>	<i>Bombus pratorum</i>	2	0	0	0	2
<i>Apidae</i>	<i>Nomada fabriciana</i>	0	0	1	0	1
<i>Apidae</i>	<i>Nomada ruficornis</i>	1	1	0	0	2
<i>Apidae</i>	<i>Nomada zonata</i>	1	0	0	0	1
<i>Apidae</i>	<i>Anthophora plumipes</i>	0	1	0	0	1
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena fulva</i>	1	0	0	0	1
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena fulvata</i>	1	1	0	0	2
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena helvola</i>	3	0	0	0	3
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena rufula</i>	1	0	0	0	1
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena carantonica</i>	1	0	0	0	1
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena gravida</i>	4	5	5	0	14

<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena dorsata</i>	3	1	2	0	6
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena subopaca</i>	1	1	0	0	2
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena minutula</i>	0	1	2	0	3
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena nitida</i>	3	1	3	0	7
<i>Andrenidae</i>	<i>Andrena viridescens</i>	0	0	2	0	2
<i>Halictidae</i>	<i>Halictus rubicundus</i>	2	0	0	0	2
<i>Halictidae</i>	<i>Halictus scabiosae</i>	0	0	1	0	1
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum marginatum</i>	10	0	0	0	10
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum laticeps</i>	9	4	0	1	14
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum fulvicorne</i>	1	0	0	0	1
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum morio</i>	0	1	0	1	2
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum malachurum</i>	0	0	1	4	5
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum calceatum</i>	2	2	0	0	4
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum punctatissimum</i>	0	0	1	0	1
<i>Halictidae</i>	<i>Lasioglossum nitidisculum</i>	1	0	0	0	1
<i>Megachilidae</i>	<i>Osmia cornuta</i>	1	0	0	0	1
<i>Megachilidae</i>	<i>Osmia caerulescens</i>	0	1	0	0	1
<i>Megachilidae</i>	<i>Osmia bicornis</i>	2	3	2	0	7
	Skupno	208	25	29	10	272

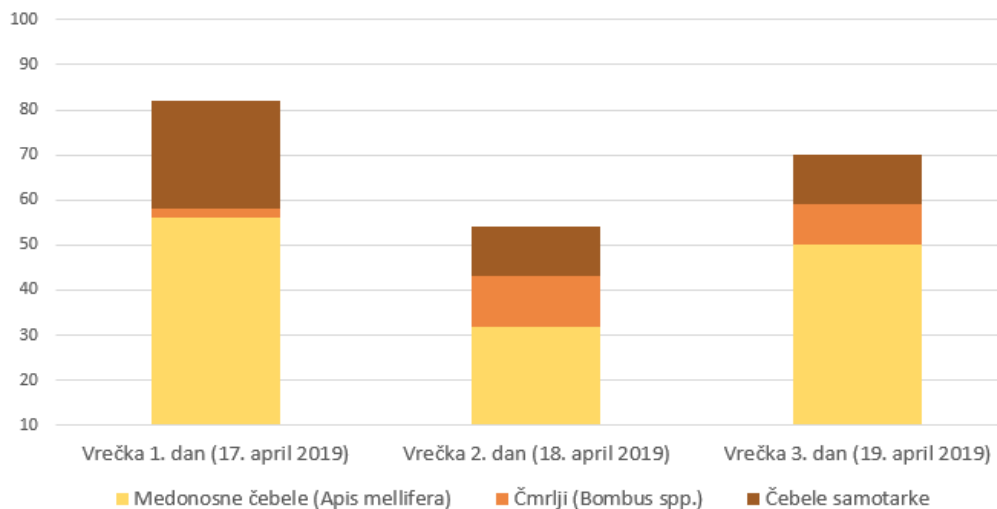
V preglednici 2 vidimo razliko med ulovom na cvetovih in v pasteh. Na cvetovih smo ujeli 26 vrst, v barvnih krožnikih pa skupno 19 vrst. Od teh se je nekaj vrst ujelo le na cvetovih in nekaj le v krožnikih, večinoma so to bili osebk iz skupine ostalih čebel. Na cvetovih smo jih ujeli 16, v barvnih krožnikih pa devet. Takšni rezultati nakazujejo na visoko biotsko diverziteteto med opraševalci in na velik pomen vloge divjih čebel pri ohranjanju naravnih ekosistemov, kot tudi kmetijskih panog.

Preglednica 2: Čebele, ujete le v določeno vrsto pasti (cvetovi, krožniki)

ČEBELE, UJETE LE NA CVETOVIH	ČEBELE, UJETE LE V BARVNIH KROŽNIKIH
<i>Bombus pascuorum</i> (čmrlji)	<i>Nomada fabriciana</i> (čebele samotarke)
<i>Bombus terrestris</i> (čmrlji)	<i>Anthophora plumipes</i> (čebele samotarke)
<i>Bombus hypnorum</i> (čmrlji)	<i>Andrena minutula</i> (čebele samotarke)
<i>Bombus ruderarius</i> (čmrlji)	<i>Andrena viridescens</i> (čebele samotarke)
<i>Bombus lapidarius</i> (čmrlji)	<i>Lasioglossum morio</i> (čebele samotarke)
<i>Bombus pratorum</i> (čmrlji)	<i>Lasioglossum malachurum</i> (čebele samotarke)
<i>Nomada zonata</i> (čebele samotarke)	<i>Halictus scabiosae</i> (čebele samotarke)
<i>Andrena fulva</i> (čebele samotarke)	<i>Lasioglossum punctatissimum</i> (čebele samotarke)
<i>Andrena helvola</i> (čebele samotarke)	<i>Osmia caerulea</i> (čebele samotarke)
<i>Andrena rufula</i> (čebele samotarke)	
<i>Andrena carantonica</i> (čebele samotarke)	
<i>Halictus rubicundus</i> (čebele samotarke)	
<i>Lasioglossum marginatum</i> (čebele samotarke)	
<i>Lasioglossum fulvicorne</i> (čebele samotarke)	
<i>Lasioglossum nitidisculum</i> (čebele samotarke)	
<i>Osmia cornuta</i> (čebele samotarke)	

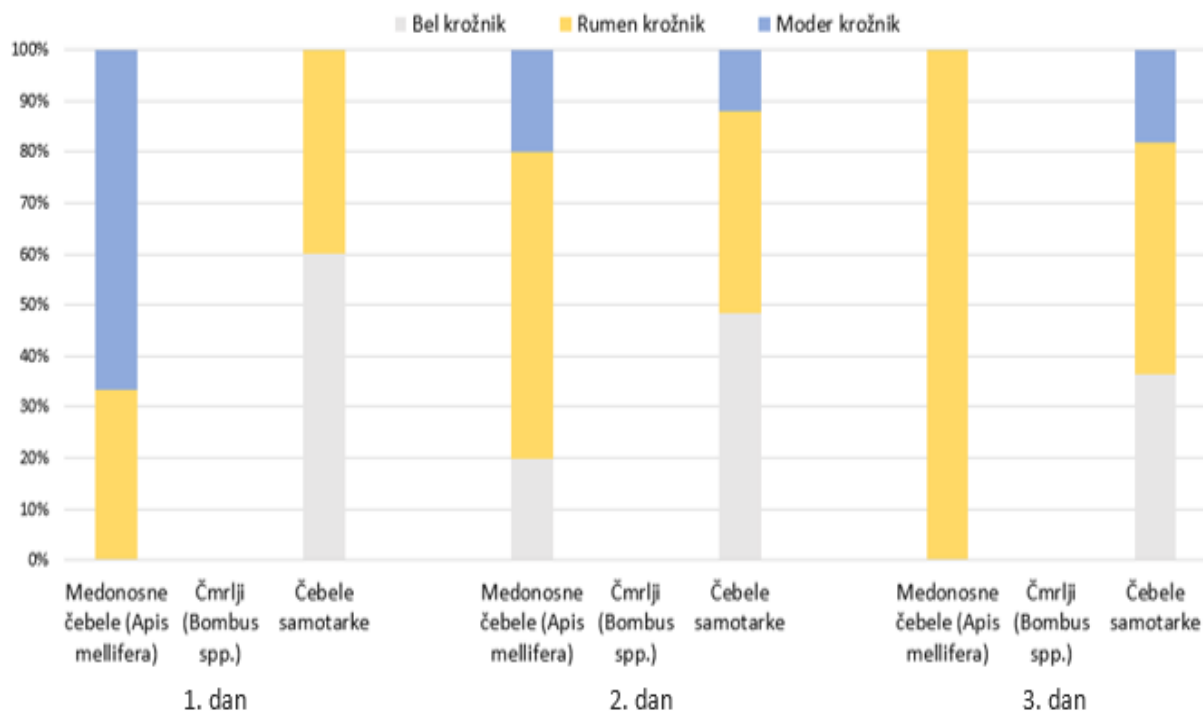
4.3 Delež ulovljenih čebel po posameznih dnevih

Grafikon 6 prikazuje ulov z vrečko po posameznih dnevih. Iz njega lahko razberemo, da je bilo največ ulovljenih medonosnih čebel in so prvi dan vzorčenja dosegle najvišji delež, kar 68,29 %. Najnižji delež ulova medonosnih čebel pa je bil drugi dan in je predstavljal 59,26 %. Najvišji delež ulova čebel samotark je bil prvi dan (29,27 %), najnižji delež pa je bil tretji dan (15,71 %). Najvišji delež čmrljev je bil drugi dan in je predstavljal enak delež čebelam samotarkam v drugem dnevu (20,37 %).



Grafikon 6: Delež ulovljenih oprasovalcev na cvetovih po posameznih dnevih

Grafikon 7 in preglednica 3 prikazujeta število in delež ulova v posamezne barvne krožnike po dnevih. Prvi dan vzorčenja se je največ medonosnih čebel ujelo v moder krožnik (28,57 %), nato v rumen (12,5 %), v belega pa se ni ujela nobena. Največji ulov čebel samotark v prvem dnevu je bil v belem krožniku (42,86 %), nato v rumenem (25,00 %), medtem ko v modrem ni bilo nobene. Največ ulovljenih medonosnih čebel je bilo v rumenem krožniku (18,18 %), medtem ko je v ostalih dveh krožnikih bilo enako število medonosnih čebel (6,06 %). Drugi dan vzorčenja smo zabeležili največji delež ulovljenih čebel samotark. Te smo drugi dan ujeli v vse tri barvne krožnike, vendar je bil največji delež ulovljenih v belem krožniku (48,48 %), nato v rumenem (30,23 %) in najmanj v modrem (9,30 %). Tretji dan vzorčenja smo ujeli medonosne čebele le v rumen krožnik (15,38 %). Čebele samotarke pa v vse tri krožnike. Največji delež čebel samotark je bil v rumenem krožniku (38,46 %), nato v belem (30,77 %) in najmanj v modrem (15,38 %). Čmrljev nismo ulovili noben dan, v noben krožnik.



Grafikon 7: Delež ulovljenih opraševalcev v barvne krožnike po dnevih

Preglednica 3: Število ulovljenih opraševalcev v barvne krožnike po dnevih

1. DAN	BELI KROŽNIKI	RUMENI KROŽNIKI	MODRI KROŽNIKI
Medonosne čebele (<i>Apis mellifera</i>)	0	1	2
Čmrlji (<i>Bombus spp.</i>)	0	0	0
Ostale čebele	3	2	0
2. DAN	BELI KROŽNIKI	RUMENI KROŽNIKI	MODRI KROŽNIKI
Medonosne čebele (<i>Apis mellifera</i>)	2	6	2
Čmrlji (<i>Bombus spp.</i>)	0	0	0
Ostale čebele	16	13	4
3. DAN	BELI KROŽNIKI	RUMENI KROŽNIKI	MODRI KROŽNIKI
Medonosne čebele (<i>Apis mellifera</i>)	0	2	0
Čmrlji (<i>Bombus spp.</i>)	0	0	0
Ostale čebele	4	5	2

5 SKLEPI

V okviru diplomskega dela smo po metodi CliPS ugotavljali pestrost opráševalcev v ekološkem nasadu na jablani. Poskus smo izvajali na sorti 'Topaz' v Logu. Delo je potekalo v mesecu aprilu 2019, ko je čas cvetenja. Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko zaključimo:

- Hipotezo 1: »Aktivnost opráševalcev je odvisna od vremena« lahko potrdimo, saj je razvidno iz podatkov, da je bilo drugi dan pri slabšem vremenu in nižji temperaturi ulovljenih manj medonosnih čebel in več čmrljev, saj ti tako letajo tudi pri nižjih temperaturah.
- Hipotezo 2: »Najpogostejši opráševalec jablane je medonosna čebela« lahko potrdimo, saj je razvidno iz rezultatov, da je bila medonosna čebela v treh dneh lovljenja ulovljena 153-krat, kar predstavlja 56,25 %.
- Hipotezo 3: »Največji ulov opráševalcev je v rumenih krožnikih« lahko potrdimo, saj je bilo povprečno v rumenih krožnikih najdenih največ opráševalcev.

6 VIRI IN LITERATURA

- Abrol, D. P. (2012). Pollination biology: biodiversity conservation and agricultural production. Retrieved from <http://site.ebrary.com/id/10502920>
- Babnik, J. & Poklukar, J. (1998). *Od čebele do medu*. Ljubljana: Kmečki glas.
- Bavec, M., Naglic, M., Bavec, F., Repic, P., Flisar Novak, Z., Postrak, N., ... Oresek, E. (2001). *Ekološko kmetijstvo*. Ljubljana: Kmečki glas.
- Bevk, D. (2016). *Pestrost divjih čebel in njihov pomen za kmetijstvo in naravo*. Paper presented at the 2. Znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu, Poklukarjevi dnevi, Ljubljana. https://www.kis.si/f/docs/Poklukarjevi_dnevi_2016/Zbornik_referatov.pdf
- Bevk, D. (2018). *Pestrost oprasovalcev za zanesljivo pridelavo hrane*. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo (NIB).
- Bevk, D. (2019, 2019). Uporabnost različnih pasti za monitoring divjih čebel.
- Bevk, D. (2020). Divji oprasovalci – neprecenljivi sodelovalci in prijazni sostanovalci. Retrieved from <https://lasko.info/wp-content/uploads/2020/05/E-priro%C4%8Dnik-DIVJI-OPRA%C5%A0EVALCI.pdf>
- Blaauw, B. R. & Isaacs, R. (2014). Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 51(4), 890–898. doi:10.1111/1365-2664.12257
- Blüthgen, N. & Klein, A. M. (2011). Functional complementarity and specialisation: The role of biodiversity in plant-pollinator interactions. *Basic and Applied Ecology*, 12(4), 282–291. doi:10.1016/j.baae.2010.11.001
- Božič, J. (2020). Čebele in čebelarjenje. Retrieved from <http://web.bf.uni-lj.si/jbozic/zivvrt/cebcebr.htm>
- Brittain, C., Kremen, C. & Klein, A. M. (2013). Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global Change Biology*, 19(2), 540–547. doi:10.1111/gcb.12043
- Cane, J. H. (2005). Pollination Potential of the Bee *Osmia aglaia* for Cultivated Red Raspberries and Blackberries (Rubus: Rosaceae). *HortScience*, 40(6), 1705–1708. doi:10.21273/hortsci.40.6.1705
- Crepet, W. L. (1979). Insect Pollination: A Paleontological Perspective. *Bioscience*, 29(2), 102–108. doi:10.2307/1307746
- Cruden, R. W. & Lloyd, R. M. (1995). Embryophytes have Equivalent Sexual Phenotypes and Breeding Systems: Why Not a Common Terminology to Describe Them? *American Journal of Botany*, 82(6), 816–825. doi:10.2307/2445622
- de Groot, M. & Bevk, D. (2012). Ecosystem services and phenology of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in a Slovenian forest stand. *Les*, 64, 123–128.
- Dötterl, S. & Vereecken, N. (2010). The chemical ecology and evolution of bee-flower interactions: a review and perspectives. *Canadian Journal of Zoology*, 88, 668–697. doi:10.1139/Z10-031
- Eurostat. (2019). Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9603938/5-21022019-AP-EN/826b6eac-e1ce-43d2-816e-062b0be9859f>
- Free, J. B. & Free, J. B. (1993). *Insect Pollination of Crops*: Academic Press.

- Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J. & Vaissière, B. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted to pollinator decline. *Ecological Economics*, 68, 810–821. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
- Gardner, K. E. & Ascher, J. S. (2006). Notes on the native bee pollinators in new york apple orchards. *Journal of the New York Entomological Society*, 114(1), 86–91, 86. Retrieved from [https://doi.org/10.1664/0028-7199\(2006\)114\[86:NOTNBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1664/0028-7199(2006)114[86:NOTNBP]2.0.CO;2)
- Garibaldi, L., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M., Bommarco, R., Cunningham, S., ... Klein, A. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science (New York, N. Y.)*, 339. doi:10.1126/science.1230200
- Garratt, M., Breeze, T., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J. & Potts, S. (2014). Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 184, 34–40. doi:10.1016/j.agee.2013.10.032
- Gibernau, M., Barabe, D., Cerdan, P. & Dejean, A. (1999). Beetle Pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. *International Journal of Plant Sciences*, 160, 1135-1143. doi:10.1086/314195
- Godec, B., Purgaj, B. D., Hudina, M., Usenik, V., Koron, D., Solar, A., ... Čebulj, A. (2019). *Sadni izbor za Slovenijo 2018: Javna služba v sadjarstvu*.
- Godec G., G. L., Glažar S. (2018). Naravoslovje 6. Retrieved from <https://eucbeniki.sio.si/nar6/1548/index2.html>
- Godič, K. T. (2011). Trajnostni razvoj z izbranimi poglavji iz biologije.
- Gogala, A. (2014). *Čebele Slovenije*. Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU.
- Goulson, D. (2012). *Bumblebees: behaviour, ecology and conservation*. Oxford: Oxford University Press.
- GOV.SI. (2020a, 11. 12. 2020). Ekološka pridelava. Retrieved from <https://www.gov.si teme/ekoloska-pridelava/>
- GOV.SI. (2020b). Sadjarstvo. Retrieved from <https://www.gov.si teme/sadjarstvo/>
- Grad, J., Gogala, A., Kozmus, P., Jenič, A., & Bevk, D. (2010). *Pomembni in ogroženi opravevalci: čmrlji v Sloveniji: Čebelarska zveza Slovenije*.
- Grainger, J. (1939). STUDIES UPON THE TIME OF FLOWERING OF PLANTS: ANATOMICAL, FLORISTIC AND PHENOLOGICAL ASPECTS OP THE PROBLEM. *Annals of Applied Biology*, 26(4), 684–704. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1939.tb06994.x>
- Hegland, S. J. & Totland, Ø. (2005). Relationships between species' floral traits and pollinator visitation in a temperate grassland. *Oecologia*, 145(4), 586–594. doi:10.1007/s00442-005-0165-6
- Hoehn, P., Tschardtke, T., Tylianakis, J. & Steffan-Dewenter, I. (2008). Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings. Biological sciences/The Royal Society*, 275, 2283–2291. doi:10.1098/rspb.2008.0405
- Id, G., Kluser, S. & Peduzzi, P. (2007). Global Pollinator Decline: A Literature Review.
- Isaacs, J. K. T. a. R. (2010). Weather During Bloom Affects Pollination and Yield of Highbush Blueberry. *Journal of Economic Entomology*, 103, 557–562. doi:10.1603/EC09387
- Jauker, F., Bondarenko, B., Becker, H. C. & Steffan-Dewenter, I. (2012). Pollination efficiency of wild bees and hoverflies provided to oilseed rape. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(1), 81–87. doi:10.1111/j.1461-9563.2011.00541.x
- Jauker, F., Diekötter, T., Schwarzbach, F. & Wolters, V. (2009). Pollinator dispersal in an agricultural matrix: opposing responses of wild bees and hoverflies to landscape

- structure and distance from main habitat. *Landscape Ecology*, 24, 547–555. doi:10.1007/s10980-009-9331-2
- Jošar, J. (2011). Odporne sorte jablan. Cvetlična. Retrieved from http://www.cvetlicna.si/CVET,,sadni_vrt,odporne_sorte_jablan.htm
- Kandolf, A. (2020). Vrste čebel. Retrieved from <https://www.czs.si/content/C11>
- KGZS. (2017). Retrieved from <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7390>
- Klein, A., Vaissière, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C. & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological sciences/The Royal Society*, 274, 303–313. doi:10.1098/rspb.2006.3721
- Kozinc, B. (1998). Opraševanje cvetja. Retrieved from <http://www.cebelarstvo-kozinc.com/pod/stran6.htm>
- Kozmus, P. (2008). V katerih primerih so čmrlji boljši opraševalci od čebel. *Slovenski čebelar*, 2, 47–48. Retrieved from <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-PK86FKSF/61f68a8c-5eca-4d73-97f4-1661ac42e4a6/PDF>
- Kurokura, T., Mimida, N., Battey, N. & Hytonen, T. (2013). The regulation of seasonal flowering in the Rosaceae. *Journal of Experimental Botany*, 64. doi:10.1093/jxb/ert233
- Larson, B., Kevan, P. & Inouye, D. (2001). Flies and flowers: Taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *Canadian Entomologist*, 133, 439–465. doi:10.4039/Ent133439-4
- Lind, K., Lafer, G., Schloffer, K., Innerhofer, G., Meister, H., Krajnc, K., ... Krajnc, M. (2001). *Ekološko sadjarstvo*. Ljubljana: Kmečki glas.
- Mallinger, R. E., & Gratton, C. (2015). Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*, 52(2), 323–330. doi:10.1111/1365-2664.12377
- Martins, D. (2014). *Our Friends the Pollinators A Handbook of Pollinator Diversity and Conservation in East Africa*.
- Matsumoto, S. & Maejima, T. (2010). Several New Aspects of the Foraging Behavior of *Osmia cornifrons* in an Apple Orchard. 2010, 1–6. doi:10.1155/2010/384371
- McGregor, S. E. (1976). *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. Washington: United States Department of Agriculture.
- Monselise, S. P. (1986). *CRC handbook of fruit set and development*: CRC Press.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. *Oikos*, 120, 321–326. doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x
- Orford, K. A., Vaughan, I. P. & Memmott, J. (2015). The forgotten flies: the importance of non-syrphid Diptera as pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1805), 20142934. doi:10.1098/rspb.2014.2934
- Park, M., Raguso, R., Losey, J. & Danforth, B. (2015). Per-visit pollinator performance and regional importance of wild *Bombus* and *Andrena* (*Melandrena*) compared to the managed honey bee in New York apple orchards. *Apidologie*, 47. doi:10.1007/s13592-015-0383-9
- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A. M. & Fischer, M. (2009). *Breeding Apple (Malus x Domestica Borkh)*.
- Poklukar, J. (1992). *Čebele in opraševanje sadnega drevja*. [Ljubljana]: Kmetijski institut Slovenije.

- Potts, S., K. B., Bommarco, R., Breeze, T., Carvalheiro, L., Franzén, M., ... Schweiger, O. (2015). *Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project.*
- Robinson, J. P., Harris, S. A. & Juniper, B. E. (2001). Taxonomy of the genus *Malus* Mill. (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple, *Malus domestica* Borkh. *Plant Systematics and Evolution*, 226(1), 35–58. doi:10.1007/s006060170072
- Sancin, V., Adamič, F., & Sancin, T. (1988). *Sadje z našega vrta*. Ljubljana: Založništvo tržaškega tiska.
- Schneider, D., Stern, R., Eisikowitch, D. & Goldway, M. (2002). The relationship between floral structure and honeybee pollination efficiency in 'Jonathan' and 'Topred' apple cultivars. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77, 48–51. doi:10.1080/14620316.2002.11511455
- Sheffield, C., Ngo, H. T. & Azzu, N. (2016). *A Manual on Apple Pollination.*
- Sherman, G. & Visscher, P. K. (2002). Honeybee colonies achieve fitness through dancing. *Nature*, 419(6910), 920–922. doi:10.1038/nature01127
- Souza-Silva, M., Fontenelle, J. C. R. & Martins, R. P. (2001). Seasonal Abundance and Species Composition of Flower-Visiting Flies. *Neotropical Entomology*, 30(3), 351–359. doi:10.1590/s1519-566x2001000300002
- Ssymank, A., Kearns, C. A., Pape, T. & Thompson, F. C. (2008). Pollinating Flies (Diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity*, 9(1–2), 86–89. doi:10.1080/14888386.2008.9712892
- Statista. (2018). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/578339/apple-production-volume-europe/>
- Statista. (2020). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/279555/global-top-apple-producing-countries/>
- SURS. (2018). Retrieved from <https://www.stat.si/StatWeb/sl/News/Index/8007>
- Štampar, F., Lešnik, M., Veberič, R., Solar, A., Koron, D., Usenik, V., ... Plasajec, D. (2005). *Sadjarstvo: Kmečki glas.*
- Thien, L. B. (1980). Patterns of Pollination in the Primitive Angiosperms. *Biotropica*, 12(1), 1–13. doi:10.2307/2387768
- Thorp, R. W. (2000). The collection of pollen by bees. *Plant Systematics and Evolution*, 222(1/4), 211–223. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/23644335>
- Tojnkó, S. (2007). Pomotehnični ukrepi v ekološki pridelavi sadja. In *Strokovno srečanje na temo ekološko sadjarstvo*. Fakulteta za kmetijstvo Univerze v Mariboru: 20.
- Tromp, J. (1980). Flower-bud formation in apple under various day and night temperature-regimes. *Scientia Horticulturae*, 13(3), 235–243. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-4238\(80\)90061-8](https://doi.org/10.1016/0304-4238(80)90061-8)
- Van Doorn, W. G. (1997). Effects of pollination on floral attraction and longevity. *Journal of Experimental Botany*, 48(314), 1615–1622. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/23695718>
- Van Rijn, P. C. J. & Wäckers, F. L. (2016). Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 925–933. doi:10.1111/1365-2664.12605
- Vicens, N. & Bosch, J. (2000). Pollinating Efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on 'Red Delicious' Apple. *Environmental Entomology*, 29, 235–240. doi:10.1093/ee/29.2.235

Wcislo, W. & Cane, J. (1996). Floral Resource Utilization by Solitary Bees (Hymenoptera: Apoidea) and Exploitation of Their Stored Foods by Natural Enemies. *Annual Review of Entomology*, 41, 257–286. doi:10.1146/annurev.en.41.010196.001353

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorju, viš. pred. mag. Andreju Vogrinu, za pomoč pri izdelavi diplomskega dela in za dragocene nasvete ter potrpežljivost.

Prav tako gre zahvala somentorju, doc. dr. Danilu Bevku, za pomoč in nasvete pri izvedbi poskusa ter za predlagano gradivo.

Hvala tudi predsedniku komisije, prof. dr. Stanislavu Tojniku in doc. dr. Danilu Bevku, za pregled diplomskega dela in predlaganje izboljšav.

Posebej se tudi zahvaljujem prijateljici Ani Štuhec za vso podporo in pomoč pri izdelavi naloge. Prav tako gre zahvala še prijateljici Iris Bezjak za njen čas in vso pomoč ter za dvigovanje vzdušja s "potem pa pride polž in poje solato". Hvala tudi vsem ostalim prijateljem za motivacijske besede.

Posebna zahvala gre prav tako moji družini, ki mi vedno stoji ob strani.